Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Watershed Management Research, Vol. 16, Issue 1, 2025 p: 157-171

OPEN ACCESS

Research paper

Assessing the Condition of Forest Roads in Neka and Behshahr Counties after Five Years of the Logging Ban

Majid Lotfalian[1], Sara Mansouri[2], Yadollah Rasuli Akerdi[3], Mehran Nasiri[4], Hasan Akbari[5] and Vahid Rizvandi[6]

1- Professor, Department of Forest Sciences and Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran, (Corresponding author: mlotfalian@sanru.ac.ir)
2- Ph.D. Student, Department of Forest Sciences and Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
3- Ph.D. Graduate in Forest Sciences and Engineering, Natural Resources Administration of Sari, Sari, Iran
4- Assistant Professor, Department of Forest Sciences and Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
5- Associate Professor, Department of Forest Sciences and Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
6- Expert, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Received: 09 May 2024 Revised: 28 August 2024 Accepted: 25 September 2024

Extended Abstract

Background: Forest roads serve as essential communication links to forested areas, playing a pivotal role in a wide range of forestry activities. These roads not only facilitate access to forest resources for exploitation, conservation, and restoration but also contribute significantly to non-productive sectors, such as tourism and recreation. In the absence of these roads, many forestry operations and forest management practices would be unfeasible. However, numerous forestry-related functions have been suspended due to the cessation of logging activities and inadequate funding. This disruption has resulted in a halt to the ongoing maintenance and repair of forest roads, which are critical for the continued functionality of these transportation networks, leading to considerable deterioration. In this context, understanding the extent, nature, and trends of damage to these roads is of paramount importance for effective management and maintenance. Especially in light of the implementation of the "Forest Breathing Law" and reduced monitoring of forest roads, this study aims to identify and analyze the damage sustained by forest roads during this period. The primary objective of this research is to pinpoint damaged areas along forest roads and precisely map their locations, providing vital information for the optimal management and rehabilitation of these infrastructure assets.

Methods: Due to the absence of prior data and concerns about the uneven distribution of road damage, this study initially employed a comprehensive 100% inventory and field survey approach to collect accurate and reliable information on all existing forest roads in the counties of Neka and Behshahr, covering a total length of 333.6 kilometers. During this phase, all road damages were recorded as point-specific observations, with each damage event fully documented in terms of its characteristics. To compare the results from the 100% inventory with a sampling-based method, the roads in both counties were divided into segments according to various factors, including topography, slope, accumulation points, and other relevant criteria. These segments were then subjected to random and systematic sampling. The length of each sampled section was determined to range between 100 and 200 m, depending on local conditions. A random number between zero and twenty was first generated to establish the starting point for the survey, and the survey began at a point on the road corresponding to this number. A linear transect perpendicular to the median axis of the road was then placed, with additional transects set at 20-meter intervals along the road's length. This methodology enabled a comprehensive assessment of the current road conditions, providing forest managers with reliable, statistically sound data to facilitate informed and evidence-based decision-making.

Results: The results of this study revealed a total of 1,030 instances of various forms of damage across the surveyed forest roads. These damages encompassed a diverse array of structural failures and infrastructural issues, each of which significantly compromised the functionality of the roads. Specifically, 106 instances of soil embankment failure were documented, typically resulting from the instability of soil on slopes and the inability to adequately stabilize embankment walls against natural forces, such as rainfall and ground movement. Additionally, 48 cases of embankment sliding were observed, where the displacement of soil materials caused structural damage to the road. Furthermore, 74 instances of road slippage were identified, particularly on sloped sections of the roads, posing considerable risks to vehicular traffic. In terms

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]

Copyright ©2025 Lotfalian et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 Unported License, which allows users to read, copy, distribute, and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

of surface-related issues, 167 instances of speed-restricting potholes were recorded, primarily attributed to heavy traffic and inadequate maintenance of the road surface. Moreover, 280 cases of blocked roadside ditches were documented, resulting from the accumulation of sediments and organic matter in surface water drainage channels, thereby obstructing proper stormwater flow. Additionally, 116 instances of blocked cross-drainage culverts and 98 instances of damaged cross-drainage culverts were identified, typically caused by insufficient maintenance and repair of the water passage systems across the roads. Finally, 141 cases of road blockages due to fallen trees were observed, usually caused by the fall of trees from adjacent forested areas, which obstructed vehicular passage. In Behshahr County, the distribution of damages was as follows: 83 instances on primary roads, 61 on secondary roads, and 36 on tertiary roads. This distribution suggests that primary roads, which are the main transportation routes with higher traffic volumes, are more susceptible to damage. In contrast, the damage distribution differed in Neka County: 108 instances on primary roads, 469 on secondary roads, and 273 on tertiary roads. Notably, secondary roads in Neka exhibited the highest frequency of damage, likely due to their weaker substructures and lower traffic volumes than primary roads, which, although receiving less traffic, tend to suffer from structural weaknesses, rendering them more prone to damage.
Conclusion: In Behshahr, the majority of damage is concentrated on primary roads. These roads are more vulnerable to damage due to their greater length and higher traffic volumes. As key transportation routes, they bear significant pressure from daily traffic, resulting in various forms of deterioration, such as slippage and structural wear. Conversely, the most severe damage in Neka is observed on secondary roads. This is primarily due to the relatively consistent traffic flow on these roads, coupled with their weaker substructures than primary roads. Although secondary roads generally experience less traffic pressure, their less robust construction and substructure make them more prone to damage and failure. The results of this study indicate that the cessation of forest utilization and the prolonged lack of maintenance have led to significant deterioration in the condition of forest roads. Specifically, in the counties of Neka and Behshahr, the damage is more prevalent on secondary and tertiary roads, underscoring the need for targeted intervention and budget allocation for their repair and upkeep. These findings suggest that immediate action is necessary to restore and maintain forest roads in these areas to prevent further degradation and the loss of natural resource productivity. Furthermore, the implementation of rehabilitation programs and improvements to road infrastructure should be prioritized in forest management policies to not only improve road conditions but also facilitate the sustainable management of forest resources.

Keywords: Forest engineering, Forest road network, Forest management, Forestry, Mazandaran

How to Cite This Article: Lotfalian, M., Mansouri, S., Rasuli Akerdi, Y., Nasiri, M., Akbari, H., & Rizvandi, V. (2025). Assessing the Condition of Forest Roads in Neka and Behshahr Counties after Five Years of the Logging Ban. *J Watershed Manage Res*, 16(1), 157-171. DOI:10.61882 /jwmr. 2024.1259

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

ارزیابی وضعیت جاده‌های جنگلی شهرستان‌های نکا و بهشهر از لحاظ میزان خسارت پس از پنج سال توقف بهره‌برداری

مجید لطفعلیان[۱]، سارا منصوری[۲]، یداله رسولی آکردی[۳]، مهران نصیری[۴]، حسن اکبری[۵] و وحید ریزوندی[۶]

۱- استاد، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، ساری، ایران، (نویسنده مسوول: mlotfalian@sanru.ac.ir)
۲- دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، ساری، ایران
۳- دانش‌آموخته دکتری علوم و مهندسی جنگل، اداره کل منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۴- استادیار، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، ساری، ایران
۵- دانشیار، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، ساری، ایران
۶- کارشناس، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۴
صفحه ۱۵۷ تا ۱۷۱

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: جاده‌های جنگلی به‌عنوان شاه‌راه‌های ارتباطی به جنگل‌ها نقش اساسی در فعالیت‌های مختلف جنگل‌داری دارند. این جاده‌ها علاوه‌بر فراهم کردن امکان دسترسی به منابع جنگلی برای بهره‌برداری، حفاظت و احیای جنگل‌ها، در بسیاری از زمینه‌های غیر تولیدی نیز اهمیت دارند، مانند گردشگری و تفریح. بدون وجود این جاده‌ها، بسیاری از فعالیت‌های جنگل‌داری و مدیریت جنگل‌ها غیرقابل تصور است. اما با توقف بهره‌برداری از جنگل‌ها و عدم تخصیص بودجه کافی، بسیاری از فعالیت‌های مرتبط با جنگل‌داری متوقف شده‌اند. این توقف باعث وقفه در عملیات تعمیر و نگهداری جاده‌های جنگلی، که به‌عنوان یک نیاز مداوم شناخته می‌شوند، گردیده است و خسارات قابل توجهی به این جاده‌ها وارد شده است. در این شرایط، سوالاتی نظیر میزان و نوع آسیب‌ها، و روند تغییرات آسیب‌ها، اهمیت ویژه‌ای در مدیریت و نگهداری جاده‌ها دارند. به‌ویژه با اجرای قانون "تنفس جنگل" و کاهش بررسی‌های مربوط به جاده‌های جنگلی، این تحقیق به‌دنبال شناسایی و تحلیل آسیب‌های وارد شده به جاده‌های جنگلی در این دوره است. هدف اصلی این مطالعه، شناسایی مناطق آسیب‌دیده در جاده‌های جنگلی و مکان‌یابی دقیق آن‌ها به‌منظور ارائه اطلاعات لازم برای مدیریت بهینه این جاده‌ها است.

