

ارزیابی تخریب روسازی در محل قوس‌های جاده جنگلی درجه دو (بررسی موردی: حوزه آبخیز ۱۱ شاندرمن)

پوران‌دخت قویدل^۱، رامین نقدی^{۲*}، اسماعیل فجر^۳ و مهرداد میرزایی^۴

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. (ghavidelpouran@gmail.com)

۲- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. (rnaghd@guilan.ac.ir)

۳- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. (i.ghajar@guilan.ac.ir)

۴- دانش‌آموخته دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران. (mehrdadmiraee28@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۴/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۰۹

چکیده

هدف از این بررسی، ارزیابی تخریب روسازی جاده‌های جنگلی در محل قوس‌ها است. بدین منظور ۳۰ قطعه نمونه به مرکزیت قوس‌های موجود به صورت انتخابی برداشت و اندازه‌گیری شد. در مجاورت هر یک از قطعات نمونه، یک قطعه نمونه به عنوان نمونه شاهد اندازه‌گیری شد. در هر قطعه نمونه شاخص تخریب روسازی براساس هفت شاخص «مقطع عرضی تخریب شده»، «زهکشی تخریب شده»، «تولید غبار»، «کرکره‌ای شدن»، «چاله‌ها»، «شیار» و «سستی توده خاک» اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری t جفتی و ویلکاکسون استفاده شد. نتایج نشان داد در همه قطعات نمونه در محل قوس‌ها، دو شاخص تخریب «مقطع عرضی تخریب شده» و «تولید غبار» مشاهده شد در حالی که ۳/۳ درصد قطعات نمونه کناری بدون این تخریب‌ها بودند. شدت تخریب ناشی از «زهکشی تخریب شده» کنار جاده و «مقطع عرضی تخریب شده» در محل قوس‌ها بیشتر از قطعات کناری بود و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین قوس‌ها با قطعات کناری مشاهده شد. بررسی مقدار «کرکره‌ای شدن» نشان داد که به ترتیب ۷۰ و ۶۶/۷ درصد از قطعات نمونه برداشت شده در محل قوس‌ها و قطعات کناری بدون این نوع تخریب بودند. نتایج نشان داد، عمق و مساحت «چاله‌ها» و «شیارهای» ایجاد شده و همچنین «سستی توده خاک» در محل قوس‌ها بیشتر از قطعات کناری بود. نتایج این پژوهش اهمیت انجام فعالیت‌های مستمر تعمیر و نگهداری و لزوم به‌کارگیری شاخص‌های ارزیابی را در برنامه‌ریزی نگهداری روسازی نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تخریب روسازی، تعمیر و نگهداری، جاده‌سازی، جنگل‌های هیرکانی.

مقدمه

بودن، شیب بیشتر، سرعت طرح کمتر، نقش جابجایی، نقش دسترسی و نقش اجتماعی) متفاوت از جاده‌های غیرجنگلی است، مدیریت تعمیر و نگهداری آن‌ها بیشتر ناشی از عوامل انسانی است. از این‌رو تکنیک‌ها و شاخص‌هایی که بتوانند کارایی روسازی و روند زوال و سطح هشدار آن‌ها را ارزان‌تر و سریع‌تر مدل‌سازی کنند، توسعه یافته است (Niu, 2013). معمولاً، به‌خاطر کمبود بودجه نمی‌توان همه بخش‌های جاده‌ها را هم‌زمان تعمیر و بازسازی کرد، بنابراین باید مسیرهایی که در اولویت هستند و از نظر اقتصادی و فنی در ارجحیت قرار دارند، انتخاب شوند. درحالی‌که در کشورهای پیشرو در مدیریت منابع طبیعی وضعیت جاده‌های موجود به‌طور مداوم به‌وسیله شاخص‌های کنترل کیفیت پذیرفته‌شده بین‌المللی رصد و نسبت به تعمیر اصولی آن‌ها بدون تعلل اقدام می‌شود. متأسفانه در شرایط کنونی مدیریت جنگل‌های ایران، اجرای توقف بهره‌برداری موسوم به طرح تنفس، در سال‌های اخیر سبب شده تا جاده‌های جنگلی، این سرمایه عظیم که هزینه‌های فراوانی برای احداث آن‌ها پرداخته شده است، به حال خود رها شده، به‌سرعت رو به زوال رود و اقدامات لازم در راستای تعمیر و نگهداری‌شان انجام نشود. رعایت نشدن اصول فنی استاندارد در طراحی قوس جاده‌های جنگلی از عوامل مؤثر در تخریب روسازی جاده‌های جنگلی به‌شمار می‌روند؛ زیرا سرعت حرکت ماشین‌آلات جنگلی در محل قوس‌ها، کمتر است و در نتیجه خاک برای مدت زمان بیشتری تحت تأثیر فشار و نیروی ناشی از ماشین‌آلات باقی می‌ماند. در چنین وضعیتی خاک علاوه بر اینکه در معرض کوبیدگی قرار دارد، هم‌زمان نیروهای حاصل از کوبیدگی ارتعاشی را نیز دریافت می‌کند (Solgi et al., 2013). یکی از مهم‌ترین شاخص‌های بررسی وضعیت روسازی راه‌های عمومی و تا حدودی راه‌های شوسه،

