

## Impact of forestry project suspensions on forest road network conditions in the north of Iran (Case study: Golestan province)

Aidin Parsakhoo<sup>\*1</sup>, Ali Akbar Rostaghi<sup>2</sup>, Davoud Moghadasi<sup>3</sup>,  
Milad Ghezelsefloo<sup>4</sup>, Ayoub Rezaee Motlagh<sup>5</sup>

1. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Forestry, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [parsakhoo@gau.ac.ir](mailto:parsakhoo@gau.ac.ir)
2. Ph.D. Student, Dept. of Forestry, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [rostaghi@gau.ac.ir](mailto:rostaghi@gau.ac.ir)
3. Ph.D. Student, Dept. of Forestry, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [davoodmoghadasi30@gmail.com](mailto:davoodmoghadasi30@gmail.com)
4. M.Sc. Student, Dept. of Forestry, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [miladghezelsefloo7068@gmail.com](mailto:miladghezelsefloo7068@gmail.com)
5. Ph.D. Graduate, Dept. of Forestry, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [aiubrezaee@yahoo.com](mailto:aiubrezaee@yahoo.com)

### Article Info

**Article type:**  
Full Length Research Paper

**Article history:**  
Received: 08.13.2023  
Revised: 10.18.2023  
Accepted: 11.17.2023

**Keywords:**  
Loading capacity,  
Protective control,  
Transportation length,  
UPCI

### ABSTRACT

**Background and Objectives:** One of the most important consequences of forestry project suspensions during the breathing period is the abandonment of forest roads and their lack of care and maintenance, and as a result, the deterioration of this national capital. This study aims to investigate the effect of such suspensions on transportation efficiency, road capacity (CBR), reduction of the condition index of the unpaved roads (UPCI), and overall network health in Golestan province, Iran.

**Materials and Methods:** We evaluated changes in the active transportation length and protective control area (200 meters from roadsides) of forest roads in 12 projects across Golestan province five years after project cessation. Data from Rezaiyan 1, Sorkhdari, Shamushek, Shast Kalate, Arab Dagh, Loveh 1-4, and Livan 1-2 were analyzed using a geographic information system (GIS). The protection control percentage was calculated as the road network area divided by the total forest area. Additionally, UPCI (Unpaved Roads Condition Index) and CBR (California Bearing Ratio) analyses were conducted on representative road types (first, second, and third class) in Shast-Kalate (Mediterranean climate), Rezaiyan (semi-humid), and Arab-Dagh (semi-arid) to assess their condition compared to optimal values.

**Results:** The study revealed a 10.4% decrease in active transportation length and a 5.2% decrease in protective control area over the five years. UPCI analysis indicated a decline in road conditions. In Shast-Kalate (Mediterranean), second and third-class roads degraded to poor condition (UPCI: 3.9 and 2.9, respectively). Arab-Dagh (semi-arid) first-class roads remained in good condition (UPCI: 6.29), while second and third-class (UPCI: 4.23 and 3.97) declined to fair condition (UPCI=5.23). Rezaiyan (semi-humid) first-class roads were fair, while second and third-class roads (UPCI: 4.39 and 2.68) deteriorated to poor and very poor conditions, respectively. CBR values also fell below the normal range, signifying a significant reduction in network capacity.

---

**Conclusion:** The declining UPCI, CBR, and protective control indicate the urgency of immediate network protection. Continued neglect will exacerbate road damage, further reducing transportation efficiency and protective control. The study establishes critical thresholds for UPCI failure (4 in semi-arid, 4.5 in Mediterranean, and 5 in semi-humid climates) and CBR failure (10). Continuous monitoring and timely maintenance are necessary to prevent UPCI and CBR from falling below these thresholds.

---

Cite this article: Parsakhoo, Aidin, Rostaghi, Ali Akbar, Moghadasi, Davoud, Ghezelsefloo, Milad, Rezaee Motlagh, Ayoub. 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.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/JWFST.2024.21640.2029

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

---

## بررسی پیامدهای توقف طرح‌های جنگلداری در دوره تنفس بر وضعیت شبکه جاده‌های جنگلی شمال (مطالعه موردی: استان گلستان)

آیدین پارساخو<sup>۱\*</sup>، علی‌اکبر رستاقی<sup>۲</sup>، داود مقدسی<sup>۳</sup>، میلاد قزل‌سفلو<sup>۴</sup>، ایوب رضایی مطلق<sup>۵</sup>

۱. نویسنده مسئول، دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.  
رایانامه: [parsakhoo@gau.ac.ir](mailto:parsakhoo@gau.ac.ir)
۲. دانشجوی دکتری گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.  
رایانامه: [rostaghi@gau.ac.ir](mailto:rostaghi@gau.ac.ir)
۳. دانشجوی دکتری گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.  
رایانامه: [davoodmoghadas30@gmail.com](mailto:davoodmoghadas30@gmail.com)
۴. دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.  
رایانامه: [miladghezelsefloo7068@gmail.com](mailto:miladghezelsefloo7068@gmail.com)
۵. دانش‌آموخته دکتری گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.  
رایانامه: [aiubrezaee@yahoo.com](mailto:aiubrezaee@yahoo.com)

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: یکی از مهم‌ترین پیامدهای توقف طرح‌های جنگلداری در دوره تنفس، رهاسازی جاده‌های جنگلی و عدم رسیدگی و نگهداشت آن‌ها و در نتیجه زوال این سرمایه ملی می‌باشد. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر توقف طرح‌های جنگلداری و به تبع عدم مدیریت و نگهداشت شبکه جاده‌های جنگلی بر کاهش طول ترابری، افت ظرفیت بارگذاری (CBR) رویه جاده‌های جنگلی، کاهش شاخص وضعیت رویه جاده‌های غیر آسفالتی (UPCI) و کاهش سیطره حفاظتی شبکه جاده‌های جنگلی بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۲ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۶	
واژه‌های کلیدی: سیطره حفاظتی، شاخص وضعیت رویه جاده‌های غیر آسفالتی، طول ترابری، ظرفیت بارگذاری	مواد و روش‌ها: در این پژوهش طول شبکه جاده‌های جنگلی که به لحاظ ترابری فعال و قابل تردد بودند و هم‌چنین درصد سیطره حفاظتی این جاده‌ها تا فاصله ۲۰۰ متر از طرفین در ۱۲ طرح جنگلداری استان گلستان شامل رضاییان یک، سرخداری، شمشوک، شصت‌کلاته، عرب داغ، لوه یک، لوه دو، لوه سه، لوه چهار، لیوان یک و لیوان دو، ۵ سال بعد از توقف طرح‌های جنگلداری در سامانه اطلاعات جغرافیایی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. درصد سیطره حفاظتی از تقسیم سطح پوشش یافته توسط شبکه جاده به مساحت کل جنگل به دست آمد. علاوه بر این سه طرح شصت‌کلاته، رضاییان و عرب‌داغ به‌عنوان نماینده‌های حوزه‌های اقلیمی

مدیترانه‌ای، نیمه مرطوب و نیمه‌خشک انتخاب و وضعیت رویه انواع جاده‌های درجه یک، دو و سه موجود در آن‌ها از طریق آنالیز UPCI و CBR بررسی و با شرایط مطلوب مقایسه شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که طول ترابری و سیطره حفاظتی شبکه جاده‌های جنگلی در مناطق مورد مطالعه در طول ۵ سال توقف طرح‌های جنگلداری به ترتیب ۱۰/۴ و ۵/۲ درصد کاهش یافت. نتایج آنالیز UPCI رویه جاده‌های شصت‌کلاته که در اقلیم مدیترانه‌ای قرار دارد، نشان می‌دهد که رویه جاده‌های درجه دو و سه این جنگل به ترتیب با UPCI ۳/۹ و ۲/۶ به وضعیت ضعیف تنزل کرده است. جاده‌های درجه یک عرب‌داغ که در اقلیم نیمه‌خشک قرار دارد، با UPCI ۶/۲۹ از شرایط خوبی برخوردار است، درحالی‌که رویه جاده‌های درجه دو و سه به ترتیب با UPCI ۴/۲۳ و ۳/۹۷ به وضعیت معمولی تنزل نمود. در جنگل‌های رضاییان که در اقلیم نیمه‌مرطوب قرار دارد، جاده‌های درجه یک شرایط معمولی دارد (UPCI=۵/۲۳)، درحالی‌که رویه جاده‌های درجه دو و سه به ترتیب با UPCI ۴/۳۹ و ۲/۶۸ به وضعیت ضعیف و خیلی ضعیف تنزل کرده است. CBR جاده‌های درجه یک، دو و سه پس از گذشت ۵ سال از طرح تنفس به ترتیب به مقادیر ۷/۶۴، ۸/۷۲ و ۶/۱۱ درصد رسید که کم‌تر از CBR نرمال بود و این موضوع بیانگر افت محسوس ظرفیت باربری شبکه می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** به‌طور کل روند نزولی UPCI، CBR و سیطره حفاظتی جاده‌ها بیانگر آن است که جهت تداوم سرویس‌دهی جاده‌ها حفاظت فوری شبکه جاده‌ها ضرورت دارد، زیرا ادامه این روند نزولی سبب می‌شود تا در آینده نزدیک در نتیجه تشدید خرابی‌های جاده، طول ترابری و سیطره حفاظتی شبکه جاده‌های جنگلی بیش از پیش کاهش یابد. یافته‌های پژوهش آستانه‌های خرابی ۴، ۵/۴ و ۵ را به ترتیب برای UPCI در اقلیم‌های نیمه‌خشک، مدیترانه‌ای و نیمه‌مرطوب و همچنین آستانه خرابی ۱۰ را برای CBR معین کرده که لازم است با پایش مستمر و نگهداری به‌موقع، مانع از نزول UPCI و CBR از ارقام یادشده گردید.

استناد: پارساخو، آیدین، رستاقی، علی‌اکبر، مقدسی، داود، قزل‌سفلو، میلاد، رضایی مطلق، ایوب (۱۴۰۳). بررسی پیامدهای توقف طرح‌های جنگلداری در دوره تنفس بر وضعیت شبکه جاده‌های جنگلی شمال (مطالعه موردی: استان گلستان). *نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*، ۳۱ (۱)، ۴۱-۲۳.

DOI: 10.22069/JWFST.2024.21640.2029



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

## مقدمه

جاده‌های جنگلی یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های حفاظتی و مدیریتی جنگل می‌باشد که با هزینه‌های زیاد ساخته شده و امکان دسترسی سریع و آسان جهت اجرای امور آموزشی و پژوهشی، عملیات پرورشی، جنگل‌کاری‌ها، اکوتوریسم، اطفاء حریق، کنترل آفات و امراض، نظارت بر عرصه جهت برخورد با قاچاق و شکار غیرمجاز را فراهم می‌سازد (۱ و ۲). با تصویب مجلس شورای اسلامی و ابلاغ وزیر جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۶ توقف طرح‌های بهره‌برداری از جنگل آغاز شد (بند "ف" ماده ۳۸ قانون برنامه پنج‌ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران موسوم به "تنفس جنگل") و یک خلأ در مدیریت، رسیدگی و نگهداشت جاده‌های جنگلی به وجود آمد (۳). عدم توجه به نگهداری جاده، منجر به انفصال انشعابات و شاخه‌های شبکه، افزایش هزینه‌های مربوط به وسایل نقلیه و کاهش سرعت و ایمنی تردد می‌گردد (۴ و ۵). عملیات نگهداری جاده چنانچه در موعد لازم انجام شده باشد و گزینه مناسب برای روش نگهداری انتخاب شده باشد، علاوه بر آن که تخریب جاده را به تأخیر می‌اندازد، به دلیل افزایش کیفیت سطح جاده، موجب کاهش هزینه‌های عملکردی وسایل نقلیه و باز بودن مداوم جاده می‌شود (۶). معمولاً روش‌های بررسی شرایط جاده نیاز به استفاده از دستورالعمل‌های ارزیابی دارند مانند شاخص وضعیت روسازی جاده‌های غیرآسفالتی (UPCI)<sup>۱</sup> که نیاز به استاندارد ASTM<sup>۲</sup> دارد (۷). چنین ارزیابی‌هایی بیش‌تر بر پایه مشاهدات مستقیم بوده و در عرصه توسط کارشناسان باتجربه‌ای انجام می‌شود که جاده را با استفاده از شاخص شرایط روسازی توصیف می‌کنند (۸). توسعه

روش رتبه‌بندی و نمره‌دهی شرایط روسازی جاده منجر به ارائه شاخص UPCI توسط ارتش امریکا گردید که این شاخص درستی ساختار و شرایط عملیاتی سطح جاده را اندازه‌گیری کرده و نوع و شدت انواع آسیب‌های جاده را بیان می‌کند (۹ و ۱۰). شاخص UPCI یک معیار عددی مناسب برای درک سرویس‌دهی روسازی است که مقدار آن از صفر برای یک روسازی غیرقابل استفاده تا ۱۰ برای یک روسازی کاملاً بی‌نقص تغییر می‌کند. در شاخص UPCI آسیب‌های جاده مانند موج شدن (کرکره‌ای شدن)، شیارافتادگی، گودال، فرسایش، وجود ذرات بیش‌ازحد درشت، شرایط زهکشی و پروفیل عرضی مورد ارزیابی قرار گرفته و شدت خرابی آن‌ها با توجه به مقدار استاندارد تعیین می‌گردد (۱۱ و ۱۲).

در پژوهشی تحت عنوان پیش‌بینی زوال روسازی جاده جنگلی در دور زمانی توقف بهره‌برداری چوبی در جنگل‌های کوهستانی شمال کشور (جنگل‌های مازندران، نوشهر) که توسط عبدالهی و همکاران (۲۰۲۲) انجام شد، نتایج نشان داد سرعت تغییر وضعیت روند زوال جاده از شرایط عالی به خوب سریع‌تر از تغییر از مرحله متوسط به ضعیف می‌باشد. از بین قطعات مورد بررسی، حدود ۶۰ درصد تعداد قطعات جاده به‌صورت گسیخته و کم‌ترین تعداد، قطعات با وضعیت عالی می‌باشند. پیش‌بینی شد با توجه به اجرای طرح تنفس و عدم تخصیص بودجه در طی یک دور ۱۰ ساله، جاده با یک شیب تند نزولی به زوال کامل برسد. نتایج این پژوهش، ضرورت تسریع در تخصیص بودجه جهت مرمت و نگهداری جاده موجود را تأکید می‌کند. هم‌چنین مدل پیش‌بینی عملکرد زنجیر مارکوف با خطای مربع میانگین‌ها ۰/۰۱، قابلیت‌های لازم جهت پیش‌بینی دقیق روند واقعی زوال جاده را دارا می‌باشد (۱۳). نتایج پژوهش عبدالهی‌حسینی و همکاران (۲۰۲۲) با عنوان تأثیر

1- Unpaved road condition index

2- American Society for testing materials

سیاست تنفس بر جاده و آبنیه فنی طرح‌های جنگلداری (مطالعه موردی، طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا) در استان گلستان نشان داد که در بخش‌های مدیریت‌شده از نظر UPCI در حدود ۹۰ درصد جاده‌های جنگلی درجه دو دارای کیفیت خوب و خیلی خوب هستند. از نظر پوشش سطح جاده ۵۰/۸ درصد از جاده‌ها عاری از هرگونه پوشش گیاهی هستند، درحالی‌که تنها ۳/۱ درصد از آن‌ها به‌طور کامل توسط پوشش گیاهی مسدود شده است. نتایج مقایسه مقادیر UPCI در جاده‌ها و محدوده‌های اطراف آبگذرها نشان داد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معناداری بین شاخص وضعیت روسازی در جاده‌ها و محدوده‌های قبل و بعد از آبگذرها وجود دارد. هم‌چنین از نظر شاخص UPCI، بین جاده‌های مدیریت‌شده و مدیریت نشده اختلاف معنادار مشاهده شد (۱۴).

