# تاثیر کاه و کلش برنج و خرده چوب بر کنترل فرسایش خاک و رویش نهال در دامنه‌ی خاکریزی جاده جنگلی

**محمد علی فخاری:** دانشجوی دکتری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
**مجید لطفعلیان:** دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، گروه جنگلداری
**سید عطا اله حسینی*:** استاد دانشگاه تهران، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
**عبدالواحد خالدی درویشان:** استاد یار دانشگاه تربیت مدرس، گروه آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور
**تاریخچه مقاله (تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۱۵)**

**احداث جاده‌های جنگلی در مناطق مرطوب، مهم‌ترین عامل ناپایداری دامنه‌های شیب‌دار است. مواد افزودنی و اصلاح‌کننده‌ی متنوعی با هدف حفظ آب و خاک در جهان استفاده می‌شود که در این میان، نقش مواد اصلاحی آلی قابل دسترس و دوستدار محیط‌زیست بیشتر قابل توجه قرار گرفته‌است. در این پژوهش کارایی دو نوع مالچ طبیعی خرده‌چوب و کاه و کلش برنج بر مقدار رواناب، رسوب و استقرار نهال‌های کاشته شده‌ی توسکا قشلاقی و بید جنگلی در دامنه‌ی خاکریزی جاده جنگلی در مقایسه با تیمار شاهد ارزیابی شد. تعداد ۲۷ کرت با ابعاد ۲×۴ متر، در سه تکرار و در دامنه‌ی خاکریزی جاده جنگلی احداث شد. رطوبت خاک، درصد پوشش علفی، رویش قطر یقه و ارتفاع نهال، رواناب و رسوب کرت برای ۱۲ ماه (۱۳۹۴/۲ لغایت ۱۳۹۵/۲) در مقیاس رگبار برای ۲۸ رویداد بارندگی طبیعی برداشت شد. نتایج نشان داد که خرده چوب بیشترین اثر را در کاهش حجم رواناب و جرم رسوب به ترتیب به میزان ۵۴/۰۱ و ۷۳/۰۷ درصد داشت. کاه و کلش و خرده چوب، غلظت رسوب را به ترتیب ۲۳/۸۷ و ۱۱/۶۱ درصد کاهش داد. نتایج پایش رطوبت در عمق ۲ سانتی‌متری خاک نشان داد که کاه وکلش با ۲۲/۲۳٪ ($P \leq ۰/۰۱$) بیشترین تأثیر را در حفظ رطوبت خاک برعهده داشت، بیشترین (۴۸٪) و کمترین (۳۶٪) پوشش علفی نیز به ترتیب در تیمار شاهد و کاه و کلش مشاهده شد. کاه و کلش بیشترین اثر را در افزایش رویش قطر یقه نهال‌ها به میزان ۳۹/۸۴ درصد و رویش ارتفاع آنها به میزان ۴/۵۱ درصد برعهده داشت. میانگین رویش قطر یقه و ارتفاع گونه توسکا به طور معنی‌داری بیش از بید بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ژئوتکستایل‌های طبیعی اثر معنی‌داری ($P \leq ۰/۰۵$) در کاهش میزان رواناب و رسوب داشت؛ بنابراین می‌توان با استفاده از آنها، به استقرار نهال و کاهش میزان فرسایش خاک در دامنه-های فرسایشی و شیب‌دار جاده‌های جنگلی کمک کرد.**

**واژگان کلیدی: حفاظت خاک، رواناب، رسوب، زیست مهندسی، مالچ طبیعی.**

* نویسنده مسئول: at.hosseini@ut.ac.ir

**۱- مقدمه**

شـــــبکه جاده‌های جنگلی از اصلی‌ترین ارکان مدیریت جنگل است. در واقع، جاده‌های جنگلی دروازه‌های ورود به جنگل اســـت که بدون آنها، جنگلداری و مدیریت جنگل تصورناپـــذیر است. از طرفی، جاده‌سازی در جنگل یکی از عوامل تخریب عرصه‌های منابع طبیعی به شمار می‌رود (Nekoee Mehr et al, 2006). بـر اثـر خـاک‌برداری یـا خاک‌ریزی غیراستاندارد در عرصه‌های جنگلی و ایجاد دامنه‌هایی با شیب تند، پوشش جنگلی دو طرف جاده صدمه مـی-بیننـد، ساختمان خاک در هم می‌ریزد و شـبکه‌ی هیـدرولوژیک اکوسیستم جنگل تخریـب مـی‌شـود (Grace, 2002). مطالعات نشان داده که جاده‌های جنگلی منبع اصلی انتقال رسـوب بـه رودخانـه‌ها اسـت (Cole and Landres, 2009 & Elliot et al, 1996)؛ علت اصلی این فرآیند از بین‌بردن پوشش گیـاهی، تخریـب سـاختمان خـاک، افـزایش سـرعت رواناب[1] و ناپایدارکردن شیب دامنه اسـت (Megahan, 1974 & Grace, 2002 & Carl and Li, 2006). میـزان تولیـد رسوب توسط جاده‌های جنگلی، به میزان ترافیک، وضعیت پوشش شیروانی‌های خاکی، روسازی جاده، شیب شـیروانی‌ها و شیب طولی جاده، طول راه، درجه‌ی راه، کیفیت زهکشی و ... بستگی دارد (Jaarsma, 1994 & Grace, 2002).

فرسایش، فرآیندی ژئومورفولوژیکی[2] و طبیعی است که همواره در سرتاسر زمین دیـده می‌شـود؛ امـا بـه واسـطه‌ی فعالیت‌های انسانی چون فعالیت جاده‌سازی تشدید می‌شود. در نتیجه تأثیرات منفی زیادی بـه منـابع آب، خـاک، محـیط زیست و اقتصاد ملی وارد می‌شود. با توجه به مطالب فوق، جلوگیری از فرسـایش خـاک هـدف مهمـی در مـدیریت و حفاظت از منابع طبیعی به شمار مـی‌رود (Aghasi, 1996 & Akay et al, 2008). اقـدامات اساسـی در جهـت کـاهش آسیب‌های زیست‌محیطی جاده، از مرحله‌ی طراحی آن آغاز می‌شود (Lotfaliyan et al, 2013)؛ با این وجـود در دامنـه-های خاکریزی، مناطق حساس به فرسایش وجود دارد که در ابعاد مختلف و به شکل‌های گوناگون در حـین اسـتفاده از جاده ایجاد می‌شود. مناطق با شیب ملایم و مساحت کم، با گذشت زمان و به طور طبیعی تثبیت و بازسازی می‌شود، ولـی سطوح بزرگ‌تر و مناطق شیب‌دار کوهستانی یا دیرتر تثبیت و بازسازی می‌شود، یا علی‌رغم گذشت زمان نه تنها تثبیـت نمی‌شود بلکه وسعت سطوح تخریب نیز افزایش می‌یابد. این مسئله ضمن ایجـاد مخـاطرات زیسـت‌محیطی، بـه افـزایش هزینه‌های نگهداری و تعمیر جاده‌های جنگلی نیز می‌انجامد. لذا لازم است برای تثبیت دامنـه‌هـای خـاک‌ریزی جـاده‌ی جنگلی در چنین مناطقی، اقدامات اساسی صورت گیـرد (Albaladejo Montoro et al, 2000). در سـال‌هـای اخیـر بـه منظور حفظ آب و خاک، تثبیت دامنه‌ها و مناطق شیب‌دار آسیب دیده بیش از پیش قابل توجه قرار گرفته و از روش‌هـا و تکنیک‌های مختلفی استفاده شده‌است که در این میان، روش‌هـای بیـوتکنیکی و زیسـت مهندسـی و اسـتفاده از مواد افزودنی و اصلاح‌کننده همانند مالچ‌های طبیعی عمومیت بیشتری دارد (Albaladejo Montoro et al, 2000).