مواد و روش‌ها: با توجه به فقدان اطلاعات قبلی و نگرانی از توزیع نامتقارن خرابی‌ها در جاده‌ها، این تحقیق در مرحله اول با هدف دستیابی به اطلاعات دقیق و معتبر، از روش آماربرداری صددرصدی و پیمایش زمینی کلیه جاده‌های جنگلی موجود در شهرستان‌های نکا و بهشهر به طول ۳۳۳/۶ کیلومتر استفاده کرده است. در این مرحله، تمامی آسیب‌های موجود در جاده‌ها به‌طور نقطه‌ای ثبت و مشخصات هر آسیب به طور کامل مستند گردید. پس از آن، به‌منظور مقایسه روش نمونه‌برداری با آماربرداری صددرصدی، جاده‌های موجود در نکا و بهشهر با توجه به ویژگی‌های توپوگرافی، شیب، دپو و سایر عوامل مؤثر، به قطعاتی تقسیم شدند و نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی و منظم انجام گرفت. طول هر قطعه برای آماربرداری بسته به ویژگی‌های منطقه بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر انتخاب شد. جهت انتخاب نقطه شروع برای پیمایش، ابتدا یک عدد تصادفی بین صفر تا ۲۰ انتخاب گردید، سپس به اندازه این عدد تصادفی، روی جاده حرکت شد و نقطه آغاز آماربرداری تعیین شد. در نهایت، یک ترانسکت خطی عمود بر محور میانه جاده در نظر گرفته شد و ترانسکت‌های بعدی با فاصله ۲۰ متر از یکدیگر در طول جاده پیاده‌سازی گردیدند. این روش امکان ارزیابی وضعیت موجود جاده‌ها را فراهم ساخت که به مدیران جنگل‌ها در اتخاذ تصمیمات بهتر و مبتنی بر آمار دقیق کمک خواهدکرد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، در طول مسیرهای پیمایش‌شده مجموعاً ۱۰۳۰ مورد آسیب مختلف در جاده‌های جنگلی ثبت گردید. این آسیب‌ها شامل طیف وسیعی از خرابی‌ها و مشکلات زیرساختی بودند که هرکدام تأثیرات قابل توجهی بر عملکرد جاده‌ها دارند. به‌طور خاص، ۱۰۶ مورد ریزش دیواره خاک‌برداری مشاهده شد که این مشکل معمولاً به‌دلیل عدم پایداری خاک در شیب‌ها و ناتوانی در تثبیت دیواره‌ها در برابر فشارهای طبیعی مانند بارش باران و حرکت زمین ایجاد می‌شود. همچنین، ۴۸ مورد رانش دیواره خاکریزی ثبت گردید که در این حالت، جابه‌جایی مواد خاکی موجب آسیب به ساختار جاده می‌شود. علاوه‌بر این، ۷۴ مورد لغزش جاده‌ای شناسایی شد که این نوع آسیب‌ها معمولاً در بخش‌های شیب‌دار جاده‌ها رخ می‌دهند و می‌توانند منجر به بروز خطرات جدی برای عبور و مرور وسایل نقلیه شوند. در خصوص مشکلات سطحی، ۱۶۷ مورد چاله‌های محدودکننده سرعت ثبت گردید که این مشکلات به‌طور عمده به‌دلیل تردد زیاد وسایل نقلیه و نداشتن اقدامات لازم در ترمیم سطح جاده‌ها به‌وجود آمده‌اند. همچنین، ۲۸۰ مورد گرفتگی جوی‌های کناری مشاهده شد که این آسیب‌ها به‌دلیل انباشت رسوبات و مواد آلی در مجاری آب‌های سطحی جاده‌ها ایجاد شده، مانع از هدایت صحیح آب باران می‌شوند. ۱۱۶ مورد گرفتگی آبروی عرضی و ۹۸ مورد تخریب آبروی عرضی نیز گزارش شد که این مشکلات معمولاً به‌دلیل عدم نگهداری و تعمیرات مناسب در مسیرهای عبور آب از عرض جاده‌ها بروز می‌کنند. در نهایت، ۱۴۱ مورد سد عبور توسط درختان ثبت گردید که معمولاً در اثر افتادن درختان جنگلی در کنار جاده‌ها به‌وجود می‌آید و می‌تواند مانع از عبور وسایل نقلیه شود. در شهرستان بهشهر، توزیع خسارات به‌صورت زیر بود: ۸۳ مورد در جاده‌های درجه یک، ۶۱ مورد در جاده‌های درجه دو و ۳۶ مورد در جاده‌های درجه سه گزارش شدند. این توزیع نشان می‌دهد که جاده‌های درجه یک که به‌عنوان جاده‌های اصلی و پرتردد شناخته می‌شوند، بیشتر در معرض آسیب قرار دارند. در شهرستان نکا نیز خسارت‌ها به‌طور متفاوتی توزیع شده بودند، به‌طوری که ۱۰۸ مورد در جاده‌های درجه یک، ۴۶۹ مورد در جاده‌های درجه دو و ۲۷۳ مورد در جاده‌های درجه سه ثبت گردیدند. در نکا، جاده‌های درجه دو بیشترین آسیب‌ها را متحمل شده‌اند که احتمالاً به‌دلیل ضعف در زیرسازی و فشار کمتر از لحاظ تردد نسبت به جاده‌های درجه یک، اما بیشتر در معرض آسیب قرار گرفته‌اند.

نتیجه‌گیری: در بهشهر، بیشترین آسیب‌ها به جاده‌های درجه یک مربوط می‌شود. این جاده‌ها به‌دلیل طول بیشتر و تردد بالاتر وسایل نقلیه در معرض آسیب بیشتری قرار گرفته‌اند. جاده‌های درجه یک به‌عنوان مسیرهای اصلی، با فشار بیشتری از تردد روزانه مواجه‌اند که منجربه خرابی‌های متعدد مانند لغزش‌ها و فرسودگی‌های ساختاری می‌شود. در نکا، بیشترین آسیب‌ها به جاده‌های درجه دو وارد شده است. علت این امر به‌طور عمده تردد نسبتاً همگن وسایل نقلیه در این جاده‌ها و ضعف در زیرسازی جاده‌ها نسبت به جاده‌های درجه یک است. جاده‌های درجه دو معمولاً تحت فشار کمتری از لحاظ تردد قرار دارند، اما به دلیل ضعف در زیرسازی و ساختار ضعیف‌تر نسبت به جاده‌های درجه یک، بیشتر در معرض خرابی‌ها و آسیب‌ها هستند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که توقف بهره‌برداری از جنگل‌ها و عدم اجرای عملیات تعمیر و نگهداری به مدت طولانی باعث ایجاد نواقص زیادی در وضعیت جاده‌های جنگلی شده‌است. به‌ویژه در شهرستان‌های نکا و بهشهر، آسیب‌ها بیشتر در جاده‌های درجه دو و سه مشاهده می‌شوند که نیاز به توجه ویژه و تخصیص بودجه برای تعمیر و نگهداری این جاده‌ها را ضروری می‌سازد. بر اساس یافته‌های این تحقیق، اقدامات فوری برای ترمیم و نگهداری جاده‌های جنگلی در این مناطق باید در اولویت قرار گیرند تا از تشدید خرابی‌ها و کاهش بهره‌وری منابع طبیعی جلوگیری شود. علاوه‌بر این، اجرای برنامه‌های بازسازی و بهبود زیرساخت‌های جاده‌ها باید به‌عنوان یک اولویت در مدیریت جنگل‌ها در نظر گرفته شود تا نه‌تنها وضعیت جاده‌ها بهبود یابد، بلکه استفاده بهینه از منابع جنگلی نیز ممکن گردد.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌داری، شبکه جاده‌های جنگل، مازندران، مدیریت جنگل، مهندسی جنگل

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]

مقدمه

جاده‌های جنگلی به‌منزله‌ی دروازه‌های ورود به جنگل جهت هرگونه اقدام و پایه اصلی انجام عملیات حفاظت، احیا و بهره‌برداری از منابع طبیعی هستند که بدون وجود آن‌ها جنگل‌داری و مدیریت جنگل غیر قابل تصور است (Lotfalian & Parsakhoo, 2012). جاده‌های جنگلی نه‌تنها امکان استفاده از ظرفیت تولیدی جنگل‌ها را فراهم می‌کنند، بلکه تأثیر قابل توجهی بر عملکردهای غیر تولیدی از جمله گردشگری و تفریح دارند (Grajewski, 2022). لذا باید در جاده‌های جنگلی به‌منظور سرویس‌دهی مناسب و اطمینان از قابل استفاده بودن آن‌ها استانداردهای لازم اعمال شود. نظر به اهمیت جنگل‌های شمال از نظر محیط زیستی، ذخیره‌گاه ژنتیکی، تنوع زیستی موضوع جاده‌سازی به‌دلیل اهمیت آن در افزایش نقش خدماتی، حفاظتی و اجتماعی افزایش یافته‌است (Sarikhani & Majnounian, 2011). لذا در مدیریت جنگل وجود یک شبکه مناسب جاده لازم است و اساسی‌ترین رکن جنگل‌داری علمی محسوب می‌شود. از آنجا که جاده‌های جنگلی از زیرساخت‌های مدیریت مناطق جنگلی به‌شمار می‌آیند و از طرف دیگر ناهمگنی جنگل و حجم زیاد اطلاعات نیاز مبرم واحدهای مدیریتی را به جمع‌آوری اطلاعات و نگهداری اطلاعات بخش‌های مختلف طرح‌های جنگل‌داری نشان می‌دهد، لذا تضمین عملکرد پایدار شبکه جاده جنگلی و حفظ سرمایه اولیه‌ای که صرف ساخت جاده جنگلی شده است، نیاز به نظارت و پایش منظم شبکه جاده‌های جنگلی دارد (Talebi *et al*., 2017; Sarie *et al*., 2015). از آنجا که جاده‌های جنگلی در محیط طبیعی و تحت تأثیر شرایط گوناگون اقلیمی (باران‌های شدید و برف‌های سنگین) قرار دارند احتمال تخریب آن‌ها بسیار بالا است. بنا بر این، مدیر جنگل برای اینکه شبکه جاده جنگلی عملکرد پایدار داشته باشد و بتواند سرمایه اولیه‌ای که صرف ساخت جاده جنگلی کرده‌است را حفظ کند، باید به امر نظارت و نگهداری منظم جاده‌های جنگلی توجه ویژه‌ای داشته باشد (Majnounian *et al*., 2010). هدف از نگهداری جاده‌های جنگلی، حفظ ساختار آن‌ها، اطمینان از عبور ایمن، حفظ کارایی ماشین‌آلات حمل‌کننده چوب و جلوگیری از کاهش کیفیت آب‌ها است که ممکن است تحت تأثیر جاده‌سازی در جنگل قرار بگیرند (Demir, 2012). خرابی کل جاده با افزایش اندازه دانه‌بندی مصالح و افزایش طول تانژانت نسبت مستقیم دارد. به همین سبب باید در موقع عملیات جاده‌سازی نوع مصالح با دقت بیش‌تری انتخاب شود و در طراحی جاده لحاظ گردد (Safaei *et al*., 2023). عملیات تعمیر و نگهداری جاده چنانچه در موعد لازم انجام شده باشد و گزینه مناسب برای روش این کار انتخاب شده باشد، علاوه بر آن که تخریب جاده را به تأخیر می‌اندازد، به‌دلیل افزایش کیفیت سطح جاده، موجب کاهش هزینه‌های عملکردی وسایل نقلیه و باز بودن مداوم جاده می‌شود (Grigolato *et al*., 2013). بی‌توجهی به تعمیر و نگهداری به‌موقع جاده باعث افزایش هزینه‌های مرتبط با تعمیرات ماشین‌آلات، کاهش سرعت آن‌ها، کاهش ایمنی و افزایش تولید رسوب می‌شود (Morgan & Nearing, 2011).