رشد و توسعه منابع طبیعی و اجرای برنامه‌های حفاظتی ارتباطی مستقیم با توسعه جاده‌های جنگلی و سهولت دسترسی به اعماق جنگل‌ها به‌ویژه در مناطق کوهستانی دارد، از این‌رو جاده‌سازی برای مدیریت و استفاده بهینه از خدمات جنگل ضروری است. احداث جاده‌های جنگلی برای دسترسی به جنگل برای استفاده از خدمات مختلف آن، اجرای عملیات حفاظتی و حمل‌ونقل محصولات چوبی و غیرچوبی یک نیاز اساسی بوده و در درآمد ملی کشور نقش ویژه‌ای دارد (Salmalian et al., 2016; Deljouei et al., 2017; Lotfalian et al., 2018). یکی از مهم‌ترین اجزای ساختمانی راه، لایه رویه جاده‌هاست که نقش مهم و مؤثری در بارگذاری و ترافیک‌پذیری راه ایفا می‌کند. روسازی جاده‌های جنگلی سرمایه با ارزشی در مدیریت جنگل است که هر ساله هزینه‌های زیادی صرف تعمیر و نگهداری آن‌ها می‌شود. از این‌رو، لایه رویه جاده‌های جنگلی باید طوری مدیریت شود که با حفظ کارایی بتواند با گذشت زمان در سطح قابل‌قبول مورد استفاده قرار گیرند (Visser et al., 2009). عملیات تعمیر و نگهداری جاده چنانچه در موعد لازم انجام شده باشد و گزینه مناسب برای روش نگهداری انتخاب شده باشد، علاوه بر آنکه تخریب جاده را به تأخیر می‌اندازد، به‌دلیل افزایش کیفیت سطح جاده موجب کاهش هزینه‌های عملکردی وسایل نقلیه و بازبودن مداوم جاده می‌شود (Grigolato et al., 2013). ارزیابی روسازی قسمتی از مدیریت روسازی است که اخیراً مورد توجه زیادی قرار گرفته است. سیستم مدیریت روسازی شامل مجموعه کامل و هماهنگ از فعالیت‌ها در زمینه برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت، نگهداری، ارزیابی، بهسازی، بازسازی و پژوهشات روسازی است (Johnson et al., 2014). از آنجایی که شرایط حاکم بر جاده‌های جنگلی (کوهستانی

انجام این پژوهش با توجه به وجود کیلومترها جاده جنگلی در شمال کشور و هزینه‌های بالای تعمیر و نگهداری سالیانه این جاده بسیار حائز اهمیت است. ضمن اینکه در سالیان اخیر وجود محدودیت‌های مالی و تنگناهای اقتصادی در مدیریت جنگل‌های شمال کشور اهمیت استفاده از شاخص‌های فوق را دوچندان می‌کند.

مواد و روش‌ها

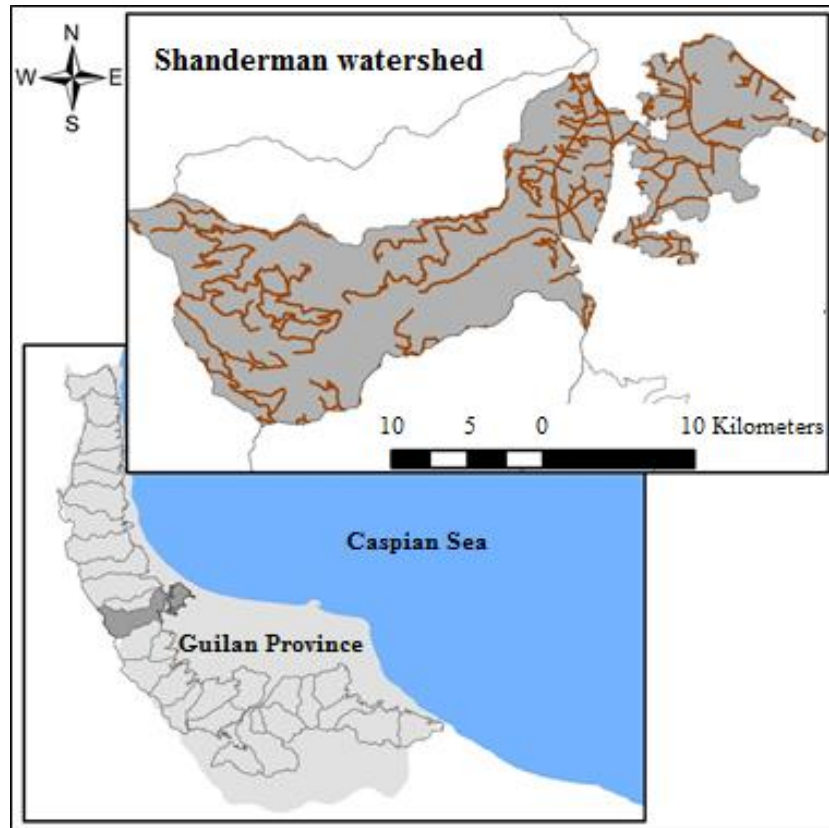
منطقه مورد بررسی

سری ۱۱ شاندرمن در حوزه آبخیز شماره ۱۱ شاندرمن و در محدوده استحفاظی اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان ماسال واقع شده است. مساحت کل سری ۱۲۵۹ هکتار است که به ۲۶ قطعه تقسیم شده است و میان عرض جغرافیایی ۱۱' ۳۷° تا ۳۰' ۳۷° شمالی و طول جغرافیایی ۰۱' ۴۹° تا ۳۰' ۴۹° شرقی و در حد ارتفاعی ۵۰-۹۷۰ متر از سطح دریا واقع شده است (شکل ۱). بافت خاک از نوع لومی-رسی-سنی بوده و ساختمان خاک نیز گرانوله تا مکعبی دانه‌درشت و توده-ای است. میانگین بارندگی سالانه بر اساس ایستگاه هواشناسی شاندرمن، ۹۲۶ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه نیز ۱۵/۷ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه براساس طبقه‌بندی دومارتن از نوع خیلی مرطوب است. در این سری جمعاً ۳۲/۹۳۱ کیلومتر جاده جنگلی وجود داشته که ۴/۳۸۴ کیلومتر جاده درجه دو، ۲۳/۹۲۳ کیلومتر جاده درجه سه و ۴/۶۲۵ کیلومتر جاده درجه چهار بوده که کار دسترسی به کل سری را به‌خوبی فراهم می‌سازد. تراکم طول جاده در سری به‌طور متوسط ۱۹/۵۴ متر در هکتار است. در این جاده‌ها با گذشت ۶ سال از آخرین عملیات مرمت آثار تخریب روسازی به چشم می‌خورد. از آنجایی که جنگل در گذشته در سطح وسیع به‌صورت یکسره بهره‌برداری شده و جنگلکاری