ایتون و همکاران (۱۹۹۲) از شاخص PCI<sup>۱</sup> به‌منظور 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، موج‌دار 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 (۹). چاموروجین (۲۰۱۲) به بررسی تأثیر میزان بودجه صرف شده جهت مرمت جاده‌های شن‌ریزی شده و خاکی بر مقدار شاخص UPCI پرداختند. نتایج نشان داد که با افزایش بودجه مرمت جاده‌های خاکی مقدار شاخص UPCI از ۰/۵ به ۱/۵ ارتقاء یافت. درحالی‌که میزان بودجه مرمت روسازی بر UPCI جاده‌های شن‌ریزی شده تأثیر معنی‌دار نداشت (۱۰). اسپینیل و همکاران (۲۰۱۵) روش‌های ارزیابی روسازی جاده‌ها را مرور

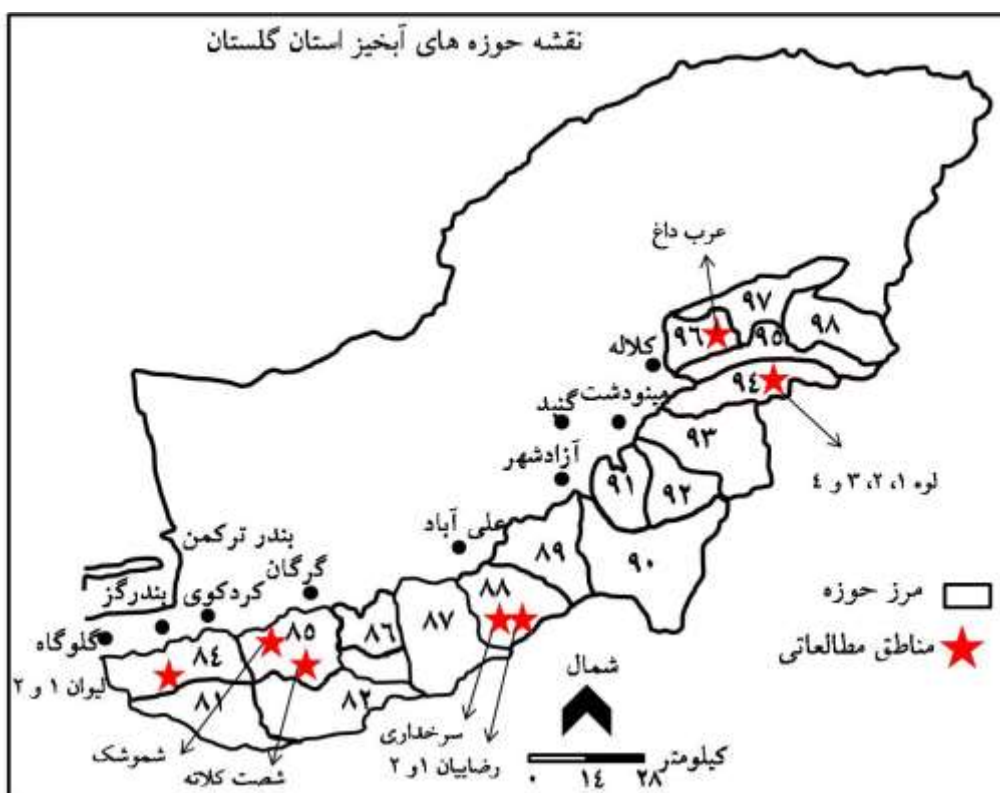
نموده‌اند، آن‌ها بیان نموده‌اند که در جاده‌هایی که عملیات حفاظت و نگهداری انجام نشده است، هزینه احیا دوباره جاده‌ها سه برابر هزینه ساخت اولیه آن‌ها می‌باشد (۱۵). قجر و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر سایه‌اندازی درختان را بر شاخص‌های تخریب روسازی جاده‌های جنگلی (مقطع عرضی نامناسب، زهکشی نامناسب کنار جاده، کنگره‌ای شدن یا موج‌داری، تولید غبار، چاله، شیار و سستی توده‌خاک) در حوزه ۱۰ چفرود گیلان مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد تخریب ناشی از شاخص‌های مذکور در منطقه سایه بیش‌تر از منطقه غیرسایه بود (۱۲). از جمع‌بندی مرور نوشته‌ها می‌توان چنین دریافت که ادامه سیاست تنفس جنگل‌ها و عدم تخصیص بودجه حفاظت و نگهداری جاده‌ها سبب زوال این سرمایه ملی شده و این روند با گذشت زمان سرعت بیش‌تری نیز به خود گرفته است. فقدان منابع و اعتبارات لازم در بخش مدیریت و نگهداری جاده‌ها در شرایط فعلی مدیریت جنگل‌های شمال (تنفس) سبب شده تا آبنیه‌های فنی، سازه‌ها و بسیاری از انشعابات شبکه جاده که هزینه‌های هنگفتی صرف آن‌ها شده است غیرقابل استفاده شوند و این موضوع علاوه بر کاهش طول ترابری شبکه حمل‌ونقل، سیطره حفاظتی جاده‌ها بر عرصه را نیز کاهش داده است (۱۶ و ۱۷). در چنین شرایطی شناسایی سطح اختار روسازی جاده‌های جنگلی و برنامه‌ریزی ترمیم و نگهداری راه از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد (۱۸). هدف از اجرای این طرح بررسی اثر توقف طرح‌های جنگلداری استان گلستان و به‌تبع عدم مدیریت و نگهداشت شبکه جاده‌های جنگلی بر کمیت و کیفیت ترابری شبکه حمل‌ونقل جنگل و هم‌چنین بررسی کاهش سیطره حفاظتی شبکه جاده‌ها در عرصه در نتیجه اجرای این سیاست می‌باشد.

1- Pavement condition index

### مواد و روش‌ها

اندازه‌گیری طول ترابری و سیطره حفاظتی شبکه جاده‌ها: در این پژوهش نقشه شبکه جاده‌های ۱۲ طرح جنگلداری استان گلستان شامل رضاییان ۱، رضاییان ۲، سرحداری، شمشوک، شصت کلاته، عرب داغ، لوه ۱، لوه ۲، لوه ۳، لوه ۴، لیوان ۱ و

لیوان ۲ تهیه شد. این طرح‌های جنگلداری در سه حوزه اقلیمی مدیترانه‌ای، نیمه‌خشک و نیمه مرطوب قرار داشته و جزو طرح‌هایی هستند که بر اساس استعلام از مجریان و ناظرین طرح‌ها، پیش از تنفس به لحاظ مدیریت و برنامه حفاظت و نگهداشت شبکه جاده‌ها از وضعیت مطلوبی برخوردار بودند (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه.

Figure 1. The position of study areas.

انجام شد. تراکم طولی از رابطه ۱ به دست آمد (۱۹).

$$R_{density} = \frac{R_{Length}}{A} \quad (1)$$

که در آن،  $R_{density}$  تراکم طولی جاده برحسب متر در هکتار،  $R_{Length}$  طول جاده برحسب متر و  $A$  مساحت منطقه موردنظر برحسب هکتار است.

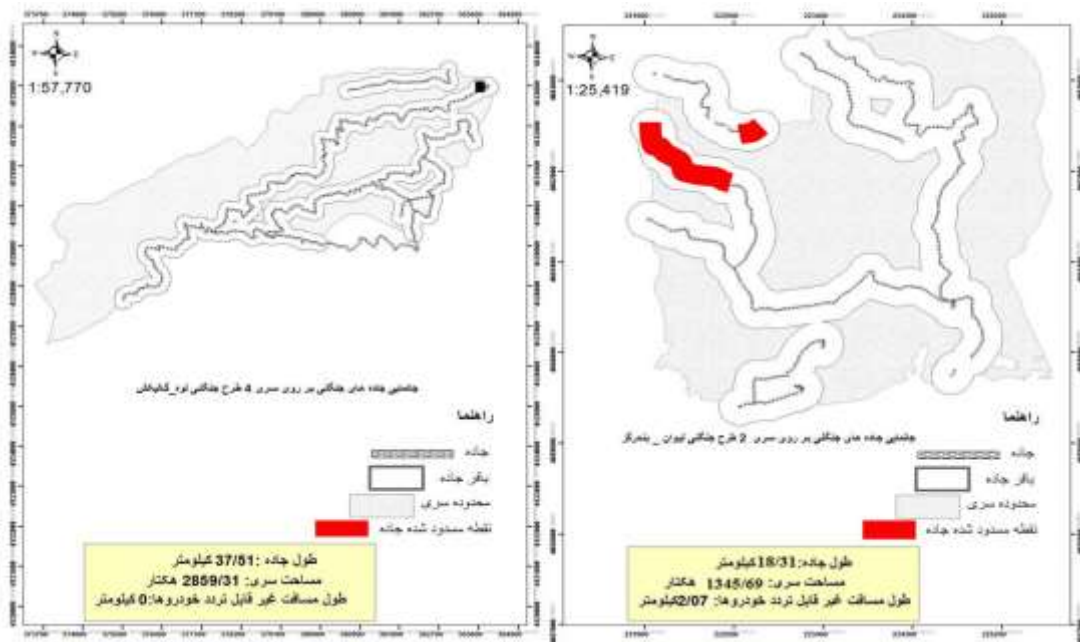
نقشه شبکه جاده موجود با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری و تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی تهیه گردید. تراکم طولی جاده‌ها از نسبت طول کل جاده‌های هر سری به مساحت آن سری به دست آمد. سپس با مطالعه کتابچه طرح‌های جنگلداری و بازدید زمینی شناسایی نوع جاده‌ها و درجه‌بندی آن‌ها با توجه به دستورالعمل جاده‌های جنگلی (نشریه ۱۴۸ سازمان برنامه‌بودجه)

ضرب گردید (رابطه ۲). در مرحله بعد با بررسی‌های میدانی، شاخه‌هایی از شبکه جاده که تخریب و غیرقابل عبور شده‌اند با GPS برداشت و از روی نقشه حذف می‌گردند. بدین ترتیب کاهش طول ترابری جاده‌ها و سیطره حفاظتی آن‌ها برآورد شد (شکل ۲).

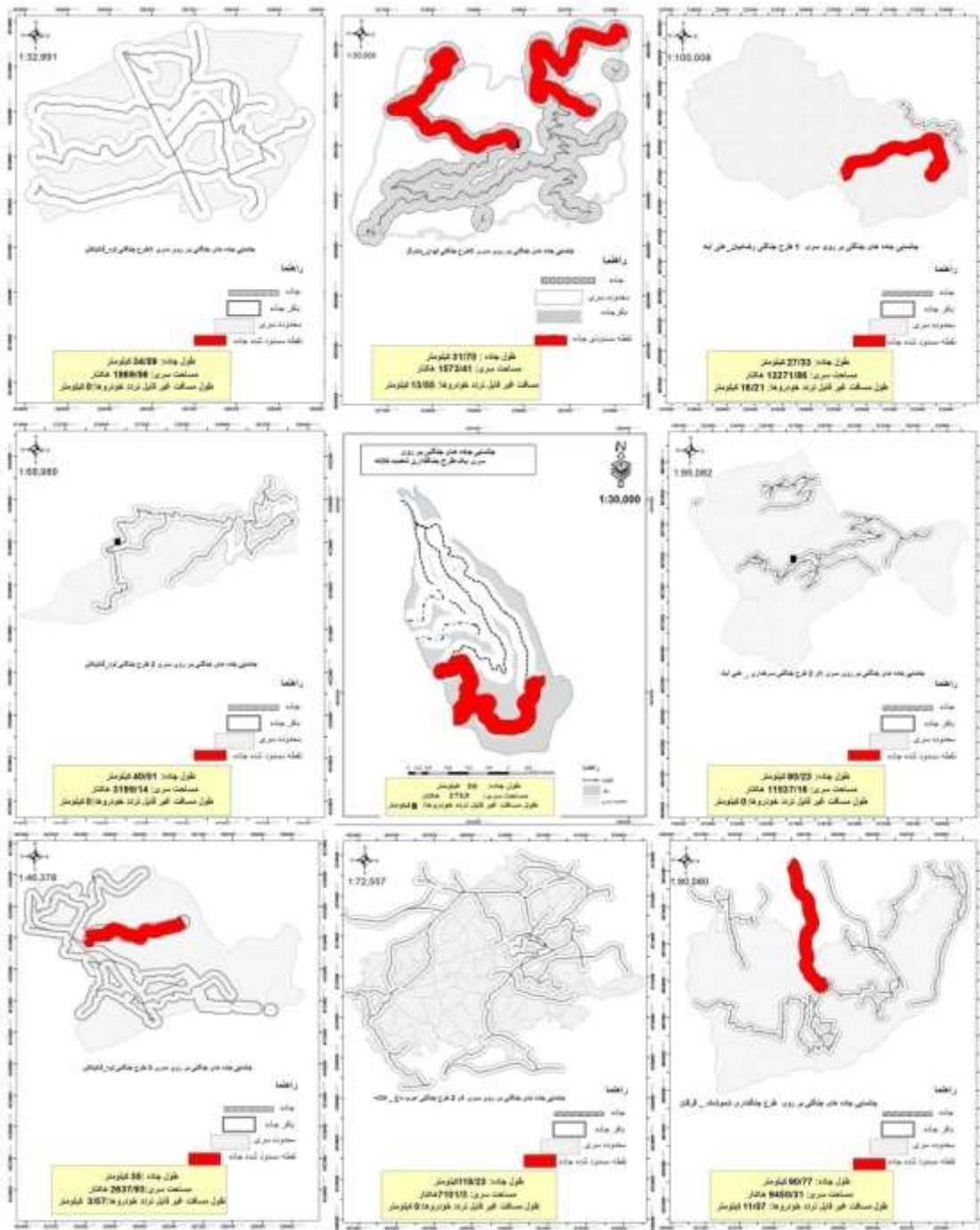
$$E = \frac{S_A}{A} \times 100 \quad (2)$$

که در آن،  $S_A$  سطح پوشش یافته توسط شبکه جاده‌های جنگلی برحسب هکتار،  $A$  مساحت منطقه مورد نظر برحسب هکتار و  $E$  درصد سیطره حفاظتی جاده‌ها است (۲۰).

نقشه‌های تهیه‌شده در محیط GIS با ثبت مشخصات مکانی و توصیفی به صورت یک بانک اطلاعاتی برای این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت و یک حوزه نظارتی به شعاع ۲۰۰ متر از طرفین جاده‌ها به صورت بافر مشخص گردید. شاخص سیطره حفاظتی جاده‌ها محدوده‌ای را که در آن امکان شناسایی تخلفات و یا صدمات وارده به عرصه حین تردهای روزانه و سواره کادر حفاظت جنگل از طریق مشاهدات بصری و علائم صوتی وجود دارد را مشخص می‌نماید و محدوده ۲۰۰ متر ذکرشده در مقاله نتیجه تجربیات میدانی پرسنل حفاظتی جنگل می‌باشد. به منظور تعیین درصد سیطره حفاظتی جاده‌ها، نسبت مساحت حوزه نظارتی جاده‌های هر سری به مساحت کل آن سری محاسبه و در عدد صد







شکل ۲- نقشه حوزه استحقاقی شبکه جاده‌های طرح‌های جنگلداری مورد مطالعه به همراه محدوده غیرقابل تردد.