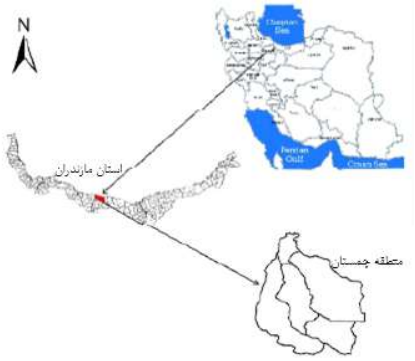
مالچ‌ها مواد افزودنی و نفوذپذیری هستند که در زمینه‌ی خاک، سنگ مادری یا هرگونه مـواد مـرتبط بـا مهندسـی ژئوتکنیک، به عنوان یک مکمل استفاده و سبب اصلاح و پایداری ساختمان خاک می‌شود. مالچ‌ها در یـک دسـته‌بنـدی کلی به دو دسته تقسیم می‌شود: ساختار اصلی بافته‌شده و ساختار اصلی بافته‌نشده. آنها از الیاف مصـنوعی (پلـی‌پـروپلین، پلی‌اتیلن و پلی‌امید) یا الیاف طبیعی (کنف، الیاف نارگیلی، خرده چوب،کاه کلـش بـرنج و غـلات و بـرگ نخـل)، در

[1] Runoff
[2] Geomorphologic Process

طرح‌های مختلف از نظر اندازه و شکل و با توجه به عملکردها و نیازها ساخته می‌شوند (Rickson, 2006 & Shao et al, 2014). مطالعات نشان داد که کنترل فرسایش و حفاظت خاک توسط روش‌های زیستی و غیرزیستی در شیب‌ها و شدت‌های بارندگی مختلف در هر دو مقیاس کرت و دامنه با استفاده از رگبارهای طبیعی و باران شبیه‌سازی شده، در اکثر موارد به کاهش میزان رسوب، حجم رواناب، کمک به استقرار پوشش گیاهی و بهبود شرایط رشد گیاهان در مناطق آسیب‌دیده و دارای شرایط سخت منجر شد (Luo et al, 2013 & Alvarez-Mozos et al, 2014 & Foltz, 2012). مالچ‌های طبیعی به دلیل سازگاری با محیط زیست و مزایای اقتصادی (کم هزینه)، نسبت به بقیه‌ی روش‌ها برتری داشت و در مقایسه با مواد دیگر، برای حفاظت از خاک و کنترل فرسایش در دامنه‌های شیب‌دار کنار جاده مؤثرتر بود (Shao et al, 2014)؛ از این رو در این مطالعه، به کارایی تیمار حفاظتی شامل دو نوع مالچ طبیعی بافته‌نشده از نوع کاه وکلش برنج و خرده‌چوب (تراشه‌های چوب) بر استقرار و رویش دو گونه چوبی و بومی جنگلی شامل توسکای قشلاقی[1] و بید جنگلی[2] (فک)، همچنین فرسایش آبی خاک در دامنه‌ی خاکریزی جاده جنگلی پرداخته شد.

## ۲- منطقه‌ی مورد مطالعه

این بررسی بر دامنه‌ی خاک‌ریزی (فرسایش‌یافته بدون پوشش گیاهی) جاده جنگلی واقع در قطعه‌ی پنج سری سه طرح جنگلداری سوردار و اتاشان، در حوزه‌ی آبخیزداری ۴۹ جنگل‌های شمال کشور و ۱۵ کیلومتری جاده نور به چمستان انجام شد. این محل در ارتفاع ۱۶۰ -۱۵۰ متر از سطح دریا، با میانگین شیب ۶۰ درصد و در دامنه‌ی شمالی قرار دارد. این دامنه‌ی شیب دارای ۱۸ متر عرض، ۱۸ متر طول و مساحتی برابر با ۳۲۴ مترمربع است.




**شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه**

بر اساس آمار بیست و پنج ساله‌ی (۱۳۸۵-۱۳۶۰) ایستگاه سینوپتیک چمستان، میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۶/۳ درجه‌ی سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه، بیشترین و کمترین میزان بارندگی ماهیانه (مهر و تیر) به ترتیب برابر با ۸۶۶، ۱۵۹ و ۳۵/۹ میلی‌متر است. دوره‌ی خشکی از اواسط خرداد ماه تا اواخر مرداد ماه پدید می‌آید. بر اساس طبقه‌بندی اقلیم به روش آمبرژه، اقلیم منطقه جزء مناطق مرطوب معتدل به شمار می‌رود. تیپ جنگلی به صورت بلوط همراه با

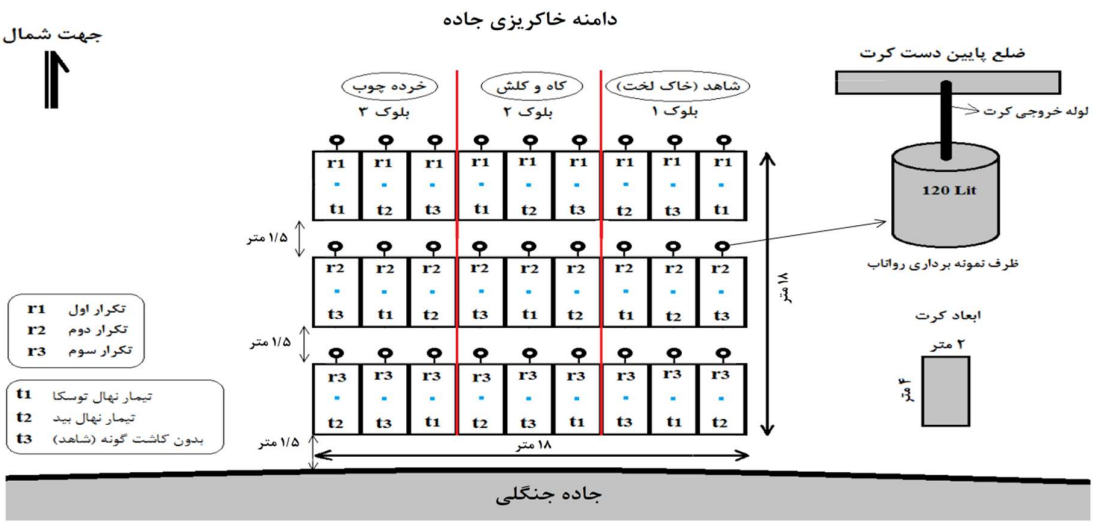
[1] Alnusglutinosa
[2] Salix alba

ممرز و آزاد است. نوع سنگ مادری غالباً آهک، ماسه‌سنگ آهکی و آهک سیلتی است (Forest, Range and watershed Management Organization, 1996).

تیپ خاک در منطقه‌ی مورد مطالعه، قهوه‌ای جنگلی با pH اسیدی است. بافت نمونه خاک زیرین توده‌ی لغزشی پس از بررسی در آزمایشگاه، شامل ۲۶ درصد شن، ۳۰ درصد سیلت و ۴۴ درصد رس بوده‌است که بر اساس روش USDA (مثلث خاک)، سنگین (رسی)، عمق خاک بیش از یک متر، ساختمان آن دانه‌ای ریز تا منشوری (ریزدانه)، عمق ریشه دوانی تا ۸۵ سانتی‌متر و میزان نفوذپذیری آن بسیار ضعیف و حساس به فرسایش است. سطح خاک در زمان بارندگی به حالت بسیار چسبنده و خمیری درمی‌آید و در زمان خشکی، شکافته و بسیار سخت و سفت است. میزان رطوبت خاک در زمان بارندگی و ماه‌های خشک، نوسانات شدیدی دارد (Anonymous, 2005). علی‌رغم سپری شدن ۲۶ سال از زمان احداث جاده، حجم زیاد رواناب، نفوذپذیری ضعیف، نوسانات رطوبت در زمان بارندگی و ماه‌های خشک و بروز ترک‌های سطحی خاک در این زمان، به فرسایش سطحی خاک، تخریب جاده و عدم استقرار بذر و پوشش گیاهی در این سطح منجر می‌شود.

### ۳- مواد و روش

پس از آماده‌سازی بستر زمین، از دو تیمار آزمایشی شامل کاه و کلش برنج، خرده چوب (به علت وفور، ارزانی و قابلیت دسترسی آسان (Gholami et al, 2013 & Foltz, 2012)، همراه با کاشت نهال‌های یک‌ساله‌ی دو گونه-ی جنگلی توسکای قشلاقی و بید جنگلی (به علت حضور طبیعی در مناطق فرسایشی مشابه، بومی بودن، استقرار آسان، رشد سریع، ریشه دوانی فراوان و زی‌توده‌ی هوایی کم) (Tuttle et al, 1992) در سه بلوک کاملاً تصادفی و به طور مشابه، در سطحی حدود ۷۲ مترمربع (۱۲×۶ مترمربع) استفاده شد. هر بلوک از حاشیه‌ی جاده به سمت پایین دامنه و در جهت شیب به سه ردیف (تکرار)، و هر ردیف در جهت خطوط تراز به سه کرت ۸ مترمربعی (۴×۲ مترمربع) تقسیم شد. بنابراین، هر بلوک شامل ۹ کرت فرعی ۸ مترمربعی بود که در هر ردیف (تکرار) درون یک کرت، توسکا قشلاقی و در کرت بعدی، بید جنگلی با تراکم یک نهال در هر مترمربع کاشته شد. کرت باقیمانده در هر ردیف فاقد نهال بود. نحوه‌ی کاشت و چیدمان نهال در کرت‌ها برحسب نوع گونه و به صورت تصادفی سیستماتیک بود؛ بنابراین، در هر بلوک سه کرت مربوط به گونه‌ی توسکا قشلاقی، سه کرت مربوط به گونه‌ی بید جنگلی و سه کرت فاقد نهال و بدون پوشش (شاهد) بود. طرح آزمایش‌ها نیز به صورت اسپلیت پلات (کرت‌های خرد شده) انجام شد (شکل ۲).




**شکل ۲: نحوه‌ی چیدمان بلوک، کرت و کاشت نهال (تیمارهای آزمایشی و شاهد) بر دامنه‌ی خاک‌ریزی**

کاه و کلش برنج (الیاف طویل بافته نشده و درهم ساقه برنج) باضخامت فشرده شده‌ی ۱۵ میلی‌متر و وزن ۷۰۰ گرم در هر مترمربع، روی کل سطح خاک پوشانده شد. خرده چوب (تهیه‌شده از ضایعات کارخانه‌ی صنایع خرده‌چوب) با وزن خشک حدود ۲۸۰۰ گرم در هر مترمربع و با ضخامت حدود ۱۵ میلی‌متر، کل سطح خاک را پوشاند (شکل ۳). در تیمار شاهد از هیچ روش تثبیت‌کننده در آن (به غیر از کاشت نهال) استفاده نشد.

**شکل ۳: ژئوتکستایل‌های طبیعی (تیمارهای حفاظتی). الف: خرده چوب؛ ب: کاه و کلش برنج.**

**شکل ۴: نمایی کلی از روند اجرای کار در منطقه‌ی مورد مطالعه. الف: سطح شیب‌دار در دامنه‌ی خاک‌ریزی پیش از اعمال تیمار، ب: آماده‌سازی بستر و کرت‌بندی برای اعمال تیمارهای حفاظتی و کاشت نهال، ج: نصب لوله‌ها و بشکه‌های جمع‌آوری رواناب و رسوب، د: نمایی از منطقه در انتهای دوره‌ی مورد مطالعه**

برای جلوگیری از نفوذ آب و پاشیده شدن ذرات پاشمان باران به کرت‌های مجاور، تمامی کرت‌های موجود در هر بلوک به‌وسیله‌ی تخته‌هایی محصور شد. رواناب و رسوب حاصل از بارندگی پس از عبور از حفره‌ی خروجی، به‌وسیله‌ی یک لوله پلیکا به داخل ظرف جمع‌آوری رواناب (بشکه‌ای به حجم ۱۲۰ لیتر) منتقل شد. کلیه‌ی بلوک‌ها و کرت‌ها دارای شرایط کاملاً یکسان بود و بلوک‌ها از طریق نوع تیمار و کرت‌ها نیز برحسب نوع گونه‌ی کاشته شده، از یکدیگر مجزا شد (شکل ۴).

### اندازه‌گیری پارامترها

از اول خردادماه سال ۱۳۹۴ الی ۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۵ پس از هر رویداد بارندگی، پارامترهای رواناب، رسوب، رطوبت خاک و درصد پوشش علفی خودروی کف اندازه‌گیری شد. میزان بارندگی به وسیله‌ی سه دستگاه باران‌سنج (دستی با قطر دهانه‌ی ۱۷ سانتی‌متر) نصب‌شده در سه بلوک آزمایشی اندازه‌گیری شد. میزان رطوبت حجمی کرت‌ها در عمق ۲ سانتی‌متری خاک به وسیله‌ی رطوبت‌سنج دیجیتالی قابل حمل (مدل DSMM500) ثبت شد. در طول دوره، حجم کل رواناب به وسیله‌ی استوانه‌ی مدرج یک لیتری و ظرف ۴ لیتری اندازه‌گیری شد. به منظور محاسبه‌ی میزان کل رسوب، از روش تخلیه‌ی آب و خشک‌کردن نمونه‌ها در آون و تعمیم نتایج به سطح پلات استفاده شد. محلول رسوب و آب به آزمایشگاه منتقل شد و پس از ۴۸ ساعت و ته‌نشین شدن رسوب در کف بطری، حجم آب صاف شده‌ی قسمت بالایی

بطری، اندازه‌گیری و تخلیه شد (Girmay et al, 2009)، محلول باقیمانده (آب و رسوب) به مدت ۲۴ ساعت درون آون با دمای ۱۰۵ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از بخار شدن آب، میانگین جرم رسوب برحسب گرم و غلظت آن برحسب گرم در لیتر، محاسبه و میزان کل رسوب نیز برحسب گرم با حاصل‌ضرب غلظت رسوب درکل حجم روان آب محاسبه شد (Luo et al, 2013). درصد پوشش علفی خودروی کف در هر کرت نیز با استفاده از روش تخمین در مشاهدات برآورد شد. قطر یقه برحسب میلی‌متر و ارتفاع کل بر حسب سانتی‌متر بود. کلیه‌ی نهال‌ها نیز پس از کاشت (اردیبهشت ۹۴) و بعد از یک دوره‌ی رویشی (بهمن ۹۴)، به وسیله‌ی متر فلزی و کولیس اندازه‌گیری شد.