رویکرد اخیر سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور مبنی بر توقف طرح‌های جنگل‌داری، ممنوعیت بهره‌برداری تجاری از جنگل‌ها و نیز عدم تخصیص بودجه‌های بیرون از سازمان برای انواع مخارج حفاظت و تأسیسات برجای‌مانده موجب شده است که تعمیر و نگهداری جاده‌های جنگلی به چالشی بزرگ برای شرکت‌های مسئول تبدیل شود (Ghajar *et al*., 2019). با گذشت پنج سال از سیاست توقف بهره‌برداری از جنگل، عملاً هیچ‌گونه بودجه‌ای به‌منظور تعمیر و نگهداری از جاده‌های جنگلی وجود نداشته است. از آنجا که موضوع تعمیر و نگهداری جاده‌های جنگلی امری سالانه و گاه با دوره‌هایی کوتاه‌تر است، عدم تخصیص بودجه‌ی لازم و رها شدن جاده‌ها باعث گردیده است که متأسفانه آسیب‌های فراوانی به جاده‌های جنگلی وارد آید. برای نظارت و نگهداری جاده‌های جنگلی باید دو عامل را مورد توجه قرار داد. ابتدا طراحی مناسب شبکه جاده‌ی جنگلی و در نظر گرفتن پیش‌بینی‌ها جهت عملکرد پایدار جاده‌های جنگلی و دوم ساخت جاده‌های جنگلی مطابق با استانداردهای موجود که عاملی مهم جهت نظارت و نگهداری بهینه‌ی جاده‌های جنگلی است (Majnounian *et al*., 2010; Talebi *et al*., 2017).

توجه به این نکته که هزینه‌ی تعمیر و بازسازی جاده‌ها در صورت اجرای عملیات نگهداری پیشگیرانه تا یک سوم کاهش می‌یابد، مدیران را به سمت ایجاد یک سیستم کارا و جامع برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات جاده‌ها مبتنی‌بر اصول فنی و اقتصادی سوق می‌دهد (Fakhri *et al*., 2016) در کشور ما همانند بیشتر کشورهای در حال توسعه، دورنمایی برای برنامه‌ریزی دقیق جاده‌ها با هدف افزایش کیفیت آن‌ها با کمترین هزینه و با تکیه بر اطلاعات فنی مرتبط به بحث نگهداری و تعمیرات وجود ندارد (Goudarzi & Najafi, 2017).

براساس آمار موجود تا سال ۱۳۹۴ در عرصه‌های دارای طرح جنگل‌داری (شمال کشور)، حدود ۱۰هزار کیلومتر جاده‌ی جنگلی با درجات مختلف احداث و بهره‌برداری شده‌است (Heidari *et al*. 2017). در سال‌های بعد از آن، اگرچه ساخت جاده‌های جنگلی متوقف شده‌است همچنان نگهداری جاده مورد توجه است. برآورد می‌شود که این جاده‌ها حجم عظیمی از سرمایه‌ی ملی (حدود ۸۰۰۰ میلیارد ریال) را شامل می‌شوند که به واسطه‌ی ترافیک، عوامل محیطی، مشخصات هندسی دچار زوال می‌شوند (Heidari *et al*., 2017). از طرفی، هزینه‌ی تعمیر و نگهداری جاده‌های موجود سالانه، مبلغ قابل توجهی از هزینه‌ی ساخت جاده را شامل می‌شود و با توجه به رقم چشم‌گیر باید به‌طور جدی به آن توجه شود (Safari, 2010). اگر عملیات تعمیر و نگهداری به موقع انجام نگیرند ممکن است به بازسازی[1] (ترمیم و ساخت دوباره) گسترده‌ای

[1] – به‌سازی، تعمیر و نگهداری در راه‌سازی مفاهیم مهمی هستند که در زمینه حفظ و بهبود عملکرد جاده‌ها و سازه‌های راه‌سازی به‌کار می‌روند. این مفاهیم عبارتند از: ۱. به‌سازی (Rehabilitation): به‌سازی به فرایندی اطلاق می‌شود که منجر به بازسازی، بهبود و ارتقاء عملکرد و وضعیت فنی‌تکنیکی یک جاده یا سازه راه‌سازی می‌شود. این فرایند شامل تعویض لایه‌های فرسایش‌یافته، تغییر تراکم خاک و انجام تعمیرات عمیق‌تر در سازه‌ها می‌شود. ۲. تعمیر (Repair): تعمیر به اصلاحات جزئی در جاده‌ها یا سازه‌های راه‌سازی اشاره دارد. این فرایند برای برطرف کردن خرابی‌های کوچک مانند پارگی‌های سطحی، ترک‌ها و چاله‌ها انجام می‌شود. ۳. نگهداری (Maintenance): نگهداری فعالیت‌های دوره‌ای و پیشگیرانه است که به‌منظور حفظ و سلامت جاده‌ها و سازه‌های راه‌سازی انجام می‌شود. این شامل فعالیت‌هایی مانند پاکسازی، رفع آلودگی‌ها، بازرسی‌های دوره‌ای و تعویض لوازم زاید می‌شود (Washburn & Mannering. 2019).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]
[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]

نیاز باشد که اغلب هزینه‌ی آن بیشتر از تعمیر و نگهداری ساده‌ای است که زودتر باید انجام گیرد (Fakhri *et al.*, 2016). یکی از مولفه‌های مدیریت صحیح، در اختیار داشتن اطلاعات از شرایط موجود است. بنا بر این، نخستین گام مهم در مدیریت جاده‌های جنگلی برای خدمات‌رسانی بهتر جاده‌ها، اجرای یک آماربرداری دقیق است. موضوعی که امروزه مورد نیاز مدیران و تصمیم‌گیران است، این است که وضعیت جاده‌های جنگلی چگونه است؟ اگرچه گزارش‌هایی به شکل شفاهی وجود دارند و یا بازدیدهایی از بعضی مناطق صورت گرفته است اما این‌ها مبنای محکمی برای قضاوت یا اعمال مدیریت نیستند. طرح پژوهشی حاضر با آماربرداری صددرصد از شبکه جاده‌های جنگلی در شهرستان‌های نکا و بهشهر، این وضعیت را مورد سنجش قرار داده‌است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این بررسی در جاده‌های جنگلی منطقه نکا و بهشهر به‌منظور شناسایی و بررسی وضعیت خسارت این جاده‌ها انجام شد. براساس اطلاعات موجود در کتابچه‌های طرح‌های جنگل‌داری، طول شبکه جاده‌های جنگلی بالغ بر ۷۰۱ کیلومتر است و متوسط بارندگی سالانه منطقه بین ۵۷۷ تا ۶۷۶ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه بین ۱۶ تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد هستند. اطلاعات اولیه مناطق مورد مطالعه در جدول یک به‌صورت خلاصه آورده شده است. اقلیم منطقه، معتدل مرطوب تا خیلی مرطوب است. شبکه جاده‌های موجود چندمنظوره است.

جدول ۱- اطلاعات عمومی مناطق مورد مطالعه

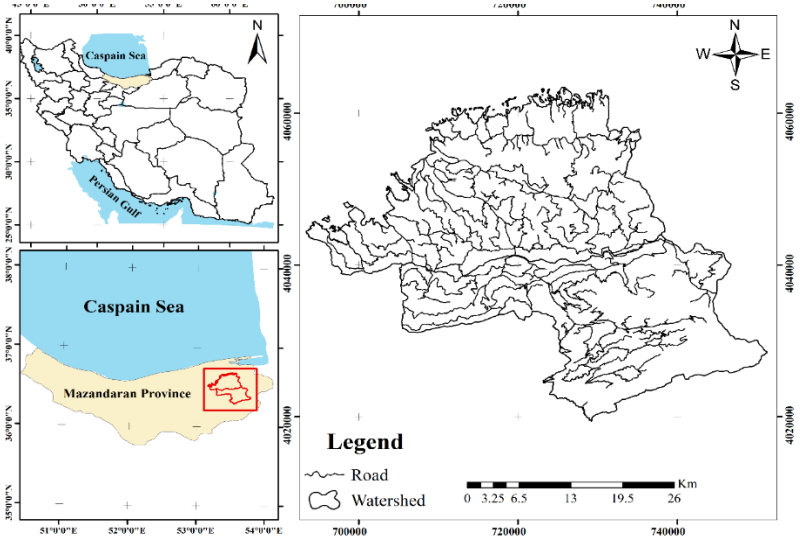
Table 1. General information of the studied region

مساحت Area (ha)	متوسط دمای سالیانه Mean annual temperature (°C)	متوسط بارندگی سالیانه Mean annual percipitation (mm)	ارتفاع از سطح دریا Altitude (m a.s.l.)	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	منطقه Region
82162	17	676	50	36°18′N 36°50′N	53°13′E 54°03′E	نکا Neka
6120.6	16	577	20	36°37′N 36°51′N	53°19′E 53°37′E	بهشهر Behshahr