شاخص وضعیت روسازی (Pavement Condition Index) است که توسط گروه مهندسی ارتش ایالات متحده پیشنهاد شده است و برای درجه‌بندی وضعیت خرابی روسازی‌ها ارائه شده است و به‌دلیل انعطاف بسیار بالا، هزینه کم و دقت زیاد در جاده‌های عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرد. (Eaton et al. (1998). شاخص PCI برای بررسی جاده‌های شوسه متصل به جاده‌های شهری در آمریکا استفاده کردند و نام این شاخص را به URCI تغییر دادند و ویژگی‌های مورد بررسی‌شان چاله، شیار، گردوغبار جاده‌ها، کرکره‌ای شدن جاده و سستی توده خاک بوده ولی وضعیت زهکشی جاده در این شاخص در نظر گرفته نشده بود و در نتیجه این شاخص کارایی خود را از دست داد. Parsakhoo and Hosseini (2013) برای بررسی استاندارد قوس جاده‌های جنگلی علت آسیب‌دیدگی جاده‌های جنگلی شمال کشور را رعایت نشدن اصول فنی استاندارد در طراحی قوس‌ها دانستند. Heidari et al. (2017) به بررسی کاربرد تکنیک الگوریتم ژنتیک در شناسایی سطح اختار روسازی جاده‌های جنگلی و برنامه‌ریزی ترمیم و نگهداری روسازی پرداختند. نتایج نشان داد که مناسب‌ترین سطح هشدار خرابی بیرون‌زدگی برابر با پنج سانتی‌متر و برای شیارشدگی ۱۰ سانتی‌متر بود. (Ghajar et al. (2019) تأثیر سایه‌اندازی درختان را بر شاخص‌های تخریب روسازی جاده‌های جنگلی (مقطع عرضی تخریب شده، زهکشی تخریب شده، کرکره‌ای شدن، تولید غبار، چاله، شیار و سستی توده خاک) در حوزه ۱۰ چفرود گیلان مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد تخریب ناشی از شاخص-های مذکور در منطقه سایه بیشتر از منطقه غیرسایه بود. هدف از این بررسی ارزیابی انواع تخریب روسازی در محل قوس‌های جاده جنگلی درجه دو و مقایسه آن‌ها با قطعات کناری آن‌ها بر اساس شاخص PCI است.

چوبکشی زیاد که تمامی سطح سری را پوشش می‌دهند، برای خروج چوب‌آلات این سری مسیر چوبکشی جدیدی احداث نشده است.

انجام شده و جنگل‌های سری اغلب جوان و فاقد توان تولید چوب بوده و حجم برداشت نیز به صورت پرورشی و بسیار ناچیز است و با وجود جاده‌های بسیار زیاد و به قدر کافی در سری و نیز وجود مسیرهای



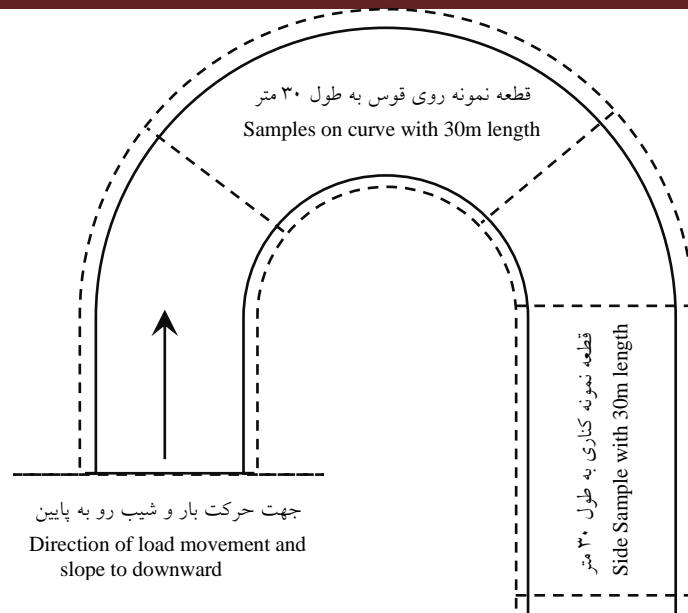
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی

Figure 1. Geographical location of the study area

نمونه شاهد) مطابق شکل ۲ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (Naghdi et al., 2019). در مجموع تعداد ۳۰ قطعه نمونه برای قوس و ۳۰ قطعه نمونه کناری نیز اندازه‌گیری شد. شعاع قوس‌های اندازه‌گیری شده بین ۲۰ تا ۱۰۰ متر متغیر بود. همچنین شیب طولی جاده در قطعات نمونه برداشت شده یکسان (کمتر از ۵ درصد) بوده است.

روش پژوهش

برای انجام این پژوهش، جاده جنگلی درجه دو به طول ۲۰ کیلومتر انتخاب شد. از روش نمونه‌برداری انتخابی برای اندازه‌گیری قطعات نمونه استفاده شد. بدین صورت که در طول جاده جنگلی حرکت کرده و در محل قوس‌های جاده جنگلی، دو قطعه نمونه (یکی روی مرکز قوس و به‌عنوان قطعه نمونه اصلی و دومی در یک مسیر مستقیم و نرسیده به قوس به‌عنوان قطعه



شکل ۲- طرح کلی نمونه‌برداری

Figure 2. Sampling method

عرض یا سطح جاده سرازیر می‌شود یا پوشش گیاهی یا ضایعات درون جوی‌ها وجود دارد یا فرسایش جوی‌ها به شانه یا سطح جاده زده است؛ (۳) سستی توده خاک در سه طبقه کم (ذرات روی سطح جاده، سست و یک خاکریز باریک با عمق کمتر از ۵ سانتی‌متر در شانه‌ها یا نواحی کمتر مورد تردد ایجاد شده‌اند)، متوسط (یک خاکریز متوسط با عمق بین ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر در شانه‌ها یا نواحی کمتر مورد تردد ایجاد شده است. مقدار زیادی ذرات ریز به‌طور معمول در سطح جاده پیدا می‌شود) و زیاد (خاکریز بزرگی (با عمق بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر) در شانه‌ها یا نواحی کمتر مورد تردد ایجاد شده است)؛ (۴) کرکره‌ای شدن؛ (۵) چاله‌ها (عمق و مساحت)؛ (۶) شیار (عمق و مساحت) و (۷) برای اندازه‌گیری گرد و غبار، اتومبیل با سرعت ۴۰ کیلومتر بر ساعت حرکت می‌کند و ابر غبار مشاهده می‌شود. غبار با شدت کم (تردد نرمال یک غبار سبکی را که مانع دید ناست را ایجاد می‌کند)، متوسط (تردد نرمال یک ابر به‌نسبت سنگینی که به‌صورت محلی مانع دید است و باعث کاهش سرعت تردد می‌شود را ایجاد