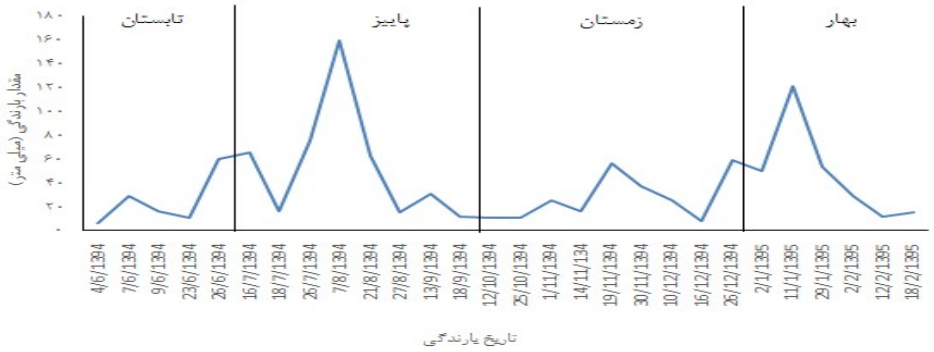
### تحلیل داده‌ها

همه‌ی اطلاعات مربوط به ۲۸ رویداد بارندگی، در طول یک سال جمع‌آوری شد. سپس آزمون معنی‌دار بودن نمونه‌برداری برای رویش قطر یقه و ارتفاع کل نهال‌ها، درصد رطوبت خاک و پوشش علفی، حجم رواناب برحسب لیتر، غلظت رسوب برحسب گرم بر لیتر و میزان کل رسوب تولید شده بر حسب گرم، در کرت‌های آزمایشی و برای سه تیمار (کلیه‌ی کرت‌ها) از طریق آزمون آماری حداقل تفاوت معنی‌دار فیشر (LSD) برای مقایسه‌ی چندگانه‌ی میانگین‌ها تا سطح معنی‌دار ۹۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SPSS آنالیز شد. اثر هر یک از مالچ‌ها، تقسیم‌بندی و تفاوت بین مشاهدات مربوط به تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد و مقایسه‌ی آن با (بلوک) شاهد محاسبه شد.

## ۴- یافته‌ها (نتایج)

### رویدادهای بارندگی

از اول خردادماه ۱۳۹۴ تا آخر اردیبهشت ۱۳۹۵ (به مدت یکسال)، ۲۸ رویداد بارندگی با مقدار کل بارش ۱۰۸۷/۷۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و ثبت شد. میزان و پراکنش بارندگی در طول دوره‌ی بررسی متفاوت بود؛ به نحوی که متوسط، بیشترین و کمترین میزان بارندگی به ترتیب برابر با ۳۸/۸۵، ۱۶۰/۰۳ و ۶ میلی‌متر بود (شکل ۵).




**شکل ۵: مقدار بارندگی (میلی‌متر) درهر رخداد**

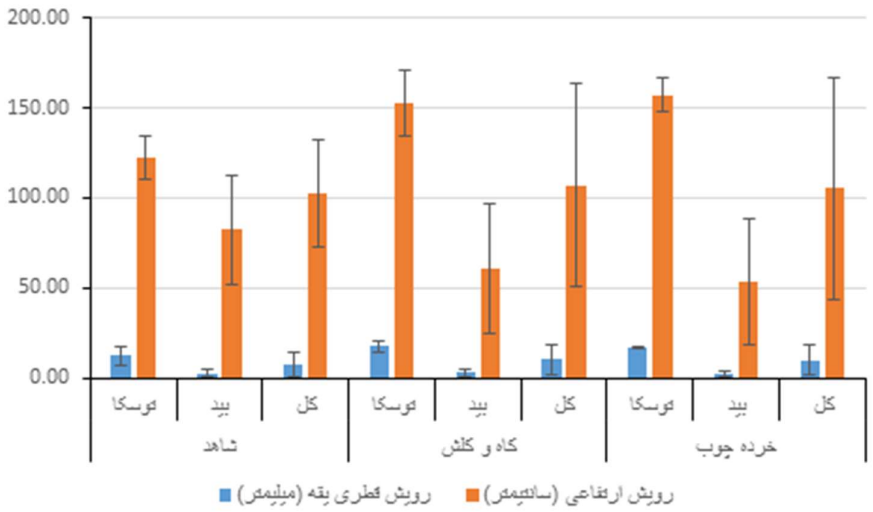
### اثرات تیمارهای حفاظتی

نتایج اندازه‌گیری متغیرهای پوشش علفی، رواناب، جرم رسوب، غلظت رسوب، رطوبت حجمی در عمق ۲ سانتی‌متری خاک در تیمارهای آزمایشی، در جدول ۱ گزارش شده‌است. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که تیمار

شاهد در مقایسه با تیمارهای حفاظتی، بیشترین حجم رواناب و جرم رسوب را دارد و پس از آن، تیمار کاه و کلش قرار دارد. کمترین میزان حجم رواناب و رسوب نیز مربوط به تیمار خرده چوب است. در مقایسه‌ی کلی، تفاوت بین تیمارهای حفاظتی و شاهد معنی‌دار بود؛ به عبارت دیگر، تیمارهای حفاظتی در کاهش میزان حجم رواناب و جرم رسوب (هدر رفت خاک) اثرات معنی‌داری داشت ($P \leq ۰/۰۵$). بین تیمارهای حفاظتی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، ولی خرده چوب از بیشترین اثر برخوردار است. میانگین حجم کل رواناب برای کرت‌های شاهد، کاه و کلش و خرده چوب، به ترتیب برابر با ۶/۹۹، ۶/۳۶ و ۳/۲۱ لیتر و میانگین میزان جرم رسوب برای کرت‌های شاهد، کاه و کلش و خرده چوب، به ترتیب برابر با ۶/۳۵، ۲/۷۱ و ۱/۷۱ گرم بود (جدول ۱). کاه و کلش و خرده چوب به کاهش غلظت رسوب (گل آلودگی) منجر شدند ($P \leq ۰/۰۱$). در این میان، کاه و کلش بیشترین تأثیر را داشت. میانگین غلظت رسوب برای کرت‌های شاهد، خرده چوب و کاه و کلش نیز به ترتیب برابر با ۱/۵۵، ۱/۳۷ و ۱/۱۸ گرم در لیتر بود (جدول ۱).

نتایج درصد رطوبت خاک در کرت‌های آزمایشی ــ که در طول دوره‌ی اندازه‌گیری و در زمینه‌ی شدت بارندگی بود ــ نشان داد که روند تغییردر رطوبت خاک برای همه‌ی تیمارها مشابه بود، اما تفاوت قابل مشاهده در ارزش مطلق آنها دیده شد. میزان رطوبت در عمق دو سانتی‌متری خاک در کرت‌های کاه وکلش، خرده چوب و شاهد، به ترتیب برابر با ۱۱/۴۹، ۱۰/۶۸ و ۹/۴۰ درصد بود؛ به عبارت دیگر، تیمارهای حفاظتی در حفظ رطوبت خاک در عمق مذکور اثر معنی‌داری داشت ($P \leq ۰/۰۱$). نتایج درصد پوشش علفی کف کرت‌های آزمایشی نشان داد که تأثیر تیمارهای آزمایشی بر پوشش علفی کف کرت‌ها معنی‌دار بود ($P \leq ۰/۰۱$) و به کاهش درصد پوشش علفی منجر شد. میانگین درصد پوشش علفی کف برای تیمار شاهد، خرده چوب و کاه و کلش، به ترتیب برابر با ۴۸٪، ۳۷٪ و ۳۶٪ بود (جدول ۱).

نتایج محاسبه‌ی رویش قطر یقه و ارتفاع نهال‌ها در دو دوره‌ی متوالی پس از کاشت نشان داد که تیمارهای آزمایشی در مقایسه با شاهد، سبب افزایش قطر یقه و ارتفاع نهال‌ها شد، ولی در میانگین رویش قطر یقه و ارتفاع نهال ها اثر معنی‌داری نداشت. در این میان، کاه و کلش بیشترین اثر را در افزایش رویش قطر یقه و ارتفاع نهال‌ها برعهده داشت. میانگین رویش قطر یقه نهال‌ها (یک ساله) در کرت‌های کاه و کلش، خرده چوب و شاهد به ترتیب برابر با ۶۷/۲۵، ۹/۱۰ و ۷/۳۳ میلی‌متر و میانگین رویش ارتفاع نهال‌ها (یک ساله) در این کرت‌ها به ترتیب برابر با ۱۰۶/۸۳، ۱۰۵/۲۰ و ۱۰۲/۲۲ سانتی‌متر بود. در تمامی کرت‌های آزمایشی، میانگین رویش قطر یقه و ارتفاع در گونه توسکا به طور معنی‌داری بیش از گونه بید بود (شکل ۶).




**شکل ۶: میانگین رویش قطر یقه و رویش ارتفاع نهال‌های توسکا و بید در تیمارهای آزمایشی**

**جدول ۱: اثر تیمارهای حفاظتی بر متغیرهای مورد بررسی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس چند متغیره**

| تیمار حفاظت خاک | پوشش علفی (درصد) | رطوبت در عمق ۲ سانتی‌متری خاک (درصد حجمی) | میانگین رویش یک ساله قطر یقه نهال(میلی‌متر) | میانگین رویش یک ساله ارتفاع نهال(سانتی‌متر) | متوسط حجم رواناب (لیتر) | متوسط وزن رسوب (گرم) | متوسط غلظت رسوب کرت (گرم در لیتر) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **خرده چوب** | ۳۷ | ۱۰/۷b | ۹/۷b | ۱۰۵/۲b | ۳/۲۱۵c | ۱/۷b | ۱/۳۷b |
| **کاه و کلش** | ۳۶ | ۱۱/۵a | ۱۰/۳a | ۱۰۶/۸a | ۶/۳۶۱b | ۲/۷ab | ۱/۱۸b |
| **شاهد** | ۴۸ | ۹/۴c | ۷/۳ c | ۱۰۲/۲c | ۶/۹۹۰a | ۶/۴a | ۱/۵۵b |
| **سطح معنی‌داری** | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/۲۷۷ | ۰/۳۸۸ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۰۱ |

## ۵- بحث و نتیجه‌گیری

### تحلیل نتایج رواناب، غلظت رسوب و رسوب

از نتایج حاصل از پایش و بررسی‌های میدانی استنباط می‌شود که اثرات مالچ‌ها به خصوص در مراحل اولیه‌ی ترمیم یا اصلاح خاک مناطق فرسایشی ـ که جایگزین موقت پوشش گیاهی است ـ تثبیت و حفاظت دامنه‌های خاکریزی جاده جنگلی بسیار مهم است؛ زیرا مناطق غیر فرسایشی با گذشت زمان، فرصت لازم را برای ایجاد پوشش گیاهی دارند (Davies et al, 2006). این نتایج نشان داد که تیمارهای حفاظتی از توانایی جذب آب برخوردارند و می‌توانند میزان جریان آن را کاهش دهند. حجم رواناب در کرت‌های پوشیده از ژئوتکستایل‌ها نیز به میزان زیادی کاهش یافت؛ به عبارت دیگر، خرده چوب و کاه و کلش حجم کل رواناب را به ترتیب به میزان ۵۴/۰۱ و ۹/۰۰ درصد کاهش دادند. این نتایج با نتایج Yanosek و همکاران (۲۰۰۶)، Smets و همکاران (۲۰۰۷)، Bhattacharyya و همکاران (۲۰۱۱)، Foltz (۲۰۱۲)، Luo و همکاران (۲۰۱۳)، Álvarez-Mozos و همکاران (۲۰۱۴) و Shao و همکاران (۲۰۱۴) هم راستا است.

خرده چوب و کاه وکلش، جرم رسوب (هدررفت خاک) را به میزان ۷۳/۰۷ و ۵۷/۳۲ درصدکاهش داد. کاهش هدررفت خاک در کرت‌های حفاظتی نسبت به شاهد به این دلیل است که استفاده از کاه و کلش برنج و خرده چوب ـ که سطح کرت را پوشش داده‌است ـ از برخورد مستقیم قطرات باران با سطح خاک کرت ممانعت می‌کند و میزان زبری سطح را افزایش می‌دهد. در نتیجه، به کاهش انرژی و قدرت فرسایندگی باران می‌انجامد. نتایج حاصل با یافته‌های Ghahramani و همکاران (۲۰۱۱)، و Gholami و همکاران (۲۰۱۳) همخوانی دارد. در مقایسه بین تیمارهای حفاظتی، خرده چوب به دلیل بافت چوبی و الیاف مستحکم و سخت، از حرکت جریان آب ممانعت می‌کند و به نفوذ بیشتر آن در خاک منجر می‌شود. در نتیجه بیشترین اثر را در کاهش حجم رواناب و رسوب کرت داشته‌است (Foltz, 2012). در غرب هند نیز نتایجی مشابه نشان داد که الیاف سخت و زبر نارگیل توانست فرسایش را در طول دوره‌ی پیش‌بینی‌شده (پیش از دوره یا فصل مونسونی)، به میزان ۹۹/۶۳ درصد و پس از فصل مونسون به میزان ۹۵/۵۷ درصد کاهش دهد؛ علت این کاهش، وجود لایه‌ی محافظ است که اثر انرژی جنبشی حاصل را از قطرات باران جذب و در نتیجه، از فرسایش جلوگیری می‌کند (Lekha, 2004). در منطقه‌ی نیمه‌خشک شمال چین نیز حصیر کنفی و حصیری از جنس پلی‌استر، به ترتیب متوسط رسوب را به میزان ۹۹/۴ و ۹۸/۴ و شبکه‌ی پلی‌استر، به میزان ۵/۵ درصدکاهش داد (Shao et al, 2014).