جدول ۲- مشخصات جاده‌های مناطق مورد بررسی

Table 2. General information of the studied region

مجموع جاده‌ها Total Roads (Km)	جاده درجه ۳ Secondary road	جاده درجه ۲ Main road	جاده درجه ۱ Main access road	منطقه Region
274.4	88.8	148.7	36.9	نکا Neka
59.2	27	22.9	27	بهشهر Behshahr



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه ایران، استان مازندران، حوزه یک و دو شهرستان‌های نکا و بهشهر

Figure 1. The map of the study area - Iran, Mazandaran Province, Neka and Behshahr cities

روش انجام مطالعه

با توجه به نداشتن اطلاعات قبلی و نگرانی از توزیع نامتقارن خرابی در جاده‌ها، میزان خسارت در این تحقیق در مرحله اول به‌صورت غیر سیستماتیک برای کسب اطلاعات دقیق و موثق از آماربرداری صددرصد و توسط پیمایش زمینی کلیه‌ی جاده‌های جنگلی موجود در شهرستان‌های نکا و بهشهر انجام شد و تمام آسیب‌های موجود در جاده‌ها به‌صورت نقطه‌ای ثبت و مشخصات هر آسیب به‌طور کامل یادداشت شد. سپس، به‌منظور مقایسه روش نمونه‌برداری با آماربرداری صددرصد، جاده‌های حوزه نکا و بهشهر با توجه به وضعت توپوگرافی، شیب، دپو و سایر عوامل قطعه‌بندی و به‌صورت منظم تصادفی نمونه‌برداری شدند که طول قطعه‌ها نیز با توجه به مشخصات منطقه بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر آماربرداری شد. برای انتخاب نقطه شروع، ابتدا یک عدد تصادفی بین صفر تا ۲۰ انتخاب شد و به

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]
[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]

اندازه عدد تصادفی روی جاده حرکت صورت گرفت و نقطه شروع آماربرداری مشخص شد. در آخر، یک ترانسکت خطی عمود بر محور وسط جاده در نظر گرفته شد و ترانسکت‌های بعدی با فاصله ۲۰ متر از یکدیگر روی جاده پیاده شدند (Goudarzi & Najafi 2017).

برای شناسایی جاده‌ها، ضمن استفاده از کتابچه‌های طرح جنگل‌داری موجود، از سایر اطلاعات موجود در اداره جنگل‌داری شهرستان‌ها از قبیل نقشه‌ها و اطلاعات کارشناسان نیز استفاده گردید. در انتها و هنگام پیمایش زمینی، هر شاخه و انشعاب از جاده در صورت مشاهده، توسط جی‌پی‌اس ثبت شد. به‌منظور ارزیابی وضعیت سلامت و یا آسیب به جاده‌ها، هنگام پیمایش زمینی، هر گونه آسیب و یا مانع عبور در طبقات ذکر شده در جدول دو، دسته‌بندی شد و علت هر یک نیز ثبت گردید. همچنین، مشخصات تمامی نقطه‌های آسیب‌دیده وعلل آسیب به دو صورت غیرقابل پیشگیری (این نوع آسیب‌ها با وجود تمام تدابیر احتیاطی و پیشگیری، از وقوع آن‌ها نمی‌توان به‌طور کامل جلوگیری نمود) و آسیب قابل پیشگیری (توسط اقدامات احتیاطی و پیشگیری مناسب می‌توان از وقوع این نوع آسیب‌ها جلوگیری کرد) ثبت گردید.

برداشت نقاط آسیب دیده

عملیات میدانی آماربرداری صددرصد این تحقیق طی روزهای تابستان و پاییز سال ۱۴۰۱ به مدت ۶ ماه در جاده‌های جنگلی بهشهر و نکا با مجموع طول ۳۳۳/۶ کیلومتر (بهشهر ۵۹/۲ و نکا ۲۷۴/۴ کیلومتر) انجام شدند. بعد از آن، تجزیه و تحلیل اطلاعات و واردکردن آن‌ها به نرم‌افزارهای مربوطه انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی وضعیت سلامت و یا آسیب به جاده‌ها و وجود مانع عبور طبق راهنمای اولیه در جاده‌های جنگلی نکا و بهشهر در جداول زیر آورده شده‌اند که به‌طور خلاصه نتایج شرح داده می‌شوند.

جدول ۳- راهنمای کدها*

Table 3. The guide to codes

شماره No.	نوع آسیب Damage type	کد آسیب Damage code				
		V<1 مترمکعب m^3	1≤V≤5 مترمکعب m3	V>5 مترمکعب m^3	غیرقابل پیشگیری Unpreventable	قابل پیشگیری Preventable
1		11	12	13	14	15
2	ریزش دیواره خاک‌برداری Cut slope sliding رانش دیواره خاکریزی Fill slope sliding	21	22	23	24	25
3	لغزش جاده Road basement sliding	لغزش شانه Shoulder sliding	لغزش تا نیمه عرضی Half basement sliding	لغزش تمام جاده Full basement sliding	34	35
		31	32	33		
4	وجود چاله‌ی محدودکننده‌ی سرعت The presence of potholes		41		42	43
5	گرفتگی جوی کناری Side drain blockage گرفتگی آبروهای عرضی Culvert blockage	25٪	50٪	75٪	100٪	52	53
		61	62	63	64		
6	تخریب آبروهای عرضی Culvert destruction	71	72	73	74	65	66
7	انسداد مسیر توسط درخت افتاده Fallen trees		51		75	76
8					81	82

هر یک از کدها با بررسی و تشخیص میدانی کارشناس پروژه با توجه به داشتن تجربه کافی در این زمینه اندازه‌گیری و تشخیص داده شد.

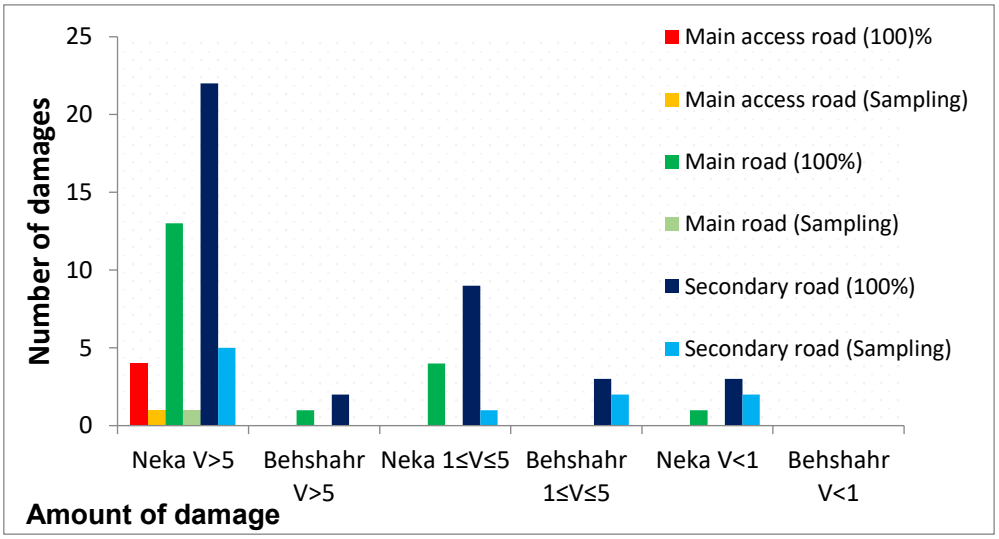
Each of the codes was measured and diagnosed through the field investigation and diagnosis by the project expert.

ریزش دیواره خاک‌برداری (کد ۱) و رانش دیواره خاکریزی (کد ۲)

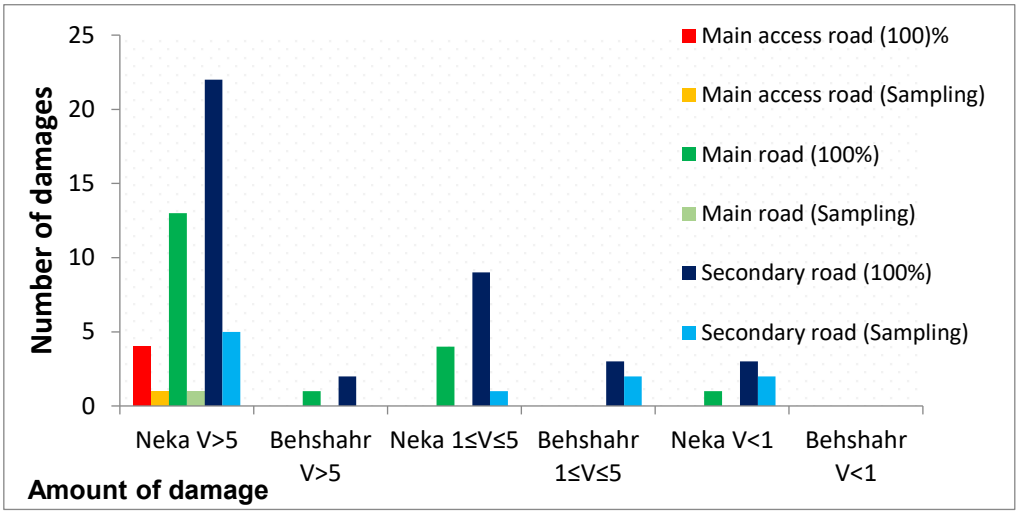
جدول شماره ۳، نتایج برداشت نقاط ریزش دیواره خاک‌برداری (کد ۱) و رانش دیواره خاکریزی (کد ۲) را نشان می‌دهد. بر این اساس، ۱۲ مورد ریزش دیواره خاک‌برداری در بهشهر و ۹۹ مورد ریزش دیواره خاک‌برداری در نکا مشاهده می‌شوند. این آسیب که در جاده‌های درجه یک، دو و سه رخ داده است به‌ترتیب ۶/۵۹ و ۱۱/۳۱ درصد از کل آسیب‌های ثبت شده را به‌خود اختصاص می‌دهد. همچنین، پنج مورد رانش دیواره خاکریزی در بهشهر و ۴۳ مورد رانش دیواره خاکریزی در نکا ثبت شده‌اند که به‌ترتیب ۲/۱۹ و ۵/۶ درصد از کل آسیب‌ها را شامل می‌شوند. همان طور که مشاهده می‌شود، آسیب‌های ریزش و رانش دیواره خاک‌برداری و خاکریزی اغلب با حجم بیشتر از ۵ مترمکعب هستند و حجم بین ۱ تا ۵ مترمکعب و کمتر از یک متر مکعب کمترین میزان را داشتند. شیروانی در جاده‌های کوهستانی، نوعی بریدگی است که ثبات و تعادل طبیعی دامنه‌ها را به‌هم می‌زند و می‌تواند عامل ایجاد لغزش و رانش در کنار جاده‌ها شود. این موضوع در مطالعات نیکویی‌مهر و همکاران (NekooiMehr *et al*., 2006) و عزیزی و حسینی (Azizi & Hosseini, 2015) نیز مشاهده شده‌است.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]

