

(OPEN ACCESS)

Analysis and identification of strategic management of forest roads in north of Iran using SWOT-AHP approaches

Yaser Asadi Esboukolaei¹, Aidin Parsakhoo^{*2}, Mohammad Hadi Moayeri³

1. M.Sc. Student of Forest Development and Exploitation, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: yaserasadiesbo@gmail.com
2. 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
3. Professor, Dept. of Forestry, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: moayeri@gau.ac.ir

| Article Info | ABSTRACT |
|---|--|
| <p>Article type: Full Length Research Paper</p> <p>Article history: Received: 12.21.2025 Revised: 05.12.2026 Accepted: 05.12.2026</p> <p>Keywords: Deterioration of forest road pavement, Forest rest law, Forest road management, Paired comparisons, Questionnaire</p> | <p>Background and Objectives: In recent years, the cessation of forestry projects and the resulting management vacuum have led to the deterioration of forest roads. This issue has increasingly attracted the attention of experts seeking an optimal approach to prevent further damage to the forest road network, a vital national asset and critical forest infrastructure, caused by the implementation of the Forest Rest Law. This study aimed to prioritize strategies for forest road management by assessing strengths, weaknesses, opportunities, and threats (SWOT).</p> <p>Materials and Methods: First, a suitable set of strengths, weaknesses, opportunities, and threats related to forest road network management, from economic, technical, and social perspectives, was identified through library research, past studies, and expert opinions. To formulate strategies for forest road management, factors attributed to SWOT categories and a number of strategic criteria were developed based on expert opinions and questionnaire responses. Questionnaires were completed by twenty participants, including academics and forest engineers with experience in forest road management. Since SWOT analysis is qualitative, a decision-making method was applied to quantify the factors and model strategic criteria using the Buckley and Chang approaches, both widely used in the analytic hierarchy process (AHP). The strategic criteria, along with the SWOT sub-factors, were modeled through pairwise comparisons and quantified using AHP.</p> <p>Results: The obtained weights for strengths, weaknesses, opportunities, and threats in strategic management of forest roads in the northern part of the country were 3.43, 1.28, 3.78, and 1.13, respectively. The most important strength was the restoration of forest road functions in the vast northern forests. The most important weakness was the high cost of restoring the forest road network coupled with a lack of financial resources. The most important opportunity was the continuous presence and timely protection of the forest against disasters and violations. The most important</p> |

threats were risks of incorrect planning, excessive costs, and waste of capital. According to experts, the best strategy for strategic management of northern forest roads is to maintain part of the network, develop off-road tourist and monitoring routes, and independently protect and operate roads (using drones, helicopters, and telecommunication systems). The weight of external factors (2.46) was greater than that of internal factors (2.36). The final scores on the four strategic axes of the SWOT analysis were all below 2.5, indicating that a defensive strategy should be adopted. The goal of this strategy is to reduce weaknesses and avoid threats, in effect, organizations should scale back activities to maintain survival.

Conclusion: Based on the findings, forest road network management should not focus on physical development; rather, the role of roads in conservation and sustainable management is important. With correct management, forest roads can serve as tools for conservation and recreation. Adopting a defensive strategy, addressing weaknesses by providing financial resources to restore part of the forest road network, implementing other approaches, and eliminating threats such as incorrect planning, excessive costs, and waste of capital can help achieve strategic management goals for northern forest roads. In conclusion, SWOT-AHP is a useful tool for rational decision-making by considering all relevant factors.

Cite this article: Asadi Esboukolaei, Yaser, Parsakhoo, Aidin, Moayeri, Mohammad Hadi. 2026. Analysis and identification of strategic management of forest roads in north of Iran using SWOT-AHP approaches. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 33 (1), 1-18.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/jwfst.2026.24416.2141

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

شناسایی و اولویت‌بندی رویکردهای مدیریتی جاده‌های جنگلی شمال ایران با استفاده از روش تلفیقی SWOT-AHP

یاسر اسدی اسبوکلانی^۱، آیدین پارساخو^{۲*}، محمدهادی معیری^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد عمران و بهره‌برداری جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: yaserasadiesbo@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: parsakhoo@gu.ac.ir
۳. استاد گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
رایانامه: moayeri@gu.ac.ir