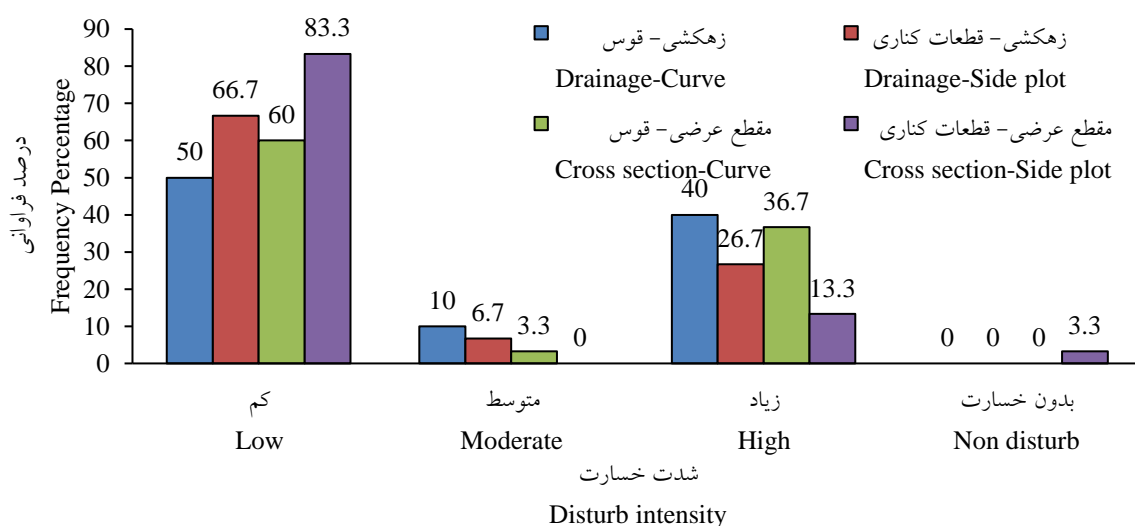
برای هر قطعه نمونه، هفت نوع خرابی مطابق شاخص تخریب روسازی (PCI) شامل (۱) مقطع عرضی تخریب‌یافته در سه طبقه کم (چاله‌های کوچک آب یا شواهدی دال بر وجود آن‌ها روی سطح جاده وجود دارد یا سطح جاده به‌طور کامل مسطح است)، متوسط (چاله متوسط آب یا شواهدی دال بر وجود آن‌ها روی سطح جاده وجود دارد یا سطح جاده کاسه‌ای شکل است) و زیاد (چاله‌های بزرگ آب یا شواهدی دال بر وجود آن‌ها روی سطح جاده وجود دارد، یا سطح جاده دارای فرورفتگی‌های بزرگ است)؛ (۲) وضعیت نامناسب جوی‌های کنار جاده در سه طبقه کم (چاله‌های کوچک آب یا شواهدی دال بر وجود آن‌ها در جوی‌های وجود دارد یا پوشش گیاهی وجود دارد یا ضایعات درون جوی‌ها وجود دارد)، متوسط (چاله متوسط آب یا شواهدی دال بر وجود آن‌ها در جوی‌های کناری وجود دارد یا پوشش گیاهی یا ضایعات درون جوی‌ها وجود دارد یا فرسایش جوی‌ها به شانه یا سطح جاده زده است) و زیاد (چاله‌های بزرگ آب یا شواهدی دال بر وجود آن‌ها در جوی‌های کناری وجود دارد یا آب از درون جوی به

قطععات کناری دارای مقطع عرضی بدون تخریب هستند. همچنین نتایج نشان داد که ۳۶/۷ و ۱۳/۳ درصد از قطععات نمونه برداشت شده به ترتیب در محل قوس‌ها و قطععات کناری دچار خسارت شدید شده‌اند (شکل ۳) که این تفاوت از نظر آماری نیز معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی زهکشی تخریب‌یافته نیز حاکی از این مطلب بود که همه قطععات نمونه برداشت شده هم در محل قوس‌ها و هم در محل قطععات کناری آن دارای زهکشی تخریب‌یافته بودند به طوری که بیشترین مقدار تخریب مربوط به طبقه تخریب کم بوده است؛ در حالی که ۴۰ و ۲۶/۷ درصد از قطععات نمونه برداشت شده به ترتیب در محل قوس‌ها و قطععات کناری دچار خسارت شدید شده‌اند (شکل ۳). نتایج آزمون ویلکاکسون نیز نشان داد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین مقدار تخریب ناشی از زهکشی تخریب‌یافته در محل قوس‌ها با قطععات کناری در سطح احتمال ۹۵ درصد وجود دارد (جدول ۱).

می‌کند) و زیاد (تردد نرمال یک ابر بسیار سنگین تولید می‌کند که به شدت دید را کاهش می‌دهد و باعث کاهش سرعت تردد یا ایست اتومبیل‌ها می‌شود) اندازه‌گیری شدند (Eaton et al., 1998; Ghajar et al., 2019). برای بررسی نرمال بودن داده‌های کمی از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. برای مقایسه انواع خرابی‌های بررسی شده در محل قوس‌ها با قطععات نمونه کناری آن‌ها به ترتیب برای داده‌های کمی و کیفی از آزمون‌های آماری t جفتی و ویلکاکسون استفاده شد. همه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری IBM SPSS var. 22 و همه نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 ترسیم شد.

نتایج

نتایج بررسی مشخصه مقطع عرضی تخریب‌یافته نشان داد که همه قطععات نمونه برداشت شده (۳۰ قطعه) در محل قوس‌ها دارای این مشخصه تخریب بودند در حالی که ۳/۳ درصد از قطععات نمونه برداشت شده در



شکل ۳- مقایسه نتایج مقطع عرضی و زهکشی تخریب‌یافته در قوس‌ها با قطععات کناری

Figure 3. Comparisons of inappropriate cross section and inadequate roadside drainage values between curves and side plots

جدول ۱- نتایج آزمون ناپارامتری ویلکاکسون برای متغیر مقطع عرضی و زهکشی تخریب یافته کنار جاده

Table 1. Results of Wilcoxon test for cross section and inadequate roadside drainage variables

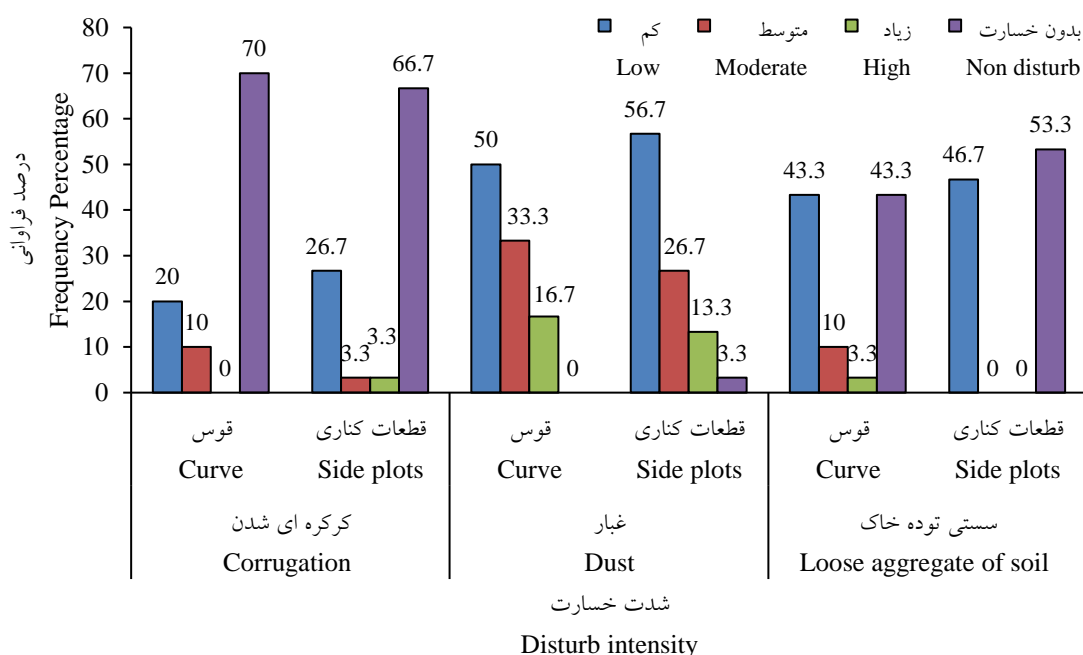
معنی داری Sig.	Z	متغیر Variable
0.018 *	-2.37	مقطع عرضی تخریب یافته improper cross section
0.014 *	-2.46	زهکشی تخریب یافته کنار جاده inadequate roadside drainage

*Significant difference at the 0.05 level

* اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵

داد مقدار تولید غبار در محل قوس‌ها بیشتر از قطعات کناری بود (شکل ۴). نتایج آزمون آماری اما نشان داد که اختلاف بین مقدار کرکره‌ای شدن و تولید غبار در قطعات کناری با قوس‌ها، معنی دار نبوده است (جدول ۲). نتایج بررسی سستی توده خاک نیز نشان داد اختلاف معنی داری بین مقدار سستی توده خاک در محل قوس‌ها با قطعات کناری وجود ندارد (شکل ۴ و جدول ۲).

بررسی مقدار کرکره‌ای شدن جاده‌ها نشان داد که بیشتر قطعات نمونه برداشت شده فاقد این نوع تخریب بوده‌اند به طوری که ۷۰ و ۶۶/۷ درصد از قطعات نمونه برداشت شده به ترتیب در محل قوس‌ها و قطعات کناری بدون تخریب کرکره‌ای بوده‌اند (شکل ۴). ضمن اینکه مقدار تخریب در قطعات کناری (۳۳/۳ درصد) بیشتر از محل قوس‌ها (۳۰ درصد) بود. درحالی که نتایج نشان



شکل ۴- مقایسه شدت کرکره‌ای شدن، غبار و سستی توده خاک در قوس‌ها با قطعات کناری

Figure 4. Comparisons of corrugation, dust and loose aggregate values between curves and side plots

جدول ۲- نتایج آزمون ناپارامتری ویلکاکسون برای متغیرهای کرکره‌ای شدن، غبار و سستی توده خاک

Table 1. Results of Wilcoxon test for corrugation, dust and loose aggregate of soil variables

معنی داری Sig.	Z	متغیر Variable
^{ns} 0.942	-0.073	کنگره‌ای شدن corrugation
^{ns} 0.059	-1.89	غبار dust
^{ns} 0.108	-1.60	سستی توده خاک Loose aggregate of soil

ns Not significant difference at the 0.05 level

ns عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵

عمق و مساحت چاله‌ها و شیارهای ایجاد شده در محل قوس‌ها با قطعات کناری وجود نداشته است.