نتایج محاسبه‌ی غلظت رسوب کرت نشان داد که کاه و کلش، ۲۳/۸۷ و خرده چوب ۱۱/۶۱ درصد، کاهش غلظت رسوب (گل آلودگی) را در پی داشتند. در مقایسه بین تیمارهای حفاظتی، کاه و کلش به دلیل بافت رشته‌ای درهم و منافذ زیاد، همانند یک فیلتر در کاهش میزان غلظت رسوب (۲۳/۸۷) نقش مؤثری داشته‌است. این نتایج با نتایج بسیاری از محققان مشابه است. Ghahramani و همکاران (۲۰۱۱)، Gholami و همکاران (۲۰۱۳) و Okeyoa و همکاران (۲۰۱۴)، Cahill و همکاران (۲۰۰۵) و Jankauskas و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که مالچ‌ها به کاهش رواناب، رسوب و در نهایت کاهش غلظت رسوب انجامید. نتایج رطوبت خاک در عمق ۲ سانتی‌متری کرت‌ها نشان می‌دهد که کاه و کلش و خرده چوب در مقایسه با تیمار شاهد، رطوبت خاک در عمق ۲ سانتی‌متری را به ترتیب به میزان ۲۳۲۲، ۱۳/۶۲ درصد افزایش دادند؛ زیرا آنها قطرات باران را زندانی کردند و از طریق کاهش تبخیر و افزایش خاصیت نفوذپذیری و نگهداری آب، رطوبت خاک و میزان بهره‌وری از آن را افزایش دادند. در مقایسه بین تیمارهای حفاظتی، کاه و کلش به دلیل منافذ زیاد و بافت رشته‌ای و درهم، همانند اسفنج عمل می‌کند و در نگهداری رطوبت نقش مؤثرتری دارد (Adekalu et al, 2007). طی مطالعه‌ای در جنوب هند، رطوبت خاک به میزان ۲۱٪ افرایش یافت (Vishnudas et al, 2006) که مشابه نتایج تحقیق حاضر است. در مطالعه‌ای دیگر (Lekha, 2004)، میزان رطوبت خاک در کرت‌هایی که از شبکه‌ی برگ نخل پوشیده شده‌اند، به میزان ۲۲٪ بیش از کرت‌های کنترل (شاهد) بوده‌است.

درصد پوشش گیاهان علفی در کرت‌های دارای تیمار آزمایشی در مقایسه با کرت‌شاهد (کنترل) کمتر است؛ این امر به دلیل پوشیده شدن سطح خاک توسط تیمارهای آزمایشی و فقدان نور کافی است. به عبارت دیگر، کاه و کلش و خرده چوب به ترتیب ۲۴/۱۶ و ۲۳/۲۶ درصد از پوشش گیاهان علفی را کاهش دادند. در مقایسه بین تیمارهای آزمایشی، کاه و کلش تأثیر بیشتری در کاهش درصد پوشش گیاهان علفی داشته‌است؛ علت این امر، ایجاد پوشش

کامل بر سطح خاک (۱۰۰ درصدی) است. Álvarez-Mozos و همکاران (۲۰۱۴) در دانشگاه ناوارپامپلونای[1] اسپانیا به ارزیابی اثرات سه نوع مالچ کنترل فرسایش (شبکه‌ی کنفی، الیاف زبر نارگیل و ژئوگرید پلی‌استر سه بعدی) بر استقرار و رشد گیاهان در دامنه‌های شیب‌دار ۴۵ و ۶۰ درجه‌ی ترانشه خاکریزی جاده جنگلی پرداختند. آنها نشان دادند که شبکه‌ی کنفی و الیاف زبر نارگیل در رشد پوشش گیاهی اثر منفی داشت، ولی در تیمار ژئو گرید پلی‌استر سه بعدی در مقایسه با تیمار شاهد (خاک بدون پوشش)، زمان استقرار اولیه‌ی پوشش گیاهی در هر دو دامنه‌ی شیب‌دار به میزان ۲ تا ۳ هفته سریع‌تر بود.

اگرچه کاه و کلش و خرده چوب به دلیل قابلیت بیشتر در نگهداری آب، حفظ رطوبت خاک و کاهش هدر رفت آن، در مقایسه با تیمار شاهد (خاک لخت) رویش قطر یقه نهال‌ها را به میزان ۳۹/۸۴ و ۳۱/۹۲ درصد و ارتفاع آنها را به میزان ۴/۵۱ و ۲/۹۲ افزایش داد، اثرات آنها معنی‌دار نبود. افزایش قابلیت نگهداری آب و مواد غذایی در خاک، بهبود رشد و رویش نهال همچنین توسعه‌ی مناسب سطح ریشه‌ی آن را ممکن می‌سازد. در نتیجه، گیاهان را در ماه‌های خشک سال (دو ماه در سال) از تنش‌های خشکی حفظ می‌کند. این مسئله به خصوص در بازسازی دامنه‌ی شیب‌دار بسیار مهم است (Balwinder et al, 2011& Li et al, 2011). کاه و کلش به دلیل توانایی بیشتر در نگهداری آب و حفظ رطوبت خاک، بیشترین اثر را در میان تیمارهای آزمایشی داشت.

به‌طور کلی، نتایج حاصل از پایش و بررسی ۲۸ رگبار طبیعی نشان داد که استفاده از مالچ‌های طبیعی در کاهش حجم رواناب، میزان جرم و غلظت رسوب و حفظ و نگهداری رطوبت خاک (کاهش تبخیر) اثرات معنی‌داری داشت. در بین تیمارهای حفاظتی، خرده چوب بیشترین تأثیر را در کاهش حجم رواناب و میزان فرسایش خاک برعهده داشت. در پی آن، کاه وکلش برنج در میزان گل‌آلودگی آب (غلظت رسوب)، کاهش تبخیر (حفظ رطوبت خاک)، افزایش میزان رویش قطر یقه و ارتفاع نهال‌ها مؤثرتر بوده‌است؛ بنابراین با استفاده از این مالچ‌ها در مناطق فرسایشی و شیب‌دار، می‌توان به استقرار نهال و حفاظت خاک کمک کرد. با توجه به محدود بودن مطالعات در این راستا، پیشنهاد می‌شود در سایر مطالعات به اثر استفاده‌ی ترکیبی مواد آلی بر میزان فرسایش و رسوب و استقرار سایر گونه‌های بومی پرداخته شود.

**منابع**

1. Adekalu, K. O.; Olorunfemi, I. A.; & J. a. Osunbitan, 2007. Grass mulching effect on infiltration, surface runoff and so illoss of three agricultural soils in Nigeria, *Bioresource Technology*, 98, 912– 917.
2. Agassi, M., 1996. Soil Erosion, Conservation, and Rehabilitation, Marcel Dekker, New York. 414p.
3. Akay, A. E.; Erdas, E. M.; Reis, M.; & A. Yuksel, 2008. Estimating sediment yield from forest road network by using a sediment predication model and GIS techniques, *Building and Environment*, 43, 678-695.
4. Albaladejo Montoro, J.; Alvarez Rogel, J.; Querejeta, J.; Díaz, E.; & V. Castillo, 2000. Three hydro-seeding revegetation techniques for soil erosion control on anthropic steep slopes, *Land Degradation & Development*, 11, 315–325.