| اطلاعات مقاله | چکیده |
|---|---|
| نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی | سابقه و هدف: در سال‌های اخیر توقف طرح‌های جنگلداری و خلأ مدیریتی حاصل باعث زوال جاده‌های جنگلی گردیده و این مسأله بیش‌ازپیش توجه متخصصین را به اتخاذ رویکردی مناسب جهت کاهش خسارات ناشی از اجرای قانون استراحت جنگل‌ها بر شبکه جاده‌های جنگلی به‌عنوان سرمایه ملی و زیرساخت حیاتی جنگل سوق داده است. این مطالعه با هدف اولویت‌بندی راهبردها از طریق ارزیابی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها از نظر مدیریت جاده‌های جنگلی انجام شد. |
| تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۳۰ | |
| تاریخ ویرایش: ۱۴۰۵/۰۲/۲۲ | |
| تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۲۲ | |
| واژه‌های کلیدی: پرسشنامه، زوال روسازی جاده‌های جنگلی، قانون استراحت جنگل‌ها، مدیریت راه‌های جنگلی، مقایسات زوجی | مواد و روش‌ها: در پژوهش حاضر، ابتدا مجموعه مناسبی از نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای مدیریت شبکه جاده‌های جنگلی شمال کشور از دیدگاه اقتصادی، فنی و اجتماعی با استفاده از تحقیقات کتابخانه‌ای، مطالعات گذشته و نظر متخصصین و کارشناسان شناسایی شد. برای تعریف رویکرد در مدیریت راه‌های جنگلی، نخست عوامل متناسب به نقاط قوت، عوامل ضعف، عوامل متناسب به فرصت‌ها و عوامل تهدیدکننده و تعدادی معیار راهبردی به‌منظور رتبه‌بندی با استفاده از نظرات کارشناسان و تکمیل پرسشنامه تدوین شد. این پرسشنامه‌ها در مجموع توسط بیست نفر شامل دانشجویان و مهندسان جنگل با تجربه در مدیریت و مسائل اقتصادی و اجتماعی جنگل تکمیل شدند. از آنجایی که تحلیل SWOT یک روش تجزیه و تحلیل و تصمیم‌گیری کیفی است، برای کمی کردن عوامل مورد استفاده و مدل‌سازی از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شد. معیارهای راهبردی به همراه عوامل فرعی که برای تجزیه و تحلیل SWOT تهیه می‌شود، با انجام مقایسه زوجی و محاسبه وزن‌های نسبی و نهایی |

به داده‌های کمی تبدیل شد. سپس با دخالت دادن ضرایب اهمیت گروه SWOT در وزن‌های AHP اهمیت معیارها مشخص گردید.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به‌دست‌آمده وزن نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدیدهای مدیریت راهبردی جاده‌های جنگلی شمال کشور به ترتیب ۳/۴۳، ۱/۲۸، ۳/۷۸ و ۱/۱۳ می‌باشد. احیا کارکردهای جاده‌های جنگلی (خروج چوب، حفاظت و گردشگری) در عرصه‌های وسیع جنگل‌های شمال مهم‌ترین نقطه قوت، هزینه‌های بالای مرمت شبکه جاده‌های جنگلی و فقدان منابع مالی مهم‌ترین نقطه ضعف، حضور مداوم و حفاظت به‌موقع از جنگل در برابر بلایا و تخلفات مهم‌ترین فرصت و خطرات برنامه‌ریزی نادرست و هزینه گزاف و هدررفت سرمایه ناشی از آن مهم‌ترین تهدیدی است که به‌واسطه مدیریت جاده‌های جنگلی شمال ایجاد می‌شود. بهترین رویکرد برای مدیریت جاده‌های جنگلی شمال کشور از نظر کارشناسان حفظ بخشی از شبکه و تبدیل بخش دیگر به مسیرهای گردشگری و نظارتی و حفاظت و بهره‌برداری مستقل از جاده (پهپاد و بالگرد و سیستم‌های مخابراتی) است. در این پژوهش وزن عوامل خارجی (۲/۴۶) بیش‌تر از وزن عوامل داخلی (۲/۳۶) بود. نمرات نهایی بر روی محور وضعیت چهارگانه استراتژیک تحلیل SWOT کم‌تر از ۲/۵ است، بنابراین باید راهبرد تدافعی اتخاذ گردد. هدف از این راهبرد کم کردن نقاط ضعف و پرهیز از تهدیدات است. در واقع چنین سازمان‌هایی می‌کوشند برای حفظ بقای خود از فعالیت‌های خود بکاهند.

نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، تمرکز مدیریت شبکه جاده‌های جنگلی نباید صرفاً بر توسعه فیزیکی شبکه جاده باشد، بلکه بازتعریف نقش جاده‌ها در حفاظت، نظارت و مدیریت پایدار جنگل از اهمیت بالاتری برخوردار است. در واقع جاده‌های جنگلی در صورت مدیریت صحیح، می‌توانند به ابزاری برای افزایش کارایی عملیات حفاظتی و توسعه گردشگری در آینده تبدیل شوند. اتخاذ استراتژی تدافعی با تأمین منابع مالی برای احیا بخشی از شبکه جاده‌های جنگلی و تبدیل بخشی دیگر به مسیرهای گردشگری و نظارتی و پرهیز از برنامه‌ریزی نادرست و صرف هزینه‌های گزاف ناشی از آن مانند آنچه در قانون استراحت جنگل‌ها شاهد آن هستیم می‌توان به اهداف مدیریت راهبردی جاده‌های جنگلی شمال دست یