Journal of Forest Ecosystems Research, 2025, 4(2): 129-137

Short Communication

Assessment of forest road condition after a logging ban in the Kelardasht forestry plan

Seyed Ataollah Hosseini [1*], Hanieh Pouya[1], Mohsen Abdullahi[2]

Extended Abstract

Background and Objectives: Forest roads are critical infrastructure for forest management, conservation, and access. During periods when forest management activities and timber harvesting are suspended, the maintenance of existing roads may decline. However, a road's condition is not solely dependent on the cessation of harvesting; factors such as longitudinal slope, drainage, road geometry, soil properties, rainfall, road age, initial construction quality, and traffic also contribute to its deterioration. Therefore, this study aimed to descriptively compare quantitative and qualitative indicators of road condition across two longitudinal slope classes (>7% and <5%) on a secondary forest road within the Kelardasht Forestry Plan, located in the Hyrcanian forests. The primary objective was to evaluate the effect of slope magnitude on the degradation and deterioration of forest road pavement during a logging-ban period.

Materials and Methods: Eight road segments were investigated, each situated between two consecutive cross culverts. Four segments were in the less than 5% slope class, and four were in the greater than 7% slope class. Field data collected included the longitudinal slope of each segment and the condition of culverts, side ditches, road surface, and cut-and-fill slopes. Quantitative variables for each class were summarized using the arithmetic mean, while categorical variables were reported descriptively.

Results: In segments with a slope greater than 7%, a higher frequency of road surface degradation indicators, culvert blockage, side ditch malfunction, and cut slope instability was observed. The mean longitudinal slope was 7.75% in the greater than 7% class and 2% in the less than 5% class. The mean cross slope was 4.75% and 2.5%, respectively. Signs of erosion were observed below the culvert outlet in all segments of both classes. Culverts on slopes greater than 7%, along with cut slopes, had a more significant impact on erosion and side ditch blockage, consequently increasing runoff on the road surface, which led to the formation of potholes and the loss of surfacing material.

Conclusion: While signs of road degradation were observed in both slope classes, the frequency of certain degradation indicators was higher in segments with slopes greater than 7%. These results highlight the necessity of regular monitoring and maintenance of culverts, side ditches, road surfaces, and cut-and-fill slopes. Adequate and urgent budget allocation for the maintenance and repair of existing roads is essential. This study's novelty lies in its integrated recording of indicators for road surface, drainage, culverts, and cut-and-fill slopes across defined longitudinal slope classes. The resulting checklist can serve as a practical basis for subsequent monitoring and for identifying segments in need of repair and maintenance.

Keywords: Forest road, Hyrcanian forest management suspension plan, Kelardasht, Road maintenance.

[1]Department of Forestry and Forest Economics, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran.

[2]PhD. Graduated, Natural Resources and Watershed Organization IR., Natural Resources Headquarter of Nowshahr, Iran.

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

DOI: 10.21859/jfer.4.2.129
ISSN: 2423-4427 (Online); 2423-4095 (Print)

Received: 19.01.2026, Accepted: 04.10.2026,
Online Published: 30.10.2026

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

مقاله کوتاه

ارزیابی وضعیت جاده جنگلی بعد از توقف بهره برداری طرح جنگلداری کلاردشت

سید عطاالله حسینی[1*]، هانیه پویا[1]، محسن عبداللهی[2]

چکیده مبسوط

سابقه و هدف: جاده‌های جنگلی از زیرساخت‌های مهم برای مدیریت، حفاظت و دسترسی به عرصه‌های جنگلی می‌باشند. در دوره‌هایی که فعالیت‌های اجرایی مدیریت جنگل متوقف می‌شود، میزان رسیدگی و نگهداری از جاده‌های موجود ممکن است کاهش یابد. با این حال، وضعیت مشاهده‌شده جاده تنها به توقف بهره‌برداری وابسته نیست و عواملی مانند شیب طولی، وضعیت زهکشی، هندسه جاده، ویژگی‌های خاک، بارش، سن جاده، کیفیت ساخت اولیه و ترافیک نیز می‌توانند بر زوال آن اثرگذار باشند. بنابراین هدف این پژوهش مقایسه توصیفی شاخص‌های کمی و کیفی وضعیت جاده در دو طبقه شیب طولی، کمتر از ۵ درصد و بیشتر از ۷ درصد، در یک جاده درجه دو جنگلی در محدوده سری یک و پنج طرح جنگلداری کلاردشت (جاده خلاربن) واقع در جنگل‌های هیرکانی شمال ایران بود. هدف از این بررسی، ارزیابی تاثیر میزان شیب بر تخریب و زوال روسازی جاده‌های جنگلی در زمان استراحت جنگل‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در طرح جنگلداری کلاردشت مازندران، هشت قطعه جاده که هر قطعه در فاصله بین دو آبروی عرضی متوالی قرار داشت، بررسی شد؛ چهار قطعه در طبقه شیب کمتر از ۵ درصد و چهار قطعه در طبقه شیب بیشتر از ۷ درصد قرار داشتند. شیب طولی قطعات و وضعیت آبروها، جوی‌های کناری، سطح جاده و ترانشه‌های خاک‌برداری و خاک‌ریزی در عرصه ثبت شد. متغیرهای کمی برای هر طبقه با میانگین حسابی خلاصه شدند و متغیرهای طبقه‌ای به صورت توصیفی گزارش شدند.

یافته‌ها: در قطعات بررسی‌شده با شیب بیشتر از ۷ درصد، فراوانی مشاهده میدانی برخی شاخص‌های تخریب سطح جاده، انسداد آبروها، مشکلات عملکرد جوی کناری و ناپایداری ترانشه‌ها بیشتر بود. میانگین شیب طولی جاده در طبقه بیشتر از ۷ درصد برابر ۷/۷۵ درصد و در طبقه کمتر از ۵ درصد برابر ۲ درصد بود. میانگین شیب عرضی نیز به‌ترتیب ۴/۷۵ و ۲/۵ درصد به‌دست آمد. در تمام قطعات هر دو طبقه، نشانه فرسایش در زیر خروجی آبرو مشاهده شد. آبروهای جاده در شیب بالای هفت درصد و عامل ترانشه‌های خاک‌برداری تاثیر بیشتری بر فرسایش و انسداد جوی کناری و به طبع آن ایجاد رواناب بر سطح جاده داشت که منجر به ایجاد چاله و از دست‌رفتن مصالح شده بود.

نتیجه‌گیری: نشانه‌های تخریب جاده در هر دو طبقه شیب مشاهده شد، اما در قطعات بررسی‌شده با شیب بیشتر از ۷ درصد، فراوانی برخی شاخص‌های تخریب بیشتر بود. نتایج ضرورت پایش و نگهداری منظم آبروها، جوی‌های کناری، سطح جاده و ترانشه‌های خاک‌برداری و خاک‌ریزی را نشان می‌دهد. بودجهٔ کافی و فوری، به منظور نگهداری و تعمیر جاده‌های موجود امری ضروری می‌باشد. نوآوری این مطالعه در ثبت یکپارچه شاخص‌های سطح جاده، زهکشی، آبروها و ترانشه‌های خاک‌برداری و خاک‌ریزی در طبقات مشخص شیب طولی است. چک‌لیست حاصل می‌تواند مبنایی عملی برای پایش‌های بعدی و شناسایی قطعات نیازمند تعمیر و نگهداری باشد.

واژه‌های کلیدی: تعمیر و نگهداری جاده، جاده جنگلی، کلاردشت، طرح توقف مدیریت جنگل‌های هیرکانی.

[1] گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

[2] دانش آموخته دکتری، کارشناس سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی نوشهر، ایران.

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: at.hosseini@ut.ac.ir

DOI: 10.21859/jfer4.2.129

شاپا: ۲۴۲۳-۴۴۲۷ (برخط)؛ ۲۴۲۳-۴۰۹۵ (چاپی)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۱۲

تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۵/۰۸/۰۹

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

مقدمه

به‌منظور مدیریت جنگل‌های هیرکانی، طراحی و ساخت هدفمند شبکه ای از جاده با توزیع تراکم کافی و متناسب با شیوه جنگل‌شناسی برای دسترسی و انجام عملیات حفاظتی و حمایتی، گردشگری و دیگر اقدامات، امری اجتناب‌ناپذیر است (Hosseini *et al*., 2016). در طرح‌های جنگلداری با سابقه شصت‌ساله در جنگل‌های هیرکانی، تا سال ۱۳۹۰حدود ۱۰ هزار کیلومتر جاده احداث و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است (Hosseini, 2017). برای طراحی و ساخت جاده‌های جنگلی باید به نکات ویژه آن هم توجه شود که شامل مواردی می‌باشد که در نشریه ۱۳۱ توسط Ryan و همکاران در سال ۲۰۰۴ منتشر شده است.

در طراحی و نگهداری جاده‌های جنگلی، عوامل فنی مانند شیب و هندسه راه، عوامل اقتصادی و دسترسی، عوامل مدیریتی و شیوه بهره‌برداری و نیز ملاحظات محیط‌زیستی باید هم‌زمان مورد توجه قرار گیرند. این عوامل می‌توانند بر عملکرد زهکشی، پایداری ترانشه‌ها و وضعیت سطح جاده اثرگذار باشند.

سال ۲۰۱۸ با تصویب مجلس شورای اسلامی و ابلاغ وزیر جهاد کشاورزی، توقف طرح های بهره برداری از جنگل‌ها آغاز شد (بند "ف" ماده ۳۸ قانون برنامه پنج ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران موسوم به "تنفس جنگل") و یک خلأ در مدیریت، رسیدگی و نگه‌داشت جاده‌های جنگلی به‌وجود آمد (Parsakhoo *et al*., 2024). با عنایت به اجرای این قانون، به‌دلیل عدم تخصیص بودجه به انجام امور مدیریتی در جنگل‌های هیرکانی در دوره تنفس، اولویت‌بندی و برنامه‌ریزی نگهداری و شناسایی وضعیت تخریب روسازی جاده‌های جنگلی امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد (Ghavidel *et al*., 2021).

مطالعات پیشین نشان داده‌اند که زوال جاده‌های جنگلی تحت تاثیر مجموعه ای از عوامل هیدرولوژیکی، فنی و مدیریتی قرار دارد (Luce & Black, 1999). این تحقیقات، رابطه ویژگی‌هایی مانند شیب جاده، فاصله آبروها، بافت خاک و ارتفاع ترانشه را با میزان تولید رسوب، مورد بررسی قرار دادند. Foltz (۲۰۰۳) بیان کرد که اجزای مختلف جاده، مانند شیب ترانشه خاک‌برداری، جوی کناری، عرض سواره‌رو و شیب ترانشه خاک‌ریزی در فرآیند ایجاد رواناب و تولید رسوب نقش دارند. مطالعات جدیدتر نیز بر اهمیت مدیریت آب، طراحی مناسب جوی و آبروها و نگهداری منظم از آنها تاکید کرده‌اند (Pohle & Jaeger, 2025). تحقیقات Cao و همکاران نیز در ۲۰۲۱ نشان دادند که فرسایش سطح جاده‌های فاقد روسازی با طول جاده، شیب و جریان رواناب ارتباط دارد. بنابراین اگرچه شیب طولی یکی از متغیرهای مهم در وضعیت جاده است، بررسی اثر آن باید در کنار سایر عوامل موثر انجام شود.

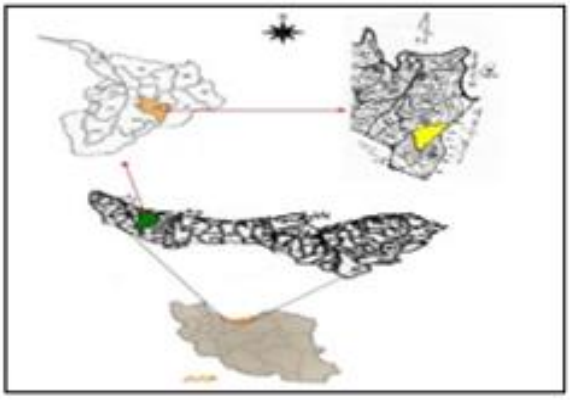
این تحقیق با هدف مقایسه توصیفی وضعیت شاخص‌های کمی و کیفی جاده جنگلی در دو طبقه شیب طولی (کمتر از ۵ درصد و بیشتر از ۷ درصد) در کلاردشت (جنگل‌های هیرکانی) و پس از توقف و تعطیلی طرح‌های جنگلداری انجام شد. فرضیه پژوهش این بود که قطعات جاده با شیب طولی بیشتر از ۷ درصد، در مقایسه با قطعات با شیب کمتر از ۵ درصد، تخریب و اختلال زهکشی بیشتری نشان می‌دهند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در محدوده سری یک و پنج طرح جنگلداری کلاردشت (جاده خلاربن) با طول جغرافیایی "۶ ´۰۵ °۵۱ تا "۳ ´۰۸ °۵۱ و عرض جغرافیایی ´۳۳ °۳۶ تا ´۳۴ °۳۶ و در حوزه اداره کل منابع طبیعی نوشهر و در دامنه ارتفاعی ۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ متری انجام پذیرفته است (شکل ۱) (Parhizgar, 2014). آب و هوا معتدل کوهستانی و میزان بارندگی سالیانه در حدود ۱۳۰۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه هشت درجه سانتی‌گراد بوده و فاقد فصل خشک حیاتی می‌باشد (Delfan Aazari, 2021).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 1- Location of study area

مواد و روش‌ها

قطعه‌بندی جاده بر اساس موقعیت آبروها

در سال ۱۴۰۴ و در منطقه مورد مطالعه جاده درجه دو جنگلی انتخاب شد. به منظور ایجاد دو گروه متضاد از نظر شیب طولی، قطعات جاده در دو طبقه کمتر از ۵ درصد و بیشتر از ۷ درصد بررسی و این آستانه‌ها به عنوان طبقات مقایسه‌ای این مطالعه انتخاب شدند. در هر طبقه چهار قطعه و در مجموع هشت قطعه بررسی شد. هر قطعه از جاده فاصله مابین دو آبرو (لوله‌های عرضی) را شامل می‌شود و طول قطعات، متناسب با فاصله آبروها، بین ۴۵ تا ۴۵۰ متر بود. موقعیت نقاط بررسی با دستگاه موقعیت‌یاب جهانی گارمین - ۶۴ ثبت شد. همچنین بازه ۵ تا ۷ درصد وارد نمونه‌برداری نشد. بنابراین انتخاب این طبقات به معنی تعیین یک آستانه عمومی یا استاندارد برای تخریب جاده نیست و نتایج به این دو دامنه شیب محدود است. شیب طولی هر قطعه بر اساس اندازه‌گیری میدانی و مشخصات ثبت‌شده در نقاط برداشت تعیین شد.

روش تحلیل داده‌ها

متغیرهای کمی در هر طبقه شیب با میانگین حسابی محاسبه شدند و متغیرهای کیفی به صورت فراوانی مشاهده‌ای و توصیفی گزارش شدند.

محدودیت ها و کنترل متغیرهای مداخله گر

این مطالعه، داده پایه‌ای از وضعیت جاده پیش از دوره توقف بهره برداری در اختیار نداشت، بنابراین مقایسه قبل و بعد درباره اثر توقف بهره‌برداری امکان‌پذیر نبود. همچنین متغیرهایی مانند شدت و الگوی بارش، نوع و ویژگی‌های خاک و سن جاده در این مطالعه اندازه‌گیری و کنترل نشده‌اند. از این رو، تفاوت‌های مشاهده‌شده بین دو طبقه شیب ممکن است تحت‌تاثیر این عوامل نیز قرار گرفته باشد. این محدودیت‌ها در تفسیر نتایج و تعمیم آنها درنظر گرفته شده است.

اطلاعات مورد برداشت با توجه به جدول ۱ تا ۵ به شرح زیر می‌باشد (Abdi & Majnounian, 2017):

۱- ثبت مشخصات آبرو: جنس آبرو، قطر لوله، طول لوله، شیب طولی آبرو، عمق لوله از سطح جاده در ترانشه خاک‌برداری و خاک‌ریزی، وضعیت ورودی لوله، وجود نشانه فرسایش زیر خروجی آبرو و نشانه ناپایداری در ترانشه خاک‌برداری و خاک‌ریزی بود. تمام موارد ذکرشده در طول مسیر جاده، مورد بازدید قرار گرفت و موقعیت مکانی آن‌ها ثبت گردید. وضعیت دهانه ورودی و چگونگی هدایت آب به داخل دهانه لوله‌ها ثبت و همچنین وضعیت سلامت، انسداد و وضعیت خروجی آب و چگونگی قرار گفتن آب در مسیر آبراهه‌ها مشاهده و ثبت شد.

۲- ثبت مشخصات جوی کناری: جوی کناری وظیفه انتقال رواناب سطح جاده، ترانشه و دامنه بالادست جاده به آبروها را بر عهده دارد. عملکرد نامناسب جوی سبب ایجاد فرسایش جوی، شانه و رویه جاده خواهد شد. برداشت‌های انجام شده از جوی کناری دارای اطلاعاتی شامل جنس و شکل جوی، شیب طولی جوی، عمق و عرض جوی در بالا و کف، عملکرد جوی در زهکشی رواناب و نشانه رسوب‌گذاری و انسداد جوی می‌باشد.

۳- ثبت مشخصات جاده و روسازی: این بخش بیشتر سواره‌رو و شانه‌های جاده را مانند عرض سواره‌رو، عرض شانه دو طرف دامنه و دره، شیب طولی جاده، متوسط شیب

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

عرضی جاده و الگوی سطح جاده شامل می‌شود. همچنین مشخصات روسازی که دربرگیرنده اطلاعاتی راجع به علائم فرسایش طولی سواره‌رو، وجود چاله، ترک، بیرون‌زدگی سنگی، شل‌شدن مصالح و موج‌دارشدن سطح جاده می‌باشد. روسازی جاده‌ها از چندین لایه تشکیل می‌شود. تعداد، ضخامت و جنس این لایه‌ها مرتبط با میزان ترافیک و نوع وسائل نقلیه، شرایط جوّی، مصالح موجود در محل و شرایط اقتصادی می‌باشد (Larsen & Parks, 1997).

۴- ثبت وضعیت شیروانی های خاکی: شیروانی‌های خاک‌برداری و خاکریزی دارای مشکلات مشابهی مانند فرسایش آبی، رانش، لغزش یا ریزش و ترک‌های کششی هستند که می‌توانند منجر به ناپایداری دامنه گردند (Parsakhoo & Mostafa, 2019). وضعیت زمین‌شناسی، خاک و شیب منطقه مهم‌ترین عوامل مؤثر در وقوع هر یک از موارد فوق می‌باشد. در این مطالعه وضعیت ترانشه‌های خاک‌برداری و خاک‌ریزی از نظر شیب، طول، جنس خاک، وجود ناپایداری، نشانه وجود آب‌های زیرسطحی و تراکم پوشش گیاهی برداشت گردید.

نتایج

داده‌های کمی برداشت‌شده از هشت قطعه، در دو طبقه شیب کمتر از ۵ و بیشتر از ۷ درصد، بصورت میانگین طبقه‌ای در جدول ۱ تا ۳ ارائه شده‌اند. این مقادیر برای توصیف تفاوت‌های مشاهده‌شده بین دو طبقه استفاده شده‌اند و با توجه به نبود داده خام قطعات و حجم نمونه، آزمون معناداری برای آنها گزارش نشده است.

داده‌های کیفی ثبت‌شده در قطعات دو طبقه شیب در جداول ۴ و ۵ ارائه شده‌اند. این داده‌ها بر اساس مشاهده میدانی و معیارهای عملیاتی ذکرشده در بخش روش کار گزارش شده‌اند و تفسیر آنها به مقایسه توصیفی محدود است.

جدول ۱- مقایسه داده‌های کمی ترانشه‌های خاک‌برداری و خاک‌ریزی در دو طبقه شیب طولی

Table1- Quantitative data comparison for embankment and excavation trench in two slope classes

داده‌های کمی ترانشه خاک‌برداری- خاک‌ریزی Quantitative data of embankment and excavation trench	شیب > ۷ ٪ Slope > 7%	شیب <۵ ٪ Slope < 5 %
شیب طبیعی دامنه (درجه) Natural hill slope(degree)	33.75	13
شیب ترانشه خاک‌برداری (درجه) Excavation trench slope(degree)	45	4.75
طول ترانشه خاک‌برداری (متر) Excavation trench length (m)	2.28	0.9
شیب ترانشه خاک‌ریزی (درجه) Embankment trench slope(degree)	49	37.5
طول ترانشه خاک‌ریزی (متر) Embankment trench length(m)	1.19	0.8

جدول ۲- مقایسه داده‌های کمی سطح جاده در دو طبقه شیب طولی

Table 2- Quantitative data comparison for embankment and excavation trench in two slope classes

داده‌های کمی سطح جاده Quantitative data of surface road	شیب > ۷ ٪ Slope > 7%	شیب > ۵ ٪ Slope < 5 %
عرض سواره‌رو (متر) Roadside width (m)	3.075	2.95
عرض شانه طرف دره (متر) Valley side shoulder width (m)	1.75	1.15
عرض شانه طرف دامنه (متر) Hillside side shoulder width (m)	1.3	1.12
شیب طولی جاده (٪) Road Longitudinal slope (%)	7.75	2
متوسط شیب عرضی جاده (٪) Road Latitudinal slope (%)	4.75	2.5

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

جدول ۳- مقایسه داده‌های کمی جوی کناری جاده در دو طبقه شیب طولی

Table 3- Quantitative data comparison of surface roadside ditches in two slope classes

داده‌های کمی جوی کناری Quantitative data of surface roadside ditches	شیب > ۷ ٪ Slope > 7%	شیب <۵ ٪ Slope < 5 %
متوسط شیب طولی جوی (٪) Mean ditch Longitudinal slope (%)	5.5	**4.5**
عمق جوی (سانتی‌متر) Ditch depth(cm)	22.5	**41.25**
عرض جوی در بالا (سانتی‌متر) Ditch width at top(cm)	46.25	**68.75**
عرض جوی در پایین (سانتی‌متر) Ditch width at bottom(cm)	82.5	**115**

جدول ۴- داده‌های کیفی بررسی‌شده در قطعات جاده دارای شیب کمتر از ۵٪

Table 4- Qualitative data studies of road segments with slope <5%

داده های کیفی بررسی شده در قطعات با شیب زیر ۵٪ Qualitative data of road segments with slope <5%	قطعه ۱ (شیب ۳٪) Plot 1 (Slope 3%)	قطعه ۲ (شیب ۱٪) Plot 2 (Slope 1%)	قطعه ۳ (شیب ۱٪) Plot 3 (Slope 1%)	قطعه ۴ (شیب ۳٪) Plot 4 Slope 3%)
جنس آبرو Culvert's material	بتنی Concrete	بتنی Concrete	بتنی Concrete	بتنی Concrete
وضعیت حوضچه رسوب گیر Sediment deposit's basin condition	نیمه مسدود Half-blocked	پر شده Full	پر شده Full	پر شده Full
جنس حوضچه رسوب گیر Sediment deposit's basin material	بتنی Concrete	سنگ چین Stile	بتنی Concrete	بتنی Concrete
وضعیت ورودی لوله Culvert intake's condition	مسدود Blocked	مسدود Blocked	مسدود-شکسته Blocked-broken	شکسته Broken
وضعیت زیر خروجی آبرو Culvert's output area	سنگ چین Stile	سنگ چین Stile	سنگ چین Stile	سنگ چین Stile
وجود نشانه فرسایش زیر خروجی آبرو Sign of culvert's erosion in output area	✓	✓	✓	✓
نشانه ناپایداری در ترانشه خاکبرداری Instability sign at excavation trench	×	×	×	✓
نشانه ناپایداری در ترانشه خاک‌ریزی Instability sign at embankment trench	×	×	✓	×
نشانه رد شدن آب از کنار آبرو Sign of bypass	×	×	✓	×
شکل جوی کناری Ditch's shape	Uشکل U shaped	Uشکل U shaped	ذوزنقه Trapezoidal	ذوزنقه Trapezoidal
جنس جوی Ditch's material	خاکی Soil	خاکی Soil	خاکی Soil	خاکی-سنگی Soil-rock
عملکرد جوی در زهکشی رواناب Function of ditch in runoff drainage	مناسب Good	نا مناسب Bad	مناسب Good	مناسب Good
نشانه فرسایش در جوی Sign of erosion in ditch	✓	✓	✓	✓
نشانه رسوب گذاری یا انسداد جوی Sing of sediment in ditch	✓	✓	✓	✓
الگوی عرضی سطح جاده Road surface's Latitudinal pattern	گرده ماهی Crowned	گرده ماهی Crowned	شیب به داخل In slope	گرده ماهی Crowned
وجود فرسایش طولی سواره رو Roadway's sign of erosion	×	✓	✓	✓
رد چرخ روی سواره رو Wheel trace on roadway	×	✓	✓	✓
وجود چاله روی سواره رو Sign of hole on roadway	✓	✓	✓	✓

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

جدول ۵- داده‌های کیفی بررسی‌شده در قطعات جاده با شیب طولی بیشتر از ۷٪

Table 5- Qualitative data studies of road segments with slope >7%

داده های کیفی در قطعات با شیب بالای ۷٪	قطعه ۱ (شیب ۷٪)	قطعه ۲ (شیب ۹٪)	قطعه ۳ (شیب ۸٪)	قطعه ۴ (شیب ۷٪)
Qualitative data of road segments with slope >7%	**Plot 1 Slope 7%)**	**Plot 9 (Slope 1%)**	**Plot 3 (Slope 8%)**	**Plot 4 (Slope 7%)**
جنس آبرو	بتنی	بتنی	بتنی	بتنی
Culvert's material	Concrete	Concrete	Concrete	Concrete
وضعیت حوضچه رسوب گیر	تخریب شده	تمیز	پر شده	پر شده
Sediment deposit's basin condition	Destroyed	Clean	Full	Full
جنس حوضچه رسوب گیر	بتنی	بتنی	بتنی	بتنی
Sediment deposit's basin material	Concrete	Concrete	Concrete	Concrete
وضعیت ورودی لوله	نیمه مسدود	سالم	مسدود	مسدود
Culvert intake's condition	Half-blocked	Good	Blocked	Blocked

بحث

در قطعات بررسی‌شده با شیب بیشتر از ۷ درصد، برخی نشانه های ناپایداری و اختلال در عملکرد زهکشی با فراوانی بیشتری مشاهده شد. همچنین اختلال در عملکرد جوی کناری و عبور آب از سطح سواره‌رو نیز در برخی قطعات مشاهده شد که می‌تواند با افزایش فرسایش سطحی همراه باشد.

وضعیت ورودی لوله‌ها در هر دو طبقه شیب در چندین قطعه نامناسب یا مسدود/پرشده مشاهده شد و نشانه فرسایش در زیر خروجی آبرو در همه قطعات ثبت گردید. نشانه انحراف آب از آبروها در یک نمونه از هر یک از کلاسه های شیب به چشم می‌خورد. در طبقه شیب بیشتر از ۷ درصد، نشانه ناپایداری ترانشه خاک‌برداری در سه قطعه و در طبقه کمتر از ۵ درصد در هیچ قطعه‌ای مشاهده نشد؛ در مقابل، ناپایداری ترانشه خاک‌ریزی در هر چهار قطعه طبقه بیشتر از ۷ درصد و در یک قطعه از طبقه کمتر از ۵ درصد ثبت شده بود. به‌دلیل اینکه شیب ترانشه‌ها در سمت دامنه کمتر بوده، جوی کناری فرسایش یافته و آب روی سطح جاده روان گشته و منجر به ناپایداری ترانشه خاک‌ریزی گردیده است. همچنین جنس ترانشه خاک‌برداری در شیب با کلاسه بالای هفت درصد که در برخی نمونه‌ها خاکی-سنگی بوده است، منجر به ناپایداری از نوع ریزش شده است. همچنین تعداد چاله و عمق آنها در جاده‌های با شیب بیشتر از هفت درصد نسبت به جاده با کلاسه شیب کمتر از پنج درصد فراوانی بیشتری دارند. چاله‌های ایجاد شده در مسیر، 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). همچنین جنس تمامی آبروها بتنی بوده و در طی زمان و عدم رسیدگی، تقریبا در تمام نمونه‌های برداشتی مسدود یا پرشده بودند. رد چرخ بر سطح جاده در اکثر نمونه‌ها در هر دو طبقه شیب طولی مشاهده شد. همچنین روسازی و بیرون‌زدگی سنگی در کل نمونه‌های برداشت‌شده وجود داشت. در مطالعه انجام‌شده توسط Abdulahi و همکاران در سال (۲۰۲۲) تأثیر بیرون‌زدگی جاده به‌عنوان عامل مهم در زوال روسازی جاده‌های جنگلی به اثبات رسیده است.