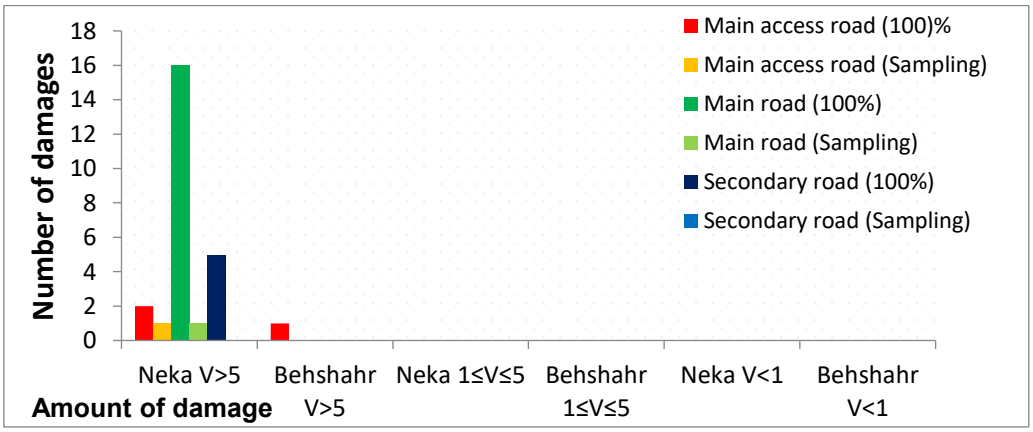
[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]



شکل ۲– آسیب‌های قابل پیشگیری ریزش دیواره خاک‌برداری
Figure 2. Preventable cut slope sliding damage

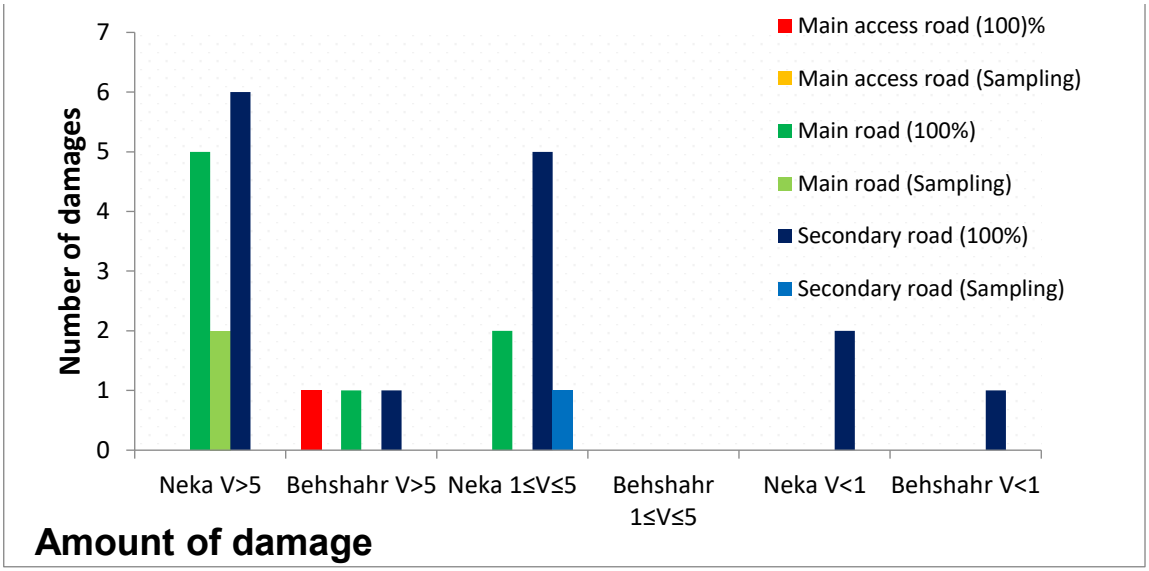


شکل ۳– آسیب‌های غیرقابل پیشگیری ریزش دیواره خاک‌برداری
Figure 3. Unpreventable cut slope sliding damage



شکل ۴– آسیب‌های قابل پیشگیری رانش دیواره خاکریزی
Figure 4. Preventable fill slope sliding damage

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]
[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]

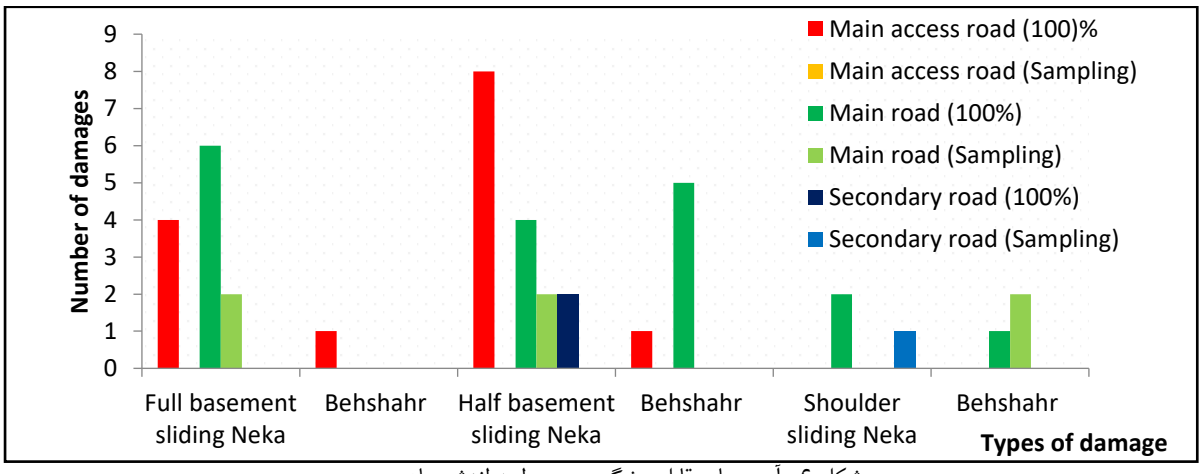


شکل ۵- آسیب‌های غیرقابل پیشگیری رانش دیواره خاکریزی
Figure 5. Unpreventable fill slope sliding damage

لغزش جاده (کد ۳)

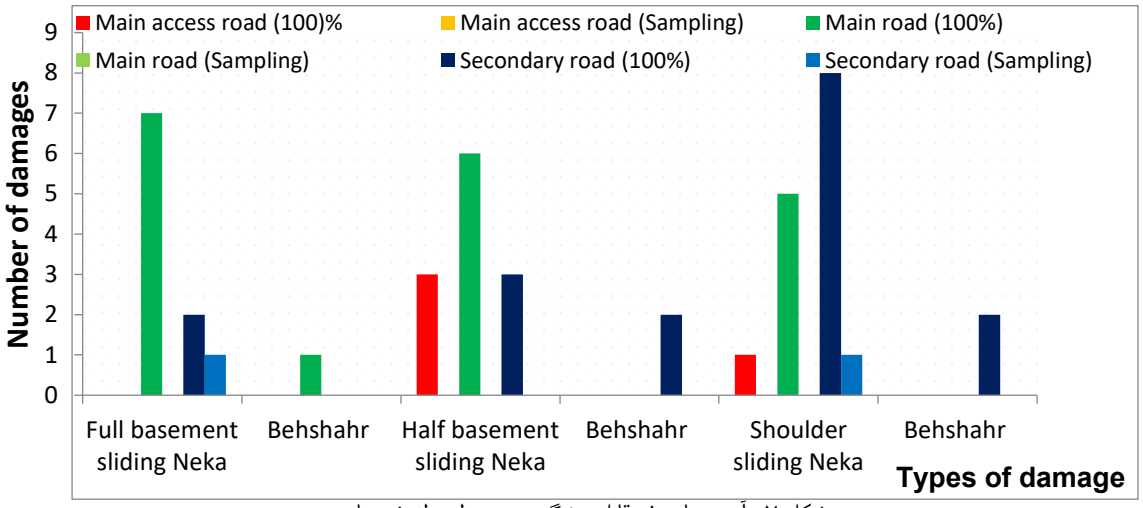
وقوع لغزش و رانش از مسائل مهم در جاده‌های جنگلی کوهستانی هستند. جدول شماره ۴ نتایج برداشت نقاط لغزش جاده (کد۳) را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، در طول مسیر برداشت در جاده جنگلی بهشهر ۷/۱۴ درصد و در جاده جنگلی نکا ۷/۰۸ درصد از آسیب‌های ثبت شده مربوط به لغزش جاده هستند که به‌صورت لغزش در شانه جاده، نیمه عرضی جاده و در تمام سطح جاده رخ داده‌اند.

این آسیب در هر سه نوع جاده درجه یک، دو و سه مشاهده گردید. گزارش حمزه و امیری (Hamzeh & Amiri, 2020) نشان می‌دهد که وقوع لغزش و رانش سبب افزایش هزینه نگهداری در جاده‌های جنگلی می‌شود. لذا شناسایی این مناطق از راهکارهای موثر جهت کاهش خسارت‌های ناشی از وقوع زمین لغزش‌ها است. همچنین، عدم توجه به این مسئله می‌تواند باعث بروز خسارات شدید به لایه‌های اساس، زیر اساس و شیروانی‌های خاکی جاده شود. نتایج بعضی تحقیقات نیز این مسئله را تایید می‌نمایند (Parsakhoo *et al*., 2022; Hosseini *et al*., 2004).