[1] Public University of Navarre Pamplona

5. Álvarez-Mozos, J.; Abad, E.; Giménez, R.; Campo, M. A.; Goñi, M.; Arive, M.; Casalí, J.; Díez, J.; & I. Diego, 2014. Evaluation of erosion control geotextiles on steep slopes. Part 2: Influence on the establishment and growth of vegetation, *Catena*, 121,195–203.
6. Anonymous., 1992. Soil Bioengineering for Upland Slope Protection and Erosion Reduction, Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, Chapter 18, 61 P.
7. Anonymous., 1996. Forest Management Plan of Sourdar vatash Forest, Published by Forests, Range and Watershed Management Organization of Iran (In Persian).
8. Balwinder, S.; Eberbach, P. L.; Humphreys, E.; &S. S. Kukal, 2011. The effect of rice straw mulch on evapotranspiration, transpiration and soil evaporation of irrigated wheat in Punjab, *Agricultural Water Management*, 98, 1847–1855.
9. Beikircher, B.; Florineth, F.; & S. Mayr, 2010. Restoration of rocky slopes based on planted gabions and use of drought-preconditioned woody species, *Ecological Engineering*, 36(4), 421-426.
10. Bhattacharyya, R.; Fullen, M. A.; & C. A. Booth, 2011. Using palm-mat geotextiles on an arable soil for water erosion control in the UK, *Earth surface processes and landforms*, 36 (7), 933-945.
11. Brofas, G., & Varelides, C., (2000). Hydro-seeding and mulching for establishing vegetation on mining spoils in Greece. *land degradation & development*. 11, 375-382.
12. Cahill, A.; Chalker-Scott, L.; & K. Ewing, 2005. Wood-chip mulch improves plant survival and establishment at no-maintenance restoration site (Washington), *Ecological restoration*, *23*, 212–213.
13. Carl, S. C., & C. Li, (2006). Impact of planting grass on terrene roads to avoid soil erosion. *Landscape and Urban Planning*. 78, 205-216.
14. Cole, D. N., & P. B. Landres., (1996). Threats to wilderness ecosystems: impacts and research needs. *Ecological Applications*. 6, 168–84.
15. Elliot, W. J.; Foltz, R. B.; & P. R. Robichaud, 2009. Recent findings related to measuring and modeling forest road erosion, *18th World IMAC/MODSIM Congress Cairns*, Australia, 4078-4084.
16. Foltz, R. B., 2012. A comparison of three erosion control mulches on decommissioned forest road corridors in the northern Rocky Mountains, United States, *Journal of Soil and Water Conservation*, 67(6), 536–544.
17. Ghahramani, A.; Ishikawa, Y.; Gomi, T.; Shiraki, K.; & S. Miyata, 2011. Effect of ground cover on splash and sheetwash erosion over a steep forested hillslope: A plot-scale study, *Catena*, 85, 34–47.
18. Gholami, L.; Sadeghi, S. H. R.; & M. Homaee, 2013. Straw Mulching Effect on Splash Erosion, China, *Agricultural Water Management*, 110, 34– 40.
19. Giménez-Morera, A.; Sinoga, J. D. R.; & A. Cerdà, 2010. The impact of cotton geotextiles on soil and water losses from Mediterranean rainfed agricultural land, *Land Degradation & Development*, 21, 210–217.
20. Girmay, G.; Singh, B. R.; Nyssen, J.; & T. Borrosen, 2009, Runoff and sediment associated nutrient losses under different land uses in Tigray, Northern Ethiopia, *Journal of Hydrology*, 376, 70–80.
21. Grace, J. M., 2002. Control of sediment export from the forest road prism, *ASAE Annu Meeting*, 45, 1-6.
22. Jaarsma, F. C., 1994. Rural low-traffic roads (LTRs): the challenge for improvement of traffic safety for all road users. In: Proceedings of the 27th ISATA, dedicated conference on road and vehicle safety, Aachen, Germany, Pp, 177-183.

23. Jankauskas, B.; Jankauskienė, G.; & M. A. Fullen, 2012. Soil conservation on road embankments using palm-mat geotextiles: field studies in Lithuania, *Soil Use and Management*, 28, 266–275.
24. Lekha, K. R., 2004. Field instrumentation and monitoring of soil erosion in coir geotextile stabilised slopes - a case study, *Geotextiles and Geomembranes*, 22, 399–413.
25. Li, X. H.; Zhang, Z. Y.; Yang, J.; Zhang, G. H.; & B. Wang, 2011. Effects of Bahia Grass Cover and Mulch on Runoff and Sediment Yield of Sloping Red Soil in Southern China, *Pedosphere*, 21(2), 238-243.
26. Lotfalian, M.; Parsakhoo, A.; Kavian, A.; & S. A. Hosseini, 2013. Runoff and sediment concentration of different parts of a road in Hyrcanian forests, *Forest Science and Practice*, *15* (2), 144-151.
27. Luo, H.; Zhao, T.; Dong, M.; Gao, J.; Peng, X.; Guo, Y.; Wang, Z.; & C. Liang, 2013. Field studies on the effects of three geotextiles on runoff and erosion of road slope in Beijing, China. *Catena*, 109, 150–156.
28. Megahan, W. F., 1974. Erosion over time: a model, US Department of Agriculture Forest Service, Intermountain Res Stn, Ogden, Utah Res Paper INT-156, 1974. 14 p.
29. Nekooimehr, M.; Rafatnia, N.; Raisian, S.; Jahanbazi, H.; Talebi, M.; & Kh. Abdolahi, 2006. Impact of road construction on forest destruction in Bazoft region, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 14 (3), 228-243 (In Persian).
30. Okeyoa, A. I.; Mucheru-Munaa, M.; Mugwea, J.; Ngeticha, K. F.; Mugendib, D. N.; Dielsc, J., & C. A. Shisanyaa, 2014. Effects of selected soil and water conservation technologies on nutrient losses and maize yields in the central highlands of Kenya, *Agricultural Water Management*, 137,52-58.
31. Rickson, R. J., 2006. Controlling sediment at source: an evaluation of erosion control geotextiles, *Earth Surface Processes and Landforms*, 31, 550–560.
32. Sanchez, G., & J. Richards., (1994). Interactions of plant growth and sediment movement on slopes in a semi-arid environment. *Geomorphology*. 9, 243–260.
33. Shao, Q.; Gu, W.; Dai, Q. Y.; Makoto, S.; & W. Liu, 2014. Effectiveness of geotextile mulches for slope restoration in semi-arid northern China, *Catena*, 116, 1-9.
34. Smets, T.; Poesen, J.; Fullen, M. A.; & C. A. Booth, 2007. Effectiveness of Palm and Simulated Geotextiles in Reducing Run-Off and Inter-Rill Erosion on Medium and Steep Slopes, S*oil Use and Management*, 306–316.
35. Vishnudas, S.; Savenije, H. H. G.; Anil, K. R.; & K. Balan, 2006. The protective and attractive covering of a vegetated embankment using coir geotextiles, *Hydrology and Earth System Sciences*, 10, 565–574.
36. Yanosek, K. A.; Foltz, R. B.; & J. H. Dooley, 2006. Performance assessment of wood strand erosion control materials among varying slopes, soil textures, and cover amounts, *Journal of Soil and Water Conservation*, 61 (2), 45–51.