Figure 2. The map of the protection area of the studied forestry plans road network along with the impassable area.

درجه ۲ و درجه ۳ انجام شد. مقدار UPCI متغیر وابسته‌ای است که از اندازه‌گیری هفت نوع خرابی در عرصه شامل موج شدن (کرکره‌ای شدن)، شیارافتادگی، گودال، فرسایش، وجود ذرات بیش‌ازحد

اندازه‌گیری شاخص UPCI شبکه جاده‌های جنگلی: به‌منظور بررسی وضعیت عملکرد جاده، اندازه‌گیری‌های UPCI به روش تصادفی ساده در ۲۰ قطعه ۰/۵ کیلومتری از هر نوع جاده درجه ۱،

درشت، شرایط زهکشی و پروفیل عرضی به‌دست می‌آید (۷). اندازه‌گیری‌های UPCI ۵ سال بعد از توقف طرح‌های جنگلداری و آغاز دوره تنفس انجام شد (رابطه ۳).

(۳)

$$UPICI=10 - 1.16CR - 2.25PT - 1.47ER - 0.33RT - 1.56OA - 1.58CW$$

که در آن، CR کرکره‌ای یا موج شدن جاده است که به‌صورت میانگین فاصله عمودی بین بالاترین و پایین‌ترین نقطه سه موج متوالی به سانتی‌متر بیان می‌شود. PT یا گودال که از حاصل ضرب میانگین قطر گودال در عمق گودال در تعداد گودال به مترمربع به‌دست می‌آید. ER یا فرسایش که نتیجه زهکشی ضعیف جاده بوده و متغیر مجازی می‌باشد که چنانچه عمق فرسایش بیش‌تر از ۵ سانتی‌متر و پهنای آن بیش‌تر از ۱۰ سانتی‌متر باشد عدد ۱ برای آن لحاظ خواهد شد. RT شیارافتادگی که به‌صورت میانگین فاصله عمودی بین بالاترین و پایین‌ترین نقطه شیار در سه نقطه از امتداد رد چرخ برحسب سانتی‌متر بیان می‌شود. OA ذرات بیش‌ازحد درشت در ساختار روسازی می‌باشد و به‌صورت یک متغیر مجازی در صورت وجود ذرات مساوی یا بزرگ‌تر از ۵ سانتی‌متر عدد ۱ برای آن لحاظ خواهد شد. CW بیان‌کننده پروفیل عرضی جاده و تاج آن است و چنانچه تاج از وضعیت خوبی برخوردار باشد عدد ۰، چنانچه نسبتاً خوب باشد عدد ۰/۵ و چنانچه ساختار نامناسبی داشته باشد عدد ۱ به آن تخصیص می‌یابد (جدول ۱).

اندازه‌گیری CBR شبکه جاده‌های جنگلی: در این بخش از پژوهش، از هر یک از جاده‌های جنگلی درجه یک، دو و سه تعداد ۳ نمونه خاک به‌صورت

تصادفی ساده پس از کنار زدن لایه رویه جاده برداشت گردید. لازم به ذکر است که تعداد مناسب نمونه از طریق آماربرداری اولیه و توسط فرمول کوکران تعیین شد. پیش‌نیاز آزمایش ظرفیت باربری خاک، اجرای آزمایش تراکم خاک و محاسبه مقدار رطوبت بهینه خاک موردنظر می‌باشد. آزمایش تراکم از روش تراکم اشو AASHTO99 (روش تراکم پروکتور معمولی) و براساس استاندارد ASTM D1557 انجام شد و پس از یافتن حداکثر چگالی خشک و رطوبت بهینه، مقادیر میانگین CBR با استفاده از استاندارد ASTM D1883 برای هر نوع جاده اندازه‌گیری شد. برای این منظور ابتدا حدود ۷ کیلوگرم خاک کاملاً خشک را از الک ۴ عبور داده و به میزان رطوبت بهینه به‌دست‌آمده آب اضافه گردید و پس از مخلوط کردن کامل آب با خاک، با استفاده از روش تراکم استاندارد خاک در قالب متراکم و سطح آن صاف گردید و قالب زیر دستگاه قرار گرفت به‌صورتی که پیستون مماس بر سطح خاک نمونه بود. در مرحله بعد عقربه نیروسنج و نفوذسنج دستگاه صفر گردید و دستگاه روشن شد. در این مرحله اعداد عقربه فشارسنج (ساعت اندیکاتور) در نفوذ ۰/۵، ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۲/۵ اینچ قرائت شد. سپس با استفاده از دو عدد فشارسنج قرائت‌شده در نفوذ ۲/۵ و ۵ اینچ و بار استاندارد برای نفوذ پیستون استاندارد محاسبه گردید. جدول ۲ وضعیت کیفی رویه جاده بر اساس CBR را نشان می‌دهد (۲۱).

$$CBR = \frac{\text{ضریب دستگاه} \times \text{ضریب قرائت‌شده فشارسنج}}{\text{فشار استاندارد}} \times 100 \quad (۴)$$

جدول ۱- مقادیر UPCI برای جاده‌های شن‌ریزی شده در اقلیم‌های مختلف (۱۰).

Table 1. UPCI values for gravel roads in different climates (10).

اقلیم Climate			وضعیت عملکرد جاده‌ها Road performance status
نیمه مرطوب Mid-moist	مدیترانه‌ای Mediterranean	نیمه خشک Mid-dry	
8-10	8-10	8-10	خیلی خوب Very good
7-7.9	5.5-7.9	5-7.9	خوب Good
5-6.9	4.5-5.4	4-4.9	معمولی Normal
3.5-4.9	2.5-4.4	2-3.9	ضعیف Weak
1-3.4	1-2.4	1-1.9	خیلی ضعیف Very weak

جدول ۲- وضعیت روسازی با توجه به مقادیر مختلف CBR (۲۲).

Table 2. Pavement condition according to different CBR values (22).

وضعیت روسازی Pavement condition	ظرفیت باربری کالیفرنیا California bearing ratio
خیلی ضعیف Very weak	$5 > CBR > 2$
ضعیف Weak	$10 > CBR > 5$
متوسط Moderate	$20 > CBR > 10$
خوب Good	$40 > CBR > 20$
خیلی خوب Very good	$70 > CBR > 40$
عالی Excellent	$100 > CBR > 70$

### نتایج و بحث

کاهش طول ترابری و سیطره حفاظتی شبکه جاده‌ها: جدول ۳ مشخصات شبکه جاده‌های طرح‌های جنگلداری مورد مطالعه را پیش از توقف طرح‌های جنگلداری و آغاز دوره تنفس نشان می‌دهد. نتایج مندرج در جدول ۴ بیانگر آن است که وضعیت طول ترابری و سیطره حفاظتی طرح‌های جنگلداری سرخداری، عرب‌داغ، لوه ۱، لوه ۲ و لوه ۴ در طول ۵ سال توقف طرح‌های جنگلداری تغییر نکرد، اما در سایر سری‌های جنگلی تغییراتی در طول ترابری و

تجزیه و تحلیل آماری: بررسی سیطره حفاظتی جاده‌ها در نرم‌افزار ArcGIS و آنالیزهای آماری در نرم‌افزار SPSS انجام پذیرفت. تیمارهای پژوهش شامل نوع جاده (درجه ۱، درجه ۲ و درجه ۳) و زمان (قبل از اجرای تنفس و ۵ سال بعد از اجرای تنفس) بود. آنالیز واریانس به روش ANOVA و مقایسه میانگین‌ها به روش توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. از آزمون T جفتی جهت مقایسه مقادیر متغیرهای وابسته قبل و بعد از اجرای تنفس استفاده شد. نمودارها در نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

درصد کاهش یافت. در همین راستا حسنی و عباسی (۲۰۱۲) دریافتند که علاوه بر مباحث مرمت و نگهداری و ملزومات اجرائی، طرح هندسی راه، مقاومت خاک بستر، ترافیک، شرایط آب و هوایی نیز بر شدت بروز خرابی‌های لایه رویه اثرگذار است (۲۳). در پژوهش حاضر نیز جاده‌های جنگلی درجه یک که از مقاومت خاک بستر و کیفیت رویه بالاتری برخوردار بودند، میزان افت UPCI کم‌تری در مقایسه با جاده‌های جنگلی درجه دو و سه داشتند.

سیطره حفاظتی جاده‌ها به وقوع پیوست که این موضوع غالباً در نتیجه وقوع خرابی‌هایی مانند نشست جاده، رانش، استقرار پوشش انبوه گیاهی بود که باعث قطع ارتباط شبکه شد و از آنجایی که در این مدت هیچ بودجه‌ای برای مرمت و نگهداری جاده‌های جنگلی تخصیص نیافت، خرابی‌ها نیز به قوت خود باقی‌مانده و بعضاً گسترش نیز یافتند (۳، ۴ و ۱۴). در کل، طول ترابری شبکه جاده‌های جنگلی در مناطق مورد مطالعه در طول ۵ سال توقف طرح‌های جنگلداری ۱۰/۴ درصد و سیطره حفاظتی آن‌ها ۵/۲

جدول ۳- طول ترابری و سیطره حفاظتی شبکه جاده‌ها پیش از توقف طرح‌های جنگلداری و آغاز دوره تنفس.

**Table 3. The length of transportation and the protective control of the road network before stopping the forestry projects and starting the breathing period.**

درصد سیطره حفاظتی	مساحت حوزه نظارتی (هکتار)	تراکم طولی (متر در هکتار)	مساحت سری (هکتار)	طول ترابری (کیلومتر)	نام سری Forest
Monitoring percentage	Monitoring area (ha)	Density (m ha <sup>-1</sup> )	Area (ha)	Transportation length (km)	
10	1327.19	2.06	13271.86	27.33	رضاییان Rezaiyan
11	1296.09	5.22	11537.16	60.23	سرخداری Sorkhdari
72	1233.36	17.50	1713.00	30.00	شصت‌کلاته Shast Kalate
30	2835.09	9.60	9450.31	90.77	شמושک Shamushek
32	2272.42	16.65	7101.03	118.23	عرب‌داغ Arab Dagh
60	1121.74	18.50	1869.56	34.59	لوه ۱ Loveh1
50	1599.57	12.53	3199.14	40.10	لوه ۲ Loveh2
45	1187.07	13.27	2637.93	35.00	لوه ۳ Loveh3
40	1143.72	13.12	2859.31	37.51	لوه ۴ Loveh4
55	865.37	20.15	1573.41	31.70	لیوان ۱ Livan1
50	672.84	13.61	1345.69	18.31	لیوان ۲ Livan2

جدول ۴- طول ترابری و سیطره حفاظتی شبکه جاده‌ها بعد از توقف طرح‌های جنگلداری در دوره تنفس.

**Table 4. The length of transportation and the protective control of the road network after stopping the forestry projects in the breathing period.**

درصد سیطره حفاظتی Monitoring percentage	مساحت حوزه نظارتی (هکتار) Monitoring area (ha)	تراکم طولی (متر در هکتار) Density (m ha <sup>-1</sup> )	مساحت سری (هکتار) Area (ha)	طول ترابری (کیلومتر) Transportation length (km)	نام سری
4	530.87	0.84	13271.86	11.12	رضاییان Rezaiyan
11	1269.09	5.22	11537.16	60.23	سرخداری Sorkhdari
54	925.02	12.84	1713.00	22.00	شصت‌کلاته Shast Kalate
25	2362.58	8.43	9450.31	79.70	شموشک Shamushek
32	2272.42	16.65	7101.03	118.23	عرب‌داغ Arab Dagh
60	1121.74	18.50	1869.56	34.59	لوه ۱ Loveh1
50	1599.57	12.53	3199.14	40.10	لوه ۲ Loveh2
40	1055.17	11.91	2637.93	31.43	لوه ۳ Loveh3
40	1143.72	13.12	2859.31	37.51	لوه ۴ Loveh4
37	582.16	11.53	1573.41	18.15	لیوان ۱ Livan1
45	605.56	12.07	1345.69	16.24	لیوان ۲ Livan2

دارد جاده‌های درجه یک این جنگل پس از گذشت ۵ سال از طرح تنفس، شرایط معمولی دارد، درحالی‌که رویه جاده‌های درجه دو و سه به ترتیب به وضعیت ضعیف و خیلی ضعیف تنزل کرده است و نیاز به عملیات فوری تعمیر و نگهداری دارد (جدول ۷). یافته‌ها نشان داد که مقدار UPCI جاده‌های جنگلی درجه یک به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از جاده‌های جنگلی درجه دو و سه بود (شکل ۳). مهد حسمدی و کمروزمان (۲۰۰۸) ضخامت کم لایه رویه، آب‌شویی، نفوذ رواناب در بستر جاده و ترافیک را به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تخریب در این جاده‌ها معرفی کردند که این موضوع می‌تواند یکی از دلایل خرابی‌های ثبت‌شده در پژوهش حاضر نیز باشد.

**کاهش شاخص UPCI شبکه جاده‌های جنگلی:**  
نتایج آنالیز UPCI رویه جاده‌های شصت‌کلاته که در اقلیم مدیترانه‌ای قرار دارد، نشان می‌دهد که جاده‌های درجه یک این جنگل پس از گذشت ۵ سال از طرح تنفس، از شرایط خوبی برخوردار است، درحالی‌که رویه جاده‌های درجه دو و سه به وضعیت ضعیف تنزل کرده و نیاز به عملیات فوری تعمیر و نگهداری دارد (جدول ۵). نتایج آنالیز UPCI رویه جاده‌های عرب‌داغ که در اقلیم نیمه‌خشک قرار دارد نشان می‌دهد که جاده‌های درجه یک این جنگل پس از گذشت ۵ سال از طرح تنفس، از شرایط خوبی برخوردار است، درحالی‌که رویه جاده‌های درجه دو و سه به وضعیت معمولی تنزل کرده است (جدول ۶). در جنگل‌های رضاییان که در اقلیم نیمه‌مرطوب قرار

جدول ۵- وضعیت UPCI لایه رویه جاده جنگلی در طرح جنگلداری شصت‌کلاته ۵ سال بعد از توقف طرح‌های جنگلداری.

**Table 5. UPCI status of the top layer of the forest road in ShastKalate forestry project 5 years after the cessation of forestry projects.**

جاده درجه ۳ Third grade road	جاده درجه ۲ Second-grade road	جاده درجه ۱ Main road	طول جاده Road length	کد قطعه Code
2.23	3.34	4.31	500	1
2.73	3.82	5.35	500	2
0.20	1.34	4.96	500	3
0.75	1.77	6.70	500	4
0.81	1.95	5.38	500	5
1.11	2.28	5.38	500	6
4.06	5.94	6.21	500	7
3.55	6.02	5.86	500	8
3.26	4.27	6.19	500	9
4.25	6.17	6.21	500	10
3.66	4.66	6.20	500	11
3.06	3.91	6.18	500	12
2.55	3.74	5.53	500	13
1.68	2.80	5.39	500	14
3.32	4.46	6.93	500	15
4.63	5.71	6.16	500	16
2.35	3.43	5.98	500	17
2.61	4.38	6.08	500	18
2.61	4.06	5.84	500	19
2.59	3.89	6.21	500	20
2.60	3.90	5.85	میانگین UPCI	

نگهداری با هزینه متوسط مانند تیغه‌زنی اساسی، تراکم موضعی، شن‌ریزی نقطه‌ای و مقطعی و تعویض آبروها کافی می‌باشد. بودجه زیاد مقدار بودجه‌ای است که برای فعالیت‌های نگهداری با هزینه زیاد مانند تیغه‌زنی اساسی و تراکم، شن‌ریزی نقطه‌ای و سراسری و تعویض آبروها کافی است (۲۴ و ۲۵). همان‌گونه که

روش‌های مختلفی برای حفاظت و نگهداری جاده‌های جنگلی با مقادیر مختلف بودجه وجود دارد (۱۱). بودجه کم مقدار بودجه‌ای است که برای عملیات نگهداری کم‌هزینه مانند تیغه‌زنی سبک، شن‌ریزی نقطه‌ای و تعویض آبروها کافی است. بودجه متوسط میزان بودجه‌ای است که برای فعالیت‌های

پیش‌تر اشاره شد جاده‌های جنگلی درجه سه دارای شن‌ریزی سطحی بوده و کیفیت زیرسازی و روسازی آن در حدی است که فقط در فصول خشک سال قابل تردد می‌باشند. بنابراین این جاده‌ها که معمولاً در انتهای شاخه‌های متعدد شبکه واقع شده‌اند در طول دوره تنفس بیشتر از سایر جاده‌ها افت کیفی داشته و در غالب موارد غیرقابل عبور شده‌اند (۲۶ و ۲۷). جاده‌های جنگلی درجه سه تحت عنوان جاده‌های نفوذی به صورت فصلی می‌باشند و زیرسازی و روسازی ضعیف دارند، بنابراین مقدار UPCI آن‌ها در مقایسه با جاده‌های جنگلی درجه یک و دو به طور معنی‌داری کم‌تر بود.

جدول ۶- وضعیت UPCI لایه رویه جاده جنگلی در طرح جنگلداری عرب‌داغ ۵ سال بعد از توقف طرح‌های جنگلداری.

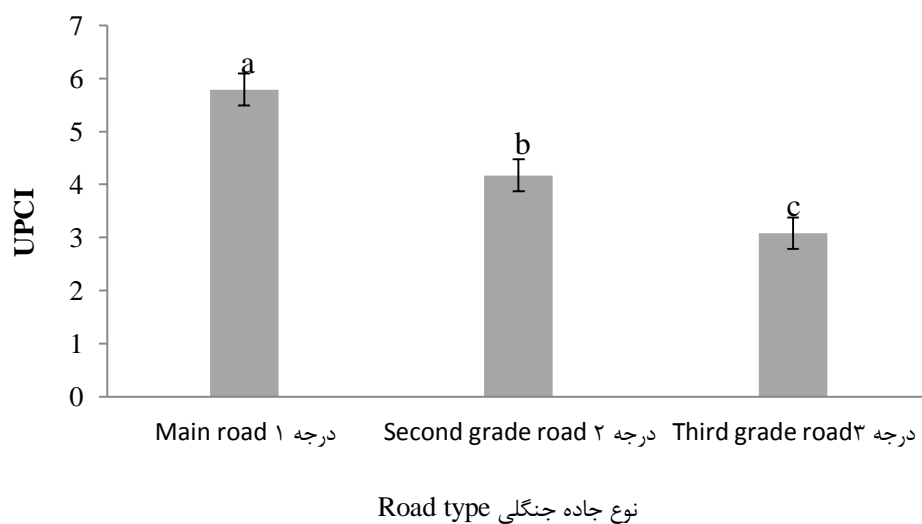
**Table 6. UPCI status of the top layer of the forest road in the Arab-Dagh forestry project 5 years after the cessation of forestry projects.**

جاده درجه ۳ Third grade road	جاده درجه ۲ Second-grade road	جاده درجه ۱ Main road	طول جاده Road length	کد قطعه Code
3.97	4.07	6.80	500	1
4.06	4.45	6.18	500	2
4.08	4.18	6.06	500	3
4.30	4.71	6.72	500	4
2.00	2.40	5.53	500	5
5.21	5.21	6.11	500	6
4.71	5.07	6.96	500	7
5.53	5.68	6.13	500	8
5.01	5.71	6.28	500	9
2.19	2.29	6.21	500	10
3.88	3.98	6.85	500	11
4.15	4.49	6.12	500	12
3.94	3.97	6.21	500	13
3.96	4.22	6.16	500	14
2.74	2.82	5.67	500	15
1.59	1.61	6.21	500	16
3.39	3.90	6.17	500	17
5.65	6.52	7.00	500	18
3.98	4.24	6.30	500	19
5.00	5.12	6.18	500	20
3.97	4.23	6.29	میانگین UPII	

جدول ۷- وضعیت UPCI لایه رویه جاده جنگلی در طرح جنگلداری رضاییان ۵ سال بعد از توقف طرح‌های جنگلداری.

**Table 7. UPCI status of the top layer of the forest road in the Rezaian forestry plan 5 years after the cessation of forestry projects.**

جاده درجه ۳ Third grade road	جاده درجه ۲ Second-grade road	جاده درجه ۱ Main road	طول جاده Road length	کد قطعه Code
2.52	1.95	2.21	500	1
2.42	3.33	5.67	500	2
3.13	4.25	5.96	500	3
1.52	4.55	5.74	500	4
2.54	5.63	6.74	500	5
2.23	2.82	3.18	500	6
2.56	3.15	4.64	500	7
4.21	6.01	6.21	500	8
4.15	5.62	5.78	500	9
2.36	4.41	5.43	500	10
2.49	5.37	5.69	500	11
2.97	5.60	5.84	500	12
2.58	3.17	4.65	500	13
2.43	3.17	4.65	500	14
3.27	4.38	5.90	500	15
4.03	6.07	6.17	500	16
3.14	4.98	5.24	500	17
1.60	3.16	4.65	500	18
2.52	4.40	6.09	500	19
0.92	5.77	5.22	500	20
2.68	4.39	5.23	میانگین UPCI	



شکل ۳- مقایسه مقدار UPCI انواع جاده‌های جنگلی بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد.

**Figure 3. Comparison of UPCI value of forest roads based on Tukey's test at a 5% probability level.**



حاضر بین مقادیر CBR انواع جاده‌های جنگلی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. دلیل این موضوع آن است که مدت زمان تقریباً طولانی از عدم رسیدگی به جاده‌ها می‌گذرد و بنابراین فرصت لازم برای نزولات جوی و جریان‌های سطحی فراهم گردیده تا با نفوذ در بدنه جاده مقاومت آن را کاهش دهند. نتایج نشان داد که بین مقادیر CBR جاده‌ها پس از گذشت ۵ سال از طرح تنفس با مقدار CBR نرمال (۱۰) تفاوت معنی‌داری دارد که این موضوع بیانگر افت محسوس CBR شبکه می‌باشد (جدول ۹).

کاهش CBR شبکه جاده‌های جنگلی: مقادیر CBR خاک بستر انواع جاده‌های جنگلی پس از توقف طرح‌های جنگلداری در جدول ۸ ارائه شده است. چنانچه CBR مطلوب جاده‌ها ۱۰ در نظر گرفته شود مشاهده می‌گردد که میزان افت CBR جاده‌های جنگلی درجه یک، دو و سه به ترتیب ۱۲/۳۶، ۱۱/۲۸ و ۱۳/۸۹ درصد است. این کاهش CBR احتمالاً به دلیل عدم تجدید شن‌ریزی و عملیات تراکم رویه جاده‌ها، نفوذ آب در بستر، شکسته شدن مقاومت رویه و توقف تردد و وارد نیامدن فشار به بستر جاده‌های جنگلی است (۹ و ۱۰). یافته‌ها نشان داد که در حال

جدول ۸- تغییرات CBR خاک بستر جاده‌های جنگلی ۵ سال بعد از توقف طرح‌های جنگلداری.

Table 8. CBR changes of forest road bed soil 5 years after stopping forestry projects.

میزان افت CBR (%) CBR reduction (%)	CBR	جاده جنگلی Forest road
12.36	7.64 <sup>a</sup>	درجه ۱ Main road
11.28	8.72 <sup>a</sup>	درجه ۲ Second grade
13.89	6.11 <sup>a</sup>	درجه ۳ Third grade

حروف متفاوت در یک ستون براساس آزمون توکی نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است

جدول ۹- مقایسه آماری مقادیر CBR قبل و بعد از توقف طرح‌های جنگلداری.