شکل ۶- آسیب‌های قابل پیشگیری مربوط به لغزش جاده
Figure 6. Preventable road basement sliding damage

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]
[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]



شکل ۷- آسیب‌های غیرقابل پیشگیری مربوط به لغزش جاده
Figure 7. Unpreventable Road basement sliding damages

وجود چاله‌ی محدودکننده‌ی سرعت (کد ٤)

جدول شماره ۴ نتایج وجود چاله‌ی محدودکننده‌ی سرعت (کد۴) را نشان می‌دهد. طبق نتایج این پژوهش، ۴۷ مورد چاله‌ی محدودکننده‌ی سرعت در جاده بهشهر و ۱۲۰ مورد در جاده نکا ثبت شده‌اند که به‌ترتیب ۲۳/۰۷ درصد و ۱۳/۱۴ درصد از کل آسیب‌های ثبت شده را شامل می‌شوند. این آسیب‌ها در جاده‌های درجه یک، دو و سه مشاهده گردیدند. چنان که در مطالعه قویدل و همکاران (۲۰۲۱) مشاهده می‌شود، لایه رویه جاده یکی از مهم‌ترین اجزای ساختمانی جاده‌ها است که نقش مهم و مؤثری در بارگذاری و ترافیک پذیری جاده ایفا می‌کند (Ghavidel *et al*., 2021). ویسر و همکاران (Visser *et al*., 2009) نیز بر این باورند که روسازی جاده‌های جنگلی سرمایه با ارزشی در مدیریت جنگل است که هر ساله هزینه‌های زیادی صرف تعمیر و نگهداری آن‌ها می‌شود. لذا، لایه رویه جاده‌های جنگلی باید طوری مدیریت شود که با حفظ کارآیی بتواند با گذشت زمان در سطح قابل قبول مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، اویوما و همکاران (Ouma *et al*., 2015) دریافتند که چاله‌ها در جاده‌هایی با شیب‌های نزدیک به صفر ایجاد می‌شوند که علل آن جمع‌شدن آب روی سطح روسازی، نامناسب بودن زهکش عرضی و خارج شدن تاج از شکل اصلی هستند. در شکل ۸، نمایی از چاله‌های محدودکننده سرعت نشان داده شده است.

جدول ۴- آسیب‌های مربوط به وجود چاله‌ی محدودکننده‌ی سرعت

Table 4. Speed-limiting pothole damage

شماره No.				تعداد آسیب Damage count			
				100%		Sampling	
				بهشهر Behshahr	نکا Neka	بهشهر Behshahr	نکا Neka
4	وجود چاله‌ی محدود کننده‌ی سرعت کد(۴) Speed-limiting potholes Code(4)	قابل پیشگیری Preventable	جاده درجه۱ Main access road	28	34	6	5
			جاده درجه۲ Main road	8	31	1	4
			جاده درجه۳ Secondary road	1	0	1	0
		غیرقابل پیشگیری Unpreventable	جاده درجه۱ Main access road	0	1	0	0
			جاده درجه۲ Main road	3	22	1	1
			جاده درجه۳ Secondary road	7	32	1	5

شکل ۸- نمایی از چاله‌های محدودکننده‌ی سرعت
Figure 8. A view of the speed-limiting potholes

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]
[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]

گرفتگی جوی کناری (کد ۵)

جدول شماره ۵ نتایج گرفتگی جوی کناری (کد ۵) را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از برداشت آسیب‌ها نشان می‌دهند که در طول مسیر برداشت، در بهشهر ۶۸ نقطه و در نکا ۲۱۲ نقطه دارای گرفتگی جوی کناری در هر سه نوع جاده درجه یک، دو و سه هستند که به‌ترتیب ۴۰/۶۵ و ۲۴/۳۴ درصد از کل آسیب‌ها را شامل می‌شوند. جوی کناری در مناطق مورد مطالعه به دلیل عدم رعایت اصول نگهداری و گرفتگی ناشی از ریزش خاک دامنه و برگ درختان، قادر به هدایت آب جمع شده و ایفای نقش خود به‌عنوان زهکش نیست. پارساخو و همکاران نیز بیان می‌کنند که جوی کناری به‌منظور زهکشی جریانات سطحی و حفاظت از ساختمان جاده ساخته می‌شود و در بارندگی‌های شدید، تحت تأثیر سرعت رواناب دچار فرسایش شده، رسوبات را به‌صورت بار معلق به رودخانه‌ها و اکوسیستم‌های آبی منتقل می‌کند (Parsakhoo *et al*., 2019). لذا، پایش و حفاظت از جوی کناری از ضرورت بالایی برخوردار هستند. نتایج این پژوهش با یافته‌های محمدزایی و همکاران نیز مطابقت دارند. همان طور که در شکل ۹ مشاهده می‌شود، جوی‌های کناری توسط پوشش گیاهی مسدود شده‌اند (Mohammadzaei *et al*., 2014).

جدول ۵- آسیب‌های مربوط به گرفتگی جوی کناری

Table 5. Side drain blockage damage

شماره No.				تعداد آسیب Damage count			
				100%		Sampling	
				بهشهر Behshahr	نکا Neka	بهشهر Behshahr	نکا Neka
4	وجود چاله‌ی محدود کننده‌ی سرعت کد(۴) Speed-limiting potholes Code(4)	قابل پیشگیری Preventable	جاده درجه۱ Main access road	28	34	3	4
			جاده درجه۲ Main road	8	31	4	12
			جاده درجه۳ Secondary road	1	0	2	16
		غیرقابل پیشگیری Unpreventable	جاده درجه۱ Main access road	0	1	0	0
			جاده درجه۲ Main road	3	22	0	0
			جاده درجه۳ Secondary road	7	32	0	0

شکل ۹- نمایی از گرفتگی جوی کناری

Figure 9. A view of the side drain blockage

گرفتگی آبروی عرضی (کد ٦) و تخریب آبروهای عرضی (کد ۷)

جدول شماره ۶ نتایج گرفتگی آبروی عرضی و تخریب آبروهای عرضی را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از برداشت آسیب‌ها نشان می‌دهند که در طول مسیر برداشت بهشهر در شش منطقه گرفتگی آبروی عرضی و در چهار منطقه تخریب آبروی عرضی در جاده‌های درجه دو و سه رخ داده‌اند که به‌ترتیب ۳/۲۹ و ۲/۷۴ درصد از کل آسیب‌ها را شامل می‌شوند. در نکا نیز ۱۱۰ منطقه دچار گرفتگی آبروی عرضی شده‌اند و در ۶۳ منطقه تخریب آبروی عرضی رخ داده است که به‌ترتیب ۱۲/۴۵ و ۱۲/۲۲ درصد از کل آسیب‌ها را شامل می‌شوند. نتایج حاصل نشان‌دهنده عدم اجرای صحیح و منظم عملیات تعمیر و نگهداری هستند. همان‌طور که در مطالعه طالبی و همکاران مشاهده می‌شود، ابعاد و موقعیت آبروها از عوامل تعیین‌کننده‌ای هستند که با در نظر گرفتن آن‌ها به شکل صحیح و رعایت اصول نگهداری می‌توان میزان رسوبات حاصل از جاده و آلودگی‌های ناشی از آن را به نحو چشمگیری کاهش داد. بنا بر این، جهت جلوگیری از تخریب ساختمان فنی جاده‌ها، فرسایش و تولید رسوب، ضروری است سیستم زهکشی جاده‌های جنگلی مطابق با استانداردها و با توجه به اهمیت سیستم زهکشی در جاده‌های جنگلی ساخته و نگهداری شود. همچنین، به‌دلیل عدم اجرای به موقع عملیات تعمیر و نگهداری، در حدود ۵۰ درصد پرشدگی و گرفتگی در آبروی عرضی رخ داده‌است که با نتایج این پژوهش منطبق است (Talebi *et al*., 2017). همچنین، محمدزایی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که کم بودن شیب لوله، انباشته شدن رسوب و برگ درختان را در داخل مجاری لوله تسهیل می‌کند (Mohammadzaei *et al*., 2014).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]

جدول ۶- آسیب‌های غیرقابل پیشگیری مربوط به گرفتگی آبروی عرضی و تخریب آبروهای عرضی

Table 6. Unpreventable culvert blockage & destruction damage

شماره No.			درصد گرفتگی و تخریب آبرو (Culvert blockage & destruction percentage)							
			25%		50%		75%		100%	
			بهشهر Behshahr	نکا Neka	بهشهر Behshahr	نکا Neka	بهشهر Behshahr	نکا Neka	بهشهر Behshahr	نکا Neka
6	گرفتگی آبروی عرضی کد (۶) Culvert blockage Code (6)	100%	0	9	0	0	0	0	0	0
			1	9	3	23	0	18	0	8
		Sampling	0	9	1	18	1	8	0	8
			0	0	0	0	0	0	0	0
			0	6	0	3	0	5	0	0
			0	3	0	5	0	3	0	1
7	تخریب آبروی عرضی کد (۷) Culvert destruction Code (7)	100%	0	5	1	0	0	0	0	0
			1	18	18	1	11	1	0	10
		Sampling	0	7	14	1	3	0	0	7
			0	0	0	0	0	0	0	0
			0	5	4	0	3	0	0	0
			0	2	6	0	1	0	0	0

شماره No.				تعداد آسیب Damage count			
				100%		Sampling	
				بهشهر Behshahr	نکا Neka	بهشهر Behshahr	نکا Neka
8	سد عبور توسط درخت افتاده کد(۸) Crossing barriers by fallen trees Code(8)	قابل پیشگیری Preventable	جاده درجه۱ Main access road	11	0	2	0
			جاده درجه۲ Main road	0	0	0	0
		غیرقابل پیشگیری Unpreventable	جاده درجه۳ Secondary road	0	4	0	0
			جاده درجه۱ Main access road	0	5	0	2
			جاده درجه۲ Main road	7	78	2	11
			جاده درجه۳ Secondary road	7	29	2	7

سد عبور توسط درخت افتاده (کد ۸)

جدول شماره ۷ انسداد مسیر توسط درخت افتاده را نشان می‌دهد. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده ۲۵ نقطه سدشدگی توسط درخت افتاده در جاده بهشهر و ۱۱۵ مورد در جاده نکا هستند که در هر سه نوع جاده درجه یک، دو و سه رخ داده‌اند و به‌ترتیب ۱۴/۲۸ و ۱۳/۸۲ درصد از کل آسیب‌ها را شامل می‌شوند. رمضانی میله‌سرا و نمیرانیان (Ramezani Mileh Sera & Namiranian, 2020) درختان بادافتاده را از علل بروز خسارت‌هایی از جمله ریشه‌کنی و فرسایش خاک، شکستن شاخه‌های درختان سرپای دیگر و گاهی اوقات مسدودشدن بخشی از شبکه جاده‌های جنگلی برشمردند. همچنین آن‌ها بیان می‌کنند که می‌توان از علت‌های بادافتادگی درختان را جهت عمومی بادها یا فضای خالی مسیرهای چوبکشی و جاده‌ها دانست. نتایج مطالعه ایشان نیز با پژوهش حاضر منطبق هستند. در شکل ۱۰، نمایی از سد عبور در عرض جاده توسط تنه‌ی درخت نشان داده شده‌است.

جدول ۷- انسداد مسیر توسط درخت افتاده

Table 7. Crossing barriers by fallen trees

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]

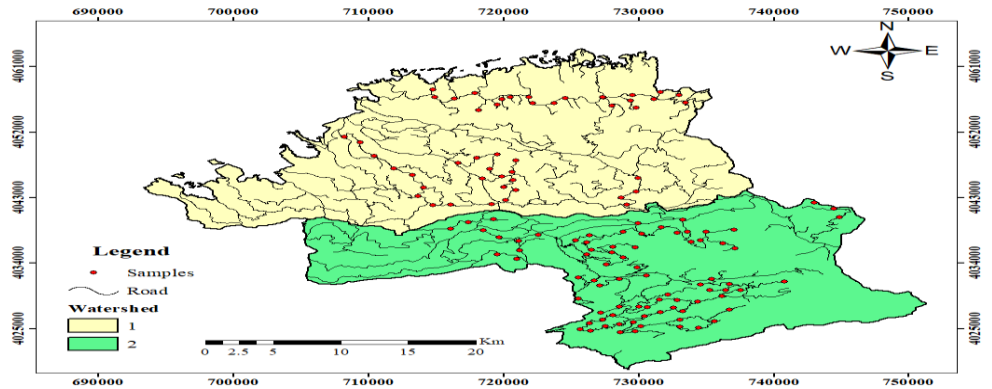
شکل ۱۰- نمای مسیری باز شده از درخت سد معبر
Figure 10. The view of an open path from the fellen tree

مجموع آسیب‌ها

جدول شماره ۸ مجموع آسیب‌ها در جاده‌های جنگلی نکا و بهشهر را نشان می‌دهد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند که آسیب‌های قابل پیشگیری روش ۱۰۰٪ در بهشهر و در جاده‌های درجه یک و دو و سه به‌ترتیب ۸۲، ۴۱ و ۸ مورد بودند. این آسیب‌ها در نکا به‌ترتیب ۷۹، ۲۱۱ و ۷۸ مورد بودند و آسیب‌های قابل پیشگیری روش نمونه‌برداری در بهشهر و در جاده‌های درجه یک و دو و سه به‌ترتیب ۱۱، ۹ و ۳ مورد بودند. این آسیب‌ها در نکا به‌ترتیب ۱۲، ۲۴ و ۱۷ مورد بودند. در مورد آسیب‌های غیر قابل پیشگیری روش ۱۰۰٪، نتایج نشان دادند که در شهرستان بهشهر در جاده‌های درجه یک، دو و سه به‌ترتیب ۱، ۲۰ و ۲۸ مورد آسیب وجود داشتند و در شهرستان نکا این آسیب‌ها در جاده های درجه یک، دو و سه به‌ترتیب برابر ۲۹، ۲۵۸ و ۱۹۵ مورد بودند. نتایج آسیب‌های غیرقابل پیشگیری روش نمونه‌برداری نشان داند که در شهرستان بهشهر در جاده‌های درجه یک، دو و سه به‌ترتیب ۰، ۴ و ۳ مورد آسیب وجود داشتند و در شهرستان نکا این آسیب‌ها در جاده‌های درجه یک، دو و سه به‌ترتیب برابر ۳، ۴۵ و ۴۴ مورد بودند.

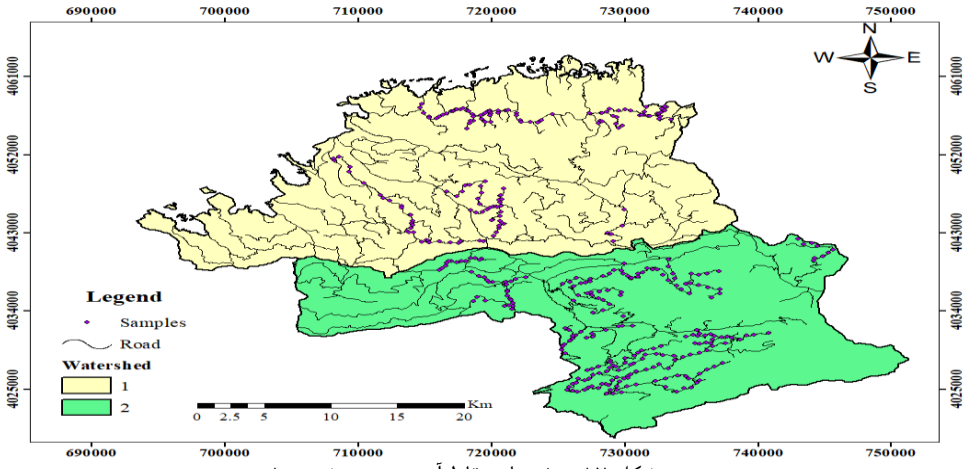
جدول ۸- تعداد نقاط آسیب‌دیده
Table 8. The number of damaged points

شماره No.				تعداد آسیب Damage count			
				100%		Sampling	
				بهشهر Behshahr	نکا Neka	بهشهر Behshahr	نکا Neka
8	مجموع آسیب‌ها Total damage	قابل پیشگیری Preventable	جاده درجه۱ Main access road	82	79	11	12
			جاده درجه۲ Main road	41	211	9	24
			جاده درجه۳ Secondary road	8	78	3	17
		غیرقابل پیشگیری Unpreventable	جاده درجه۱ Main access road	1	29	0	3
			جاده درجه۲ Main road	20	258	4	45
			جاده درجه۳ Secondary road	28	195	3	44



شکل ۱۱- مختصات نقاط آسیب‌دیده روش نمونه‌برداری
Figure 11. Coordinates of damaged points in the sampling method

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]
[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]



شکل ۱۲- مختصات نقاط آسیب‌دیده روش ۱۰۰ درصد
Figure 12. The coordinates of the damaged points in the 100% method

نتیجه‌گیری کلی

شبکه جاده‌های جنگلی از جمله سرمایه‌گذاری‌های سنگین طرح‌های جنگل‌داری، پارک‌داری، مدیریت منابع طبیعی و طرح‌های توسعه‌ای کشور است. کنترل ساختمان جاده و پایداری شیروانی‌های آن از موارد مهم در عملیات تعمیر و نگهداری جاده هستند، که عدم توجه به این مسئله می‌تواند باعث خسارات شدید به لایه‌های اساس، زیراساس و شیروانی‌های خاکی جاده شود. هدف از عملیات تعمیر و نگهداری جاده‌های جنگلی، حفظ ساختار جاده، رانندگی مطمئن، حداقل کردن اثرات منفی زیست محیطی، عبور و مرور بدون مشکل وسائل نقلیه و غیره است. عدم اجرای عملیات تعمیر و نگهداری جاده‌های جنگلی، عواملی مانند افزایش هزینه‌های تعمیر وسائل نقلیه، کاهش سرعت و ایمنی، افزایش رسوب و اثرات منفی بر محیط و از بین رفتن جاده و هزینه بالای ساخت مجدد را ایجاد می‌کند. به‌طور کلی، مدیران راه‌های جنگلی می‌دانند که برای حفظ و نگهداری مناسب جاده‌های جنگلی برای اهداف لجستیکی و زیست‌محیطی چه باید کرد. درحالی‌که مسائل فنی، به‌ویژه در سازگاری با تغییرات آب و هوایی، درک گزینه‌های تعمیر و نگهداری و پشتیبانی تصمیم‌گیری برای اجرای این گزینه‌ها همچنان باقی است، بزرگترین چالش‌هایی که مدیران راه با آن مواجه‌اند، مسائل اجتماعی و بودجه هستند. این‌ها همه موضوعاتی هستند که در سطح محلی و یا سازمان وجود دارند. در این پژوهش، بیشترین آسیب ثبت شده در بهشهر به ترتیب در جاده‌های درجه یک، دو و سه رخ داده است و در نکا به‌ترتیب جاده‌های درجه دو، سه و یک را شامل می‌شود. با وجود صرف هزینه‌های سنگین طراحی و ساخت شبکه جاده جنگلی در منطقه مورد مطالعه، در سال‌های اخیر عملیات تعمیر و نگهداری ضروری و پیشگیری‌کننده از آسیب‌ها انجام نشده‌اند. لذا، پایش مرتب، قابل اعتماد و دائمی شبکهٔ جاده‌ها جهت تعیین و اولویت‌بندی نیازهای تعمیر و نگه‌داری، یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر در جهت تعمیر و نگهداری جاده‌های موجود، حفظ اصل تولید پایدار و حفظ محیط زیست است. نتایج این بررسی را می‌توان به منزلهٔ یک الگو برای پایش شبکهٔ جاده‌های جنگلی مورد استفاده قرار داد و در جهت ارائه راهکارهای تعمیر و نگهداری و تعمیرات دوره‌ای جاده‌های موجود در منطقهٔ مورد مطالعه به کار برد. آب باران و برف از مهم‌ترین عوامل تخریب جاده‌ها است که در صورت عدم کارآیی سیستم زهکشی، به اجزای تحتانی سازه جاده نفوذ می‌کند؛ به‌همین دلیل، ساختمان کانال‌ها از اهمیت زیادی برخورداراست. بنابراین، زهکشی جاده‌ها و لایروبی کانال‌های جاده از مواردی هستند که باید دائم پایش شوند و با این کار می‌توان خسارت به جاده‌ها را تا حد زیادی کاهش داد.