نتایج بررسی عمق و شیارهای ایجاد شده در محل قوس‌ها و قطعات کناری در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌طور که نتایج نشان داد اختلاف معنی داری بین

جدول ۳- شاخص‌های آماری متغیرهای چاله و شیار (عمق و مساحت) در قوس‌ها و قطعات کناری

Table 3. Statistical parameters of potholes and ruts variables (depth and area) in curves and side plots

معنی داری Sig.	d.f	t	حداکثر Max.	حداقل Min.	انحراف معیار S.D	میانگین Mean	نمونه Sample	متغیر Variable
0.377 ^{ns}	29	0.896	5	0	1.46	1.43	قوس Curve	عمق چاله (cm)
			3.5	0	1.31	1.16	قطعه کناری Side plot	Pothole's depth (cm)
0.636 ^{ns}	29	0.478	4	0	1.06	0.796	قوس Curve	مساحت چاله (cm ²)
			3.5	0	1.04	0.690	قطعه کناری Side plot	Pothole's area (cm ²)
0.347 ^{ns}	29	0.956	6	0	1.5	2.85	قوس Curve	عمق شیار (cm)
			4	0	1.28	2.49	قطعه کناری Side plot	Rut depth (cm)
0.453 ^{ns}	29	0.760	18	0	4.09	4.20	قوس Curve	مساحت شیار (cm ²)
			11.1	0	2.66	3.62	قطعه کناری Side plot	Rut area (cm ²)

ns: not significant difference at the 0.05 level

ns عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵

قوس‌ها و قطعات کناری آن وجود داشته است (جدول ۱ و شکل ۲). برخلاف دیگر نتایج این پژوهش، نتایج این دو مشخصه تخریب که حکایت از هم‌راستایی آنان دارد، نشان می‌دهد در محل قوس‌ها مصالح بیشتر از روسازی، از سطح جاده کنده شده و در زهکش‌های

بحث

در این پژوهش مقدار تخریب روسازی جاده‌های جنگلی درجه دو در محل قوس‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج نشان داد در متغیرهای مقطع عرضی و زهکشی تخریب یافته اختلاف معنی داری میان محل

است. طبق نتایج، شدت کرکره‌ای شدن در قطعات کناری از قوس‌ها بیشتر بوده است هرچند اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. دلیل این امر احتمالاً آن است که چون شیب طولی مسیر در بیشتر قوس‌ها کمتر از پنج درصد بوده و شعاع بیشتر قوس‌ها بیش از ۱۶ متر بوده است، در حرکت رو به پایین کاهش سرعت چندانی در اثر ترمز ماشین‌آلات در محل قوس‌ها اتفاق نیفتاده و به تبع آن کرکره‌ای شدن سطح روسازی اتفاق نیفتاده است و در حرکت رو به بالا بیشترین تلاش برای افزایش سرعت قبل از رسیدن به محل قوس موجب کرکره‌ای شدن بیشتر قطعات نمونه کناری شده است. Ghajar et al. (2019) در پژوهشی در جنگل‌های حوزه چفرود نشان دادند که بین قطعات نمونه برداشت شده در محل‌های سایه و غیرسایه اختلاف معنی‌داری در کرکره‌ای شدن قطعات وجود نداشته است. گردوغبار در اثر ضربات چرخ‌ها و لق کردن ذرات و سپس ایجاد حالت مکش در عبور چرخ (بلندشدن ذرات) به وجود می‌آید. این امر به نسبت خشکی خاک و تراکم ترافیک، ابعاد وسیع‌تری پیدا می‌کند و بافت خاک را از نظر دانه-بندی و استحکام به هم می‌زند. Ghajar et al. (2019) در جنگل‌های حوزه ۱۰ چفرود نشان دادند که دلیل تولید غبار بیشتر در بخش غیرسایه می‌تواند خشک شدن سریع‌تر سطح جاده در این بخش باشد که از طرفی شرایط را برای تولید غبار بیشتر فراهم می‌کند و از طرف دیگر فرصت لازم برای به هم خوردگی سطح روسازی، تولید شیار یا حرکت ذرات به طرفین جاده را باقی نمی‌گذارد. در این پژوهش نیز مقدار و شدت زیاد تولید غبار در محل قوس‌ها بیشتر از قطعات کناری بود که از دلایل آن می‌توان به متفاوت بودن زاویه چرخ ماشین در محل قوس‌ها و قطعات کناری که موجب گسستگی خاک در محل قوس‌ها و جدا شدن ذرات ریزتر می‌شود، اشاره کرد.

کناری تجمع کرده‌اند. Hosseini et al. (2012) و Lotfalian et al. (2013) بیان کردند که کیفیت روسازی جاده و متعاقب آن کیفیت زهکشی از عوامل مؤثر بر مقدار تولید رسوب توسط جاده‌های جنگلی است. نتایج این پژوهش نشان داد همه قطعات نمونه برداشت‌شده در محل قوس دارای زهکشی تخریب‌یافته بوده‌اند و تخریب مقطع عرضی روسازی موجبات تغییر مشخصات هندسی جوی‌های کناری و حتی از بین رفتن آن‌ها شده است؛ به طوری که Parsakhoo et al. (2009) بیان می‌کنند که عبور ماشین‌آلات سنگین بهره‌بردارانی سبب تغییر شکل ترانشه‌های خاکبرداری و خاکریزی می‌شود. از طرفی دیگر، اصطکاک چرخ کامیون‌های حمل‌ونقل چوب‌آلات با سطح راه در مناطق پرشیب‌تر زوال روسازی را بیشتر می‌کند (Jafari et al., 2015). همچنین در جاده‌هایی با شیب‌های نزدیک به صفر، چاله‌ها ایجاد می‌شوند که به علت جمع شدن آب روی سطح روسازی، نامناسب بودن زهکش عرضی، خارج شدن تاج از شکل اصلی و دیگر عامل‌ها روی روسازی است (Ouma et al., 2015). با توجه به شیب ملایم در بیشتر قطعات نمونه روی قوس‌ها در پژوهش حاضر، اثر شیب روی این مشخصه‌های تخریب متفی است. مقایسه وضعیت روسازی با جاده‌های حوزه کلیبرچای منطقه ارسباران که موضوع پژوهش Talebi et al. (2015) بوده است، نشان داد که حدود ۲۵/۱۹ درصد مسیر جاده‌ها بدون اشکالات روسازی بوده‌اند درحالی‌که در پژوهش حاضر همه قطعات نمونه برداشت‌شده در محل قوس‌ها و انشعاب‌ها دارای اشکالات روسازی (مقطع عرضی و زهکشی تخریب‌یافته) بوده‌اند. در این پژوهش با اینکه انتظار بر این است که به دلیل اینکه نمونه‌های کناری در پایین دست نمونه‌های روی قوس برداشت شده‌اند شدت کرکره‌ای شدن در محل قوس‌ها بیشتر از نمونه کناری باشد، اما چنین نبوده