# Effect of rice straw and wood chips on Soil erosion and seedling growth on the fill slope of forest roads

**Mohammad Ali Fakhari:** PhD.Candidate Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Forestry Dept. Sari, Iran.
**Majid Lotfalian:** Associate Prof. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Forestry Dept. Sari, Iran.
**seyed Ata ollah Hosseini *:** Professor, University of Tehran, Forestry and Forest Economics Dept. Tehran, Iran.
**Abdolvahed Khaledi Darvishan:** Assistant Prof. Tarbiat Modarres University, Watershed Dept. Tehran, Iran.

**Article History (Received: 10.07.2018 Accepted: 07.10.2018)**

**Extended abstract**

## 1-Introduction

Erosion is a geomorphologic and natural process that is always seen across the world, but this process is triggered by human activities, such as road construction, resulting in a significant negative impact on water resources, soil, environment and national economy. According to the above, preventing soil erosion is an important target in the management and conservation of natural resources. Basic measures to reduce road environmental damage begin at the design stage. There are, however, erosion-sensitive areas in the embankment slopes that are created in various dimensions and in different ways during use of the road. Areas with mild slopes and low area, over the time, are naturally stabilized and restored, but larger or sloping mountainous areas, are stabilized and rebuilt or, despite the passage of time, not only stable, but also increasing the extent of destruction levels. Geotextiles are additives and permeability that are used in conjunction with soil, rock, or any materials associated with geotechnical engineering as a supplement, which modifies and sustains the soil structure. Geotextiles are divided into two groups of the original structure and the original disorganized structure in a general classification. They are made of synthetic fibers (polypropylene, polyethylene, and polyamide) or natural fibers (hemp, coconut fiber, chips, rice straw and grains, palm leaves) in different designs in terms of size and shape and according to their functions and needs. In this study, the effectiveness of protective treatment, including two types of uncontrolled natural straw geotextile and rice straw and wood chips on the establishment and emergence of two species of woody and native forests including alder forests and forest canola (jaw), as well as soil erosion In the ridge of the forest road was carried out.

## 2- Methodology

After preparing the ground, two experimental treatments including straw and chips of rice, wood chips (due to abundance, low cost and easy accessibility), along with the planting of one-year-old seedlings of two species of forest species of Ader and forest witch (due to natural presence in Similar areas of erosion, indigenousness, easy establishment, rapid growth, abundant rootstock, and low airy zipper (Tuttle et al., 1992) in three completely randomized blocks, and similarly, at a surface of about 72 square meters (12 × 6 m 2) ) used. Each block was divided from the margin of the road down the slope and in the direction of the slope into three rows (repeating) and each row in the direction of the alignment lines to three plots of 8 square meters (4 × 2 m 2). Therefore, each block was consisted of 9 sub plots of 8 square meters that were planted in each row (replicate) in a subset of Alder and the next plot of willow forest with density of one seedling per square meter. The remaining Crete had no seedlings in each row. The method of planting and planting seedlings in plots was based on species type and random systematic. Therefore, in each block, three plots were used for the alder species, three plots for forest beet and three plots without seedlings and no cover (control) and the plot was split plot. All of the plots in each block were enclosed around the plots in order to prevent the penetration of water and the spillage of rain fed particles into adjacent plots. Runoff and precipitations from the rain after passing through the outlet were transferred to a runoff tube (120 liters). All blocks and plots were completely identical and the blocks were separated by type of treatment and plots according to the type of planted species.

* Corresponding Author: at.hosseini@ut.ac.ir

## 3- Results

The results of field studies showed that the control treatment had the highest runoff and sediment mass in comparison with the protective treatments, followed by straw and chalk and the lowest amount of runoff and sediment volume was related to woodchip treatment. In general, the difference between protective and control treatments was significant. In other words, protective treatments had significant effects on decreasing runoff and sediment mass (soil loss) ($P \leq 0.05$). There is no significant difference between protective treatments, but the particle has the highest effect. The average of total runoff for control, straw, and shredded and woodchip plots was 6.99, 6.36 and 3.21, respectively. The mean amount of sediment mass for the control plots, straw and chips and wood chips. The ordering was equal to 5.35, 2.71, and 1.71 g. Straw, chop and chipped wood reduced the concentration of sediment (inflorescence) ($P \leq 0.01$). In the meantime, the straw had the greatest impact. The mean concentration of sediment for control plots, chips and straw and chaff were 1.55, 1.37 and 1.18 g / liter, respectively. The results of soil moisture content in experimental plots during the measured period and in relation to rainfall intensity showed that soil moisture changes were similar for all treatments, but the observed difference was observed in their absolute value. Soil moisture content at 2 cm depth of soil in straw, wood chips and control plots was 11.49%, 10.68% and 9.4%, respectively. In other words, protective treatments have a significant effect on soil moisture increase. The depth was 2 cm (0.01 $P \leq$). The results showed that the effect of experimental treatments on grass cover of plots was significant ($P \leq 0.01$) and reduced the percentage of grass covering. The average percentage of grass covering for trees, chips and straw was 48%, 37% and 36%, respectively.

## 4- Discussion & Conclusions

The reason behind the reduction of soil loss in protective plots compared to the controlling can be attributed to the fact that the use of straw and chips of rice and shrubs that cover the surface of the plots prevents the direct collisions of rain drops with the soil area of the plots and the amount of roughness Thus increasing the surface, thereby reducing the energy and rainfall erosion power. Compared to protective treatments, wood chips due to wooden texture and hard fibers which blocked the flow of water and caused more water penetration in the soil and had the greatest effect on reducing the volume of runoff and sediment yield. Similar to the results in western India, hard and rough coconut fibers were able to reduce the erosion rate by 99.63% over the projected period (before the season or season of Monsoon) and 95% after the Monsoon period of 57%. The reason for this reduction is due to the presence of a protective layer that absorbs the effect of the energy of the movement generated by the rain drops and thus prevents erosion. In the semi-arid region of the north, the coffin mat and the polyester mattress reduced the average sediment content by 99/4 and 98 / 4% and the polyester network by 5 / 5 %, respectively. Although straw, chips and wood chips compared to control (bare soil), because of their ability to maintain water, soil moisture and reduce soil loss, the growth of the diameter of the collar was 39/84% and 31/92 %. The height of the seedlings increased by 4/51% and 2/92, but their effect was not significant. Increasing water and food storage capacity in the soil can improve the growth and growth of the seedlings, as well as the proper development of its root surface. As a result, in dry months of the year (two months a year) the plants keep the drought stress. This is particularly important in the reconstruction of the slope. Straw and Chicha had the highest effect among treatments due to their ability to maintain water and maintain soil moisture. The mean of collar diameter and height increment of *Alnus glutinosa* was significantly higher than *Salix alba.* In general, results of this study showed that the use of natural geotextiles had significant effects ($P \leq 0.05$) on reducing runoff and sediment. Therefore, on erosion areas and steep slopes, using these bio-engineering methods could help seedling establishment and soil erosion reduction.

**Keywords:** Soil Conservation, Sediment, Runoff, Bioengineering, Natural Geotextiles.