با توجه به موارد ذکرشده در بالا، برای تعمیر و نگهداری جاده‌های جنگلی می‌توان روش‌هایی را برای بهبود وضعیت این جاده‌ها پیشنهاد داد. از جمله بازررسی دائم، بررسی وضع کانال‌ها، دهانه آبروها، سطح جاده، پل‌ها و دیواره خاک‌برداری و خاکریزی، محل خروجی آب از آبروها و تعمیرات به‌منظور ترمیم خسارات ناشی از اثر عوامل مخرب انسانی و طبیعی مانند، آب، یخبندان، رویش علوفه، حرکت و نشست خاک و نیز صدمات وارده در اثر تردد وسایل معمولی مانند ایجاد چاله‌ها و کرکره‌ای شدن سطح جاده

– با توجه به داشتن آمار کامل نقاط آسیب دیده، اجرای نوعی طرح آماری و برآورد دقت آن، مثلاً نمونه‌برداری براساس پارسل‌های مختلف هر سری و یا روش‌های دیگر

- استفاده از تشک کنترل فرسایش با ترکیب‌های مواد مختلف مانند کاه و کلش، نانوزئولیت و خرده چوب در ترانشه‌های جاده جنگلی که دارای خاک‌های بدون پوشش گیاهی به‌منظور تقلیل فرسایش و هدررفت خاک (Askari *et al*., 2024)

– انجام تحقیقات مشابه در مناطق دیگر

– مقایسه جاده‌های با وضع موجود در مناطق جنگلی و غیرجنگلی

– پایش منظم شبکه جاده‌ها توسط سازمان منابع طبیعی

– اجرای به موقع عملیات تعمیر و نگهداری جاده‌های جنگلی.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]

References

Askari, B., Nasiri, M., & Lotfalian, M. (2024). Effects of temporary erosion control blanket and grass cover on the rates of runoff and sediment in the cut and fill slopes of forest roads using a rainfall simulation test. *J Watershed Manage Res*. 15(1), 52-62. doi:10.61186/jwmr.15.1.52

Azizi, Z., & Hosseini, A. (2015). Evaluation of slope failure potential in forest roads (Case study: 46th watershed, North of Iran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(3), 573-582. doi: 10.22092/ijfpr.2015.105661. [In Persian]

Demir, M. (2012). Interactions of Forest Road, Forest Harvesting and Forest Ecosystems. In Forest Ecosystems-More than Just Trees, InTec, 415-431.

Ehsani, A. (2003). Reviewing the role and rejation between xoil geomorphology and vegetation cover in Behshahr water basin. *Pajouhesh-va-Sazandegi,* 16(60), 93-102. https://sid.ir/paper/20058/en. [In Persian]

Eskandari, S., & Jalilvand, H. (2017). Effect of weather changes on fire regime of Neka and Behshahr forests. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 15(1), 30-39. [In Persian]

Fakhri, M., Alaleh, M., & Edrisi, A. (2016). Pavement Maintenance and Rehabilitation Optimization Model by Considering User Costs for Iran. *Quarterly Journal of Transportation Engineering*, 7(3), 523-540

Ghajar, I., Pooremam, A., Naghdi, R., & Nikooy, M. (2019). Shade trees effects on some forest road pavement destruction indexes. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 27(1), 77-89. doi: 10.22092/ijfpr.2019.119183

Ghavidel, P., Naghdi, R., Ghajar, I., & Mirzaei, M. (2021). Evaluation of pavement distress on forest road curves (Case study: Shanderman watershed). *Forest Research and Development,* 7(2), 249-261. doi: 10.30466/jfrd.2020.53081.1499

Gholizadeh, O., & Khormali, F. (2018). Clay mineralogy and evolution of soils in a catena in Behshahr area, Mazandaran Province. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 8(3), 97-114. doi: 10.22069/ejsms.2018.8656.1520

Goudarzi, R., & Najafi, A. (2017). Multi-criteria decision-making methods in the management of forest road maintenance. *Forest and Wood Products*, 70(4), 627-636. [In Persian]

Grajewski, S. M. (2022). Forest road engineering in Poland: current status and development perspectives. *sylwan*, 166(02).

Grigolato, S., Pellegrini, M., & Cavalli, R. (2013). Temporal analysis of the traffic loads on forest road networks. *iForest-Biogeosciences and Forestry*,6(5), 255.

Hamzeh, S., & Amiri, A. (2020). Landslide hazard zoning using weighted overlay and Analytic Network Process Methods-Case study: Nasrabad region in Golestan Province. *Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 29(114), 117-132 [In Persian]

Heidari, M. J., Najafi, A., & Alavi, S. J. (2017). Detecting the warning level of forest roads pavement using the genetic algorithm. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, *24*(4), 577-586. [In Persian]

Hosseini, S. A., Sarikhani, N., & Majnounian, B. (2004). Study of the Landslide and its Classification in Khyroudkenar Forest (Noushahr-Mazandaran Province). *Caspian Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 2, 32-39.

Kazemi, S., Hojjati, S. M., Fallah, A., & Barari, K. (2015). Effect of single selection Method on woody and herbaceous plant biodiversity in Khalil-Mahale forest, Behshahr. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 4(11), 15-26 [In Persian]

Law of the 6th five-year economic, social and cultural development program of the Islamic Republic of Iran. (2016). Center for Documents, Records and Publications, Tehran, p175 [In Persian]

Lotfalian, M., & Parsakhoo. A. (2012). Forest road network planning. *Aizh Publications*, *Tehran*, p155. [In Persian]

Majnounian, B., Abdi, E., Zoberi, M., & Puya, K. (2010). Monitoring the constructed forest road network in terms of longitudinal axis and transverse profile standards. *Forest and Wood Products*, 63(2), 177-186 [In Persian]

Mohammadzaei, S., Hosseini, S. A., Lotfalian, M., & Nasiri, M. (2014). Investigating the sliding and sliding of forest roads according to the characteristics of soil and bedrock. *The second national conference on sustainable agriculture and natural resources*, p7 [In Persian]

Morgan, R. P. C., & Nearing, M. A. (2011). Handbook of Erosion Modelling.

Nekooimehr, M., Rafatnia, R., Raisian, R., Jahanbazi, H., Talebi, M., & Abdolahi, K. (2006). Impact of road construction on forest destruction in Bazoft region. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 14(3), 243-228

Ouma, Y. O., Opudo, J., & Nyambenya, S. (2015). Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS for road pavement maintenance prioritization: methodological exposition and case study. *Advances in Civil Engineering*, *2015*.

Parsakhoo A, Rezaei motlagh A, Matin Nia B., & Gholami, Z. (2022). Effect of the road technical and drainage properties on roadside landslides in watershed 85 in Golestan province. *Ecology of Iranian Forest,* 10(19), 47-55. doi:10.52547/ifej.10.19.47

Parsakhoo, A., Khandouzi, R., Sheikh, V., & Mohammad Ali Pourmalekshah, A. A. (2019). Comparison of the effect of riprap, herbaceous textile and grass cover on reduction of sediment yield from the ditch

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]

of forest roads. *Journal of Water and Soil Conservation*, 25(6), 255-267. doi: 10.22069/jwsc.2019.15142.3031

Ramezani Mileh Sera, F., & Namiranian, M. (2020). Identifying and locating wind-fallen trees in the forest and providing quantitative components using rotational forest operations (case study: Khairud Nowshahr Forest Nursery Series). *The 8th National Conference on Civil Engineering, Architecture and Sustainable Urban Development of Iran*, p7 [In Persian]

Safaei, S., Akbari, H., Lotfalian, M., & parsakhoo, A. (2023). Determination of the most Important Factors of Pavement Demolition of Forest Roads in Azar Roud Watershed. *J Watershed Manage Res*. 14(28), 68-77. doi:10.61186/jwmr.14.28.68 URL: http://jwmr.sanru.ac.ir/article-1-1057-fa.html

Safari, A. (2010). Optimum primary transport network assessment and evaluation economic investment stakeholder (Case study: vaston distric Mazandaran province). *5th Nation conference of Civil Engineering.*

Sarie, F., Bisri, M., Wicaksono, A., & Effendi, R. (2015). Types of Road Pavement Damage for Road on Peatland, A Study Case in Palangkaraya, Central Kalimantan, Indonesia. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology,* 9(12), 53-59.

Sarikhani, N., & Majnounian, B (2011). Guide to planning, implementation and exploitation of forest roads. Publication No. 131, Vice President of Strategic Supervision of Technical System Affairs. p159 [In Persian]

Talebi, M., Majnounian, B., Abdi, E., & Elahian, M. R. (2017). Assessment of forest road drainage system in Arasbaran region. *Scientific journal of protection and exploitation of natural resources,* 6(1), 51-61. doi: 10.22069/ejang.2017.8553.1247

Visser, R., McGregor, R., & Fairbrother, S. (2009). Forest road pavement design in New Zealand. http://hdl.handle.net/10092/2621

Washburn, S., & Mannering, F. (2019). Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis, 7th edition.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-06-25]

[DOI: 10.61882/jwmr.2024.1259]