که سستی توده خاک در محل قوس‌ها (۵۶/۷ درصد) بیشتر از قطعات کناری (۴۶/۷ درصد) است (شکل ۴) ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). (Ghajar et al., 2019). نیز در جنگل‌های حوزه ۱۰ چفرود نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سستی دانه‌بندی خاک در قطعات نمونه برداشت‌شده در سایه و غیرسایه در سه شدت ترافیک کم، متوسط و زیاد وجود نداشته است. لازم به ذکر است که آخرین عملیات مرمت جاده در محورهای مورد بررسی در سال ۱۳۹۳ و ارزیابی و نمونه‌برداری از شاخص‌های تخریب در این پژوهش در سال ۱۳۹۷ انجام شده است، غیر از شاخص‌های مقطع عرضی و زهکشی تخریب‌یافته در بقیه موارد اختلاف معنی‌داری میان قطعات نمونه روی قوس‌ها و قطعات متناظر کناری آن‌ها مشاهده نشده است. متغیر زمان عاملی است که تفاوت میان تیمارهای مختلف در چنین پژوهش‌هایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به نتایج به‌دست آمده تصور می‌شود با گذشت زمان بیشتر از آخرین عملیات مرمت جاده این تفاوت‌ها بیشتر نمایان خواهند شد.

استفاده از شاخص‌های تخریب روسازی به‌منظور ارزیابی وضعیت روسازی جاده‌های جنگلی سبب می‌شود که همواره وضعیت جاده تحت کنترل باشد و برنامه‌ریزی بر مبنای آن آسان‌تر از بررسی‌های سستی جاده‌های جنگلی باشد. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که مقدار تخریب روسازی جاده‌های جنگلی درجه دو در محل قوس‌ها بیشتر از قطعات نمونه کناری (به‌استثنای تخریب ناشی از کرکره‌ای شدن) بود. با توجه به اینکه در اثر اجرای طرح تنفس جنگل‌های شمال کشور فرآیند تعمیر و نگهداری جاده‌های جنگلی انجام نمی‌شود و از آنجایی که روسازی جاده‌ها، به‌عنوان سرمایه‌های عظیم در مدیریت جنگل محسوب می‌شوند، پیشنهاد می‌شود که از شاخص‌های ارزیابی وضعیت

بررسی چاله‌ها و شیارهای ایجاد شده (عمق و مساحت) نشان‌دهنده تخریب بیشتر در محل قوس‌ها نسبت به قطعات کناری بود (جدول ۳). رد چرخ تأثیر منفی روی خواص هیدرولیکی (هدایت صحیح آب‌های جاری) بستر جاده، افزایش فشردگی و کاهش نفوذپذیری دارد و جریان یافتن آب در مسیرهای رد چرخ باعث افزایش شیارشدگی و زوال روسازی می‌شود. با گذشت زمان و به‌ویژه طی تردد کامیون‌های حمل‌چوب و ماشین‌آلات سنگین بهره‌برداری و حمل‌ونقل، شیارهای کم‌عمق، عمیق می‌شوند که باعث افزایش شیارشدگی و حضور بیرون‌زدگی سنگی مصالح کوهی و یا مخلوط می‌شود (Shoop et al., 2006). در مناطق کم شیب جاده (شیب‌های کمتر از سه درصد) برخورد قطرات باران به سطح روسازی موجب از هم‌پاشیدگی ذرات خاک شده که چاله‌ها را در سطح جاده ایجاد می‌کند. چاله‌های مسیر راه، آب داخل چاله و موادی که به داخل چاله ریخته می‌شوند را وارد ساختمان روسازی جاده کرده و موجب زوال روسازی جاده می‌شوند. (Nasiri et al., 2012) با بررسی نقش عملیات خروج چوب‌آلات در توسعه شیارشدگی روسازی جاده‌های جنگلی نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در توسعه شیارها، قبل و بعد از عملیات خروج چوب‌آلات وجود دارد. (Heidari et al., 2017) نیز بیان کردند که مناسب‌ترین سطح هشدار خرابی بیرون‌زدگی برابر ۵ سانتی‌متر و برای شیارشدگی ۱۰ سانتی‌متر بود درحالی‌که در این پژوهش حداکثر عمق شیار در محل قوس‌ها و انشعاب‌ها به ترتیب برابر ۶ و ۵ سانتی‌متر به‌دست آمد که این نتایج نشان می‌دهد اقدامات مدیریتی در راستای کاهش اثرهای خسارت روسازی می‌بایست اعمال شود و گرنه در آینده‌ای نزدیک باعث خسارات جبران‌ناپذیری به سطح روسازی جاده‌های جنگلی خواهد شد. نتایج بررسی سستی توده خاک نیز نشان داد

جاده‌های جنگلی مانند شاخص PCI استفاده شود. همچنین بررسی تفاوت در هزینه‌های عملی تعمیر و نگهداری روسازی در محل قوس‌ها و قطعات کناری آن نیز می‌تواند در پژوهش‌های آینده مورد توجه قرار گیرند.

References

- Deljooei, A.; Abdi, E.; Hasanvand, M.; Sadeghi, S. M. M.; Kaybondori, S., Zone effect of secondary forest roads on flora, life forms, and chorology of plants. *Journal of Forest Research and Development* **2017**, 3 (1), 77-89.
- Eaton, R.; Gerard, S.; Dattilo, R., A method for rating unsurfaced roads. *Northern Engineer* **1988**, 30.
- Ghajar, I.; Pouremam, A.; Naghdi, R.; Nikooy, M., Shade trees effects on some forest road pavement destruction indexes. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2019**, 27 (1), 77-89.
- Grigolato, S.; Pellegrini, M.; Cavalli, R., Temporal analysis of the traffic loads on forest road networks. *iForest-Biogeosciences and Forestry* **2013**, 6 (5), 255-261.
- Heidari, M.; Najafi, A.; Alavi, S., Detecting the warning level of forest roads pavement using the genetic algorithm. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2017**, 24 (4), 577-587.
- Hosseini, S. A.; Omidvar, E.; Naghavi, H.; Parsakhoo, A., Estimation of Sediment Yield from Forest Roads Using SEDMODL. *Wood & Forest Science and Technology* **2012**, 19 (1), 23-42. (In Persian)
- Jaafari, A.; Najafi, A.; Rezaeian, J.; Sattarian, A.; Ghajar, I., Planning road networks in landslide-prone areas: A case study from the northern forests of Iran. *Land Use Policy* **2015**, 47, 198-208.
- Johnson, D.; DeBruycker, J.; Grabow, K., Paving to the Center of the Earth: Asphalt Adds Safety and Efficiency to Hard Rock Mine. *Asphalt* **2014**, 29 (2), 7-12.
- Lotfalian, M.; Parsakhoo, A.; Kavian, A.; Hosseini, S. A., Runoff and sediment concentration of different parts of a road in Hyrcanian forests. *Forest Science and Practice* **2013**, 15 (2), 144-151.
- Lotfalian, M.; Savadkoobi, A.; Parsakhoo, A.; Karamirad, S., Effects of CBR+ nano materials on mechanical resistance and chemical characteristics of forest roads runoff. *Journal of Forest Research and Development* **2018**, 4 (3), 289-301.
- Naghdi, R.; Solgi, A.; Zenner, E.; Tsiaras, P., Effect of skid trail curvature on residual tree damage. *Australian Forestry* **2019**, 82 (1), 1-8.
- Nasiri, M.; Hosseini, S. A.; Tafazoli, M.; Sohrab, M., The Role of Logging Operation on Rut Development in Hyrcanian Forest Roads. *Journal of Applied Biological Sciences* **2012**, 6 (3), 7-11. (In Persian)
- Niu, J. In *Research on Rural Highway Maintenance Management Assessment Methods Based on ANN*, 2013 Sixth International Symposium on Computational Intelligence and Design, IEEE: 2013; pp 209-212.
- Ouma, Y. O.; Opudo, J.; Nyambenya, S., Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS for road pavement maintenance prioritization: methodological exposition and case study. *Advances in Civil Engineering* **2015**, 2015.
- Parsakhoo, A.; Hosseini, S. A.; Lotfalian, M.; Jalilvand, H., Soil loss and displacement by heavy equipment in forest road subgrading projects. *International Journal of Sediment Research* **2009**, 24 (2), 227-235.
- Parsakhoo, A.; Hosseini, S. A., Horizontal curve standards and its relation to damages on secondary forest roads in Lolet-Sari. *Road & Building Monthly* **2013**, 8 (75), 22-30. (In Persian)
- Pouremam, A., Investigation of some pavement destruction indexes in various parts of forest road. MSc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, 2018, 66p. (In Persian)
- Salmalian, M.; Mousavi, S. R.; Erfanian, M.; Hosseinzadeh, O., Prioritization of the influencing factors in the designing forest roads (Case study: Lakobon forest, Abbasabad, North of Iran). **2016**, 1 (4), 337-349. (In Persian)
- Shoop, S.; Haehnel, R.; Janoo, V.; Harjes, D.; Liston, R., Seasonal deterioration of unsurfaced roads. *Journal of geotechnical*

- and geoenvironmental engineering* **2006**, 132 (7), 852-860.
- Solgi, A.; Najafi, A.; Sam Daliri, H., Assessment of crawler tractor effects on soil surface properties. *Caspian Journal of Environmental Sciences* **2013**, 11 (2), 185-194.
- Talebi, M.; Majnounian, B.; Abdi, E.; ELAHIAN, M. R., Evaluation the Maintenance Situation of Road in Arasbaran Region. *Journal of Forest and Wood Product* **2015**, 68 (3), 591-613. (In Persian)
- Visser, R.; McGregor, R.; Fairbrother, S., Forest Road Pavement Design in New Zealand. In: 32nd Annual Meeting of the Council on Forest Engineering (COFE 09). University of Canterbury. School of Forestry, USA, **2009**, pp 15-18.

Evaluation of pavement distress on forest road curves (Case study: Shanderman watershed)

P. Ghavidel¹, R. Naghdi^{*2}, E. Ghajar³ and M. Mirzaei⁴

1- MSc of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, I. R. Iran. (ghavidelpouran@msc.guilan.ac.ir)

2- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, I. R. Iran. (naghdri@yahoo.com)

3- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, I. R. Iran. (i.ghajar@yahoo.in)

4- PhD of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, I. R. Iran. (mehrddadmirzaei28@gmail.com)

Received: 21.07.2020 Accepted: 29.12.2020

Abstract

This study aimed to evaluate of unsurfaced forest road distresses on the existing curves. Numbers of 30 selective plots on the center of curves were measured. A paired sample plot beside of each curve was measured. In each plot, seven indices of unsurfaced road distress including improper cross section, inadequate roadside drainage, corrugation, dust, potholes, ruts and loose aggregate of soil were measured. Paired samples t-test and Wilcoxon test were used to analysis of data. Result showed that there were improper cross section and dust distresses factors in all plots on the curves, while 3.3 % of paired plots had none of these distresses. Also, distress intensity causing by improper cross section and inadequate roadside drainage factors were more in the curves than to paired plots and significant difference between the curves and paired plots was observed. The results of corrugation indicated that 70 and 66.7 % of sampled plots in the curves points and side plots lacked this type of distress, respectively. Results showed that the depth and area of potholes and ruts, and loose of soil aggregate in the curves points were greater than the paired plots but there was no significant difference between the curves and paired plots. Results of this study shows importance of regular maintenance activities and application of evaluation indices at the network level of pavement.

Keywords: Pavement distress, Repair and maintenance, Road construction, Hyrcanian forests.

* Corresponding author

Tel: +989111380108