در مقایسه توصیفی داده‌های سطح جاده با مقادیر راهنمای نشریه ۱۳۱ توسط Ryan و همکاران در سال ۲۰۰۴، عرض سواره‌رو در طبقه شیب بیشتر از ۷ درصد به مقدار راهنما نزدیک‌تر بود. عرض شانه‌های جاده در در دو سمت دامنه و دره در هر دو طبقه از مقدار راهنما بیشتر گزارش شد که می‌تواند نشانگر آن باشد یا جاده شسته‌شده است و یا فرسایش قابل ملاحظه‌ای در سمت دامنه اتفاق افتاده است. میانگین شیب عرضی نیز در طبقه بیشتر از ۷ درصد بالاتر بود. این مقایسه باید به عنوان مقایسه با مقادیر راهنما تفسیر شود. در رابطه با داده‌های مرتبط با آبروها، قطر و طول لوله‌ها و همچنین شیب طولی آبروها در کلاسه شیب بالا حدود دو برابر شیب زیر پنج درصد بود، در حالی که نشانه انسداد یا پرشدگی آبرو و فرسایش زیر خروجی در هر دو طبقه مشاهده شد. این یافته با مطالعاتی که بر نقش زهکشی مناسب و نگهداری آبروها در کاهش اثرات هیدرولوژیکی جاده تأکید کرده‌اند، هم‌راستا می‌باشد (Foltz, ۲۰۰۳; Pohle & Jaeger, ۲۰۲۵). با این حال، برای تعیین میزان تاثیر شیب طولی، بارش، ویژگی‌های

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

خاک و ترافیک، داده‌های بیشتر و تحلیل چند متغیره لازم است. در داده‌های مرتبط با دامنه و ترانشه‌های خاک‌ریزی و خاک‌برداری، شیب و طول ترانشه‌های خاک‌برداری در کلاسه شیب بالا به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از کلاسه شیب پایین بود، که فرسایش شدید ترانشه خاک‌ریزی و عمیق‌شدن جوی کناری را توجیه می کند. متوسط شیب طولی جوی کناری در هر دو کلاسه شیب نزدیک به مقدار استاندارد است، اما عرض جوی در کلاسه شیب زیر پنج درصد مقدار بسیار بالاتری نسبت به کلاسه شیب بالای هفت درصد دارد.

نتیجه‌گیری کلی

این مطالعه علاوه بر شناخت مشکلات موجود در وضعیت روسازی جاده‌های جنگلی به بررسی نقش شیب طولی در میزان تخریب و فرسایش جاده‌ها در مدت زمان استراحت جنگل پرداخت و وضعیت برخی شاخص‌های کمی و کیفی را در دو طبقه شیب طولی کمتر از ۵ درصد و بیشتر از ۷ درصد در یک جاده جنگلی درجه دو در طرح جنگلداری کلاردشت با یکدیگر مقایسه کرد. در قطعات بررسی شده، برخی شاخص‌های اختلال در زهکشی، تخریب سطح جاده و ناپایداری ترانشه‌ها در طبقه شیب بیشتر از ۷ درصد فراوانی بیشتری داشت. با این حال، این الگوها بر اساس هشت قطعه نمونه و یک بررسی مقطعی به‌دست آمده‌اند، که دلیل آن، عدم وجود داده‌های پیش از دوره توقف بهره‌برداری می‌باشد. با این حال نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با گذشت بیش از هفت سال از اجرای طرح تنفس جنگل‌ها و توقف طرح‌های جنگلداری، خلأ مدیریتی موجود در حوزه جنگل، برنامه‌ریزی، حفاظت و نگهداری جاده‌ها را با مشکل مواجه کرده است. همچنین عدم تخصیص بودجه حفاظتی به زیرساخت‌ها و پروژه‌های عمرانی جنگل آسیب جدی وارد می‌سازد. رهاسازی جاده‌ها در این بازه زمانی، باعث تشدید فرسایش ساختار جاده‌ها، انسداد آبروها، سرریز رواناب روی جاده و زوال لایه سطحی شبکه جاده جنگلی شده است. بنابراین مهم‌ترین کاربرد نتایج حاضر، شناسایی اولیه قطعات دارای مشکلات زهکشی و پایداری و تاکید بر ضرورت پایش و نگهداری منظم است. برای مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود نمونه برداری با تعداد قطعات بیشتر صورت گیرد. همچنین بازه ۵ تا ۷ درصد نیز پوشش داده شود، وضعیت جاده در چند زمان تکرار شود و داده‌های اطلاعات بارش و خاک نیز ثبت گردد و از آزمون‌های استنباطی و مدل‌های چندمتغیره برای تفکیک اثر شیب از عوامل مداخله‌گر استفاده شود.