Table 9. Statistical comparison of CBR values before and after stopping forestry projects.

سطح معنی‌داری Significant level	مقدار T	انحراف معیار Standard deviation	میانگین Mean	درجه آزادی df	متغیر وابسته Dependent variable
0.000	33.38	1.12	7.47	8	CBR

آسیب جدی وارد سازد. رهاسازی جاده‌ها در طول این ۵ سال سبب تشدید فرسایش ساختمان جاده‌ها، انسداد آبروهای عرضی، سرریز رواناب روی جاده، زوال لایه رویه، کاهش مقاومت راه یا همان ظرفیت بارگذاری کالیفرنیا و در نتیجه کاهش طول ترابری و سیطره حفاظتی شبکه جاده‌های جنگلی شود. بدین ترتیب دسترسی به اعماق جنگل محدود شده و

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با گذشت بیش از ۵ سال از اجرای طرح تنفس و توقف طرح‌های جنگلداری و خلأ مدیریتی در حوزه‌های جنگلی باعث گردیده تا برنامه‌ریزی حفاظت و نگهداشت جاده‌ها مغفول باقی بماند و عدم تخصیص بودجه‌های حفاظتی، به زیرساخت‌ها و پروژه‌های عمرانی جنگل

مانع از نزول UPCI و CBR از ارقام یادشده گردید. به‌طور کل روند نزولی UPCI، CBR و درصد سیطره حفاظتی جاده‌ها بیانگر آن است که جهت تداوم سرویس‌دهی جاده‌ها حفاظت فوری شبکه جاده‌ها ضرورت دارد زیرا ادامه این روند نزولی سبب می‌شود تا در آینده نزدیک در نتیجه تشدید خرابی‌های جاده، طول ترابری و سیطره حفاظتی شبکه جاده‌های جنگلی بیش‌ازپیش کاهش یابد.

شریان‌هایی که هنوز آمدوشد در آن‌ها امکان‌پذیر است نیز به‌طور معنی‌داری افت کیفی داشته و پیش‌بینی می‌شود با ادامه این روند طول بیش‌تری از جاده‌ها کارایی خود را ازدست‌داده و نقاط بیش‌تری از عرصه از دسترس خارج گردد. یافته‌های پژوهش آستانه‌های خرابی ۴، ۴/۵ و ۵ را به ترتیب برای UPCI در اقلیم‌های نیمه‌خشک، مدیترانه‌ای و نیمه‌مرطوب و هم‌چنین آستانه خرابی ۱۰ را برای CBR معین کرده که لازم است با پایش مستمر و نگهداری به‌موقع،

### منابع

- Parsakhoo, A. (2013). Designing a forest road, Nowrozi Publications, first edition, 160p.
- Parsakhoo, A. (2014). Construction and maintenance of forest roads. First Edition. Publications of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan, Iran, 243p.
- Espahbedi, K. (2018). Forest rest law and lack of raw materials for wood and paper industries. *Promotional J. of Hyrcanian Forest Protection and Exploitation*. 1 (2), 1-2.
- Espahbedi, K. (2019). Unsaid alternative plan of forestry plans in the law of rest of the forest. *Promotional J. of Hyrcanian Forest Protection and Exploitation*. 2 (1), 1-2.
- Heydari, M., Web, T., & Karam Doust, M. (2019). Forest rest requirements in Hyrcanian forests. *Promotional J. of Hyrcanian Forest Protection and Exploitation*. 2 (2), 1-8.
- Heydari, M. J., Najafi, A., & Alavi, S. J. (2016). Identifying the warning levels of paving forest roads and managing them using a genetic algorithm. *Iranian Forest and Fire Research Quarterly*. 24 (4), 577-587.
- Chamorro, A., & Tighe, S. (2019). Development and application of a sustainable management system for unpaved rural road networks. *Transportation Research Record*. 2673 (12), 1-12.
- Eaton, R. A., Gerard, S., & Cate, D. W. (1987). Rating unsurfaced roads. Special Report 87-154. U.S. Army Corps of Engineers, Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, N.H., USA.
- Eaton, R., & Beaucham, R. (1992). Unsurfaced road maintenance management. Special Report 92-26. U.S. Army Corps of Engineers, Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, N.H., USA.
- Chamorro Giné, M. A. (2012). Development of a sustainable management system for rural road networks in developing countries. Ph.D thesis, University of Waterloo, Ontario, Canada, 216p.
- Mohd Hasmadi, I., & Kamaruzaman, J. (2008). Forest road assessment in Ulu Muda forest reserve, Kedah, Malaysia, *Modern applied science*. 2 (4), 100-108.
- Ghajar, I., Pouremam, A., Naghdi, R., & Nikooy, M. (2019). Shade trees affect some forest road pavement destruction indexes. *Iranian J. of Forest and Poplar Research*. 27 (1), 77-89.
- Abdulahi, M. S. A., Hosseini, & 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. *J. of Natural Environment*. 75 (3), 514-502.

14. Abdulhi-Hosseini, S. A. (2022). The effect of breathing policy on the road and technical infrastructure of forestry projects (case study, forestry project of Dr. Bahramnia), PhD thesis, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran. 95p.
15. Schnebele, E., Tanyu, B. F., Cervone, G., & Waters, N. (2015). Review of remote sensing methodologies for pavement management and assessment. *European Transport Research Review*. 7 (7), 1-19.
16. Gooderzi, R., & Najafi, W. (2014). The importance of forest road maintenance planning in preserving the environment. The second national conference of new horizons in empowerment and sustainable development of architecture, civil engineering, tourism, energy, and urban and rural environment. Pp: 1-11. Hamedan, Iran.
17. Mohammadpour, F., Hojjati S. M., & Asadian, M. (2014). The effect of the cessation of exploitation on the structural characteristics of the forest (case study: Nineteen series of Wood and Paper Forestry Plan, Mazandaran, Sari City). The second national conference on agricultural engineering and management, environment-environment and sustainable natural resources, Pp: 1-12, Tehran, Iran.
18. Meneses, S., & Ferreira, A. (2013). Pavement maintenance programming considers two objectives: maintenance costs and user costs. *International J. of Pavement Engineering*. 14 (2), 206-221.
19. Demir, M. (2007). Impacts, management and functional planning criterion of forest road network system in Turkey. *Transportation Research Part A Policy and Practice*. 41 (1), 56-68.
20. Abdi, A., & Majnounian, B. (2017). Maintenance and repair of forest roads. Tehran Univ. Publications. 342p.
21. Mubasheri, M. (2016). Soil mechanics in road construction. Soil Technical and Mechanical Laboratory Joint Stock Company. 150p.
22. Javed, M. (2014). Soil mechanics tests. Academic Jihad University of Tehran. 195 p.
23. Hosni, A., & Abbasi, A. (2013). Investigating the effect of geometric design on the damage of flexible pavements, 9th International Congress of Civil Engineering, 9p.
24. Brown, K. R., McGuire, K. J., Aust, W. M., Hession, W. C., & Dolloff, C. A. (2015). The effect of increasing gravel cover on forest roads for reduced sediment delivery to stream crossings. *Hydrological processes*. 29 (6), 1129-1140.
25. Cole, D. N., & Landres, P. B. (1996). Threats to wilderness ecosystems: impacts and research needs. *Ecological applications*. 6 (1), 168-184.
26. Efta, J. A., & Chung, W. (2014). Planning the best management practices to reduce sediment delivery from forest roads using WEPP: Road erosion modeling and simulated annealing optimization. *Croatian J. of Forest Engineering*. 35 (2), 167-178.
27. Fuentes, A. (2015). An analysis of sensitivity in economic forecasting for pavement management systems. M.Sc. thesis, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Utah State University, Logan, Utah, 144p.