منابع

Abdi, A. & Majnounian, B. 2017. Maintenance and repair of forest roads. Tehran University Publications, Iran, 342p. [In Persian]

Abdulahi, M., Hosseini, S.A. & Najafi, A. 2022. Forecasting the deterioration of forest road pavement during the period of stopping wood exploitation in the mountain forests of the north of the country. *Journal of Natural Environment*, 75(3): 514-502. [In Persian]

Cao, L., Wang, Y. & Liu, C. 2021. Study of unpaved road surface erosion based on terrestrial laser scanning. CATENA, 199: 105091. https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.105091

Delfan Azari, B. 2021, Study of natural regeneration in natural and managed forests (case study: Gardsir, Kelardasht). M.Sc. thesis,127p. [In Persian]

Foltz, R.B. 2003. Environmental impacts of forest roads: An overview of the state of the knowledge. In: Wide, M.I. & Baryd, B. (eds.), Proceedings of the Second Forest Engineering Conference, May 12-15, Vaxjo, Sweden. Skogforsk Uppsala, Sweden, pp. 121-128.

Ghavidel, P., Naghdi, R., Ghajar, E. & Mirzaei, M. 2021. Evaluation of pavement distress on forest road curves (Case study: Shanderman watershed). *Journal of Forest Research and Development*, 7(2): 249-261. [In Persian]

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

Hosseini, S.A. 2017. Recognition, Use and Management of Forest Machines (Revival, Development, Construction and Exploitation). Qalam Imamat, Mashhad, Iran, 189p. [In Persian]

Hosseini, S.A., Esmaeili Sharif, M., Amoozad, M., Shirani, K. & Gorgandipour, M. 2016. The effect of forest road distance on forest fire severity (case study: Fires in the Neka County forestry). *Ecopersia*, 4(2): 1331-1342. https://doi.org/10.18869/modares.ecopersia.4.2.1331

Larsen, MC. & Park, JE. 1997. How wide is a road? The association of roads and mass wasting in a forested montane environment, Poertorico. *Earth surface processes and landforms*, 22: 835-848. https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9837(199709)22:9<835::AID-ESP782>3.0.CO;2-C

Luce, C.H. & Black, T.A. 1999. *Sediment production from forest roads in western Oregon. Water Resources Research*, 35(8): 2561–2570. https://doi.org/10.1029/1999WR900135

Nasiri, M., Hosseini, S. A., Tafazoli, M., Sohrab, M. 2012. The Role of Logging Operation on Rut Development in Hyrcanian Forest Roads. *Journal of Applied Biological Sciences*, 6(3): 7-11.

Parhizgar, P. & Sagheb-Talebi. Kh. 2014. Status of unmanaged oriental beech stand in different development stages within five-years period (case study: Langa-Kelardasht). *Iranian journal of environment*, 29(1): 31-42. [In Persian]

Parsakhoo, A. & Mostafa, M. 2019. Monitoring of Existence Forest Road in Shast Kalate Forestry Plan. *Road scientific publication*, 1: 141-153.

Parsakhoo, A. 2014. Construction and maintenance of forest roads. First Edition. Publications of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan, Iran, 243p. [In Persian]

Parsakhoo, A., Rostaghi, A., Moghadasi, D., Ghezelsefloo, M. & Rezaee Motlagh, A. 2024. Impact of forestry project suspensions on forest road network conditions in the north of Iran (Case study: Golestan province). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 31(1): 23-41. [In Persian]

Pohle, C. & Jaeger, D. 2025. Water management: global differences and similarities in guidelines for forest road design and potentials for climate change adaptation. *European Journal of Forest Research*, 144: 547–575. https://doi.org/10.1007/s10342-025-01777-2

Ryan, T., Phillips, H., Ramsay, J., & Dempsey, J. (2004). *Forest Road Manual: Guidelines for the design, construction and management of forest roads* (pp. x+-155). Dublin, Ireland: COFORD, 154p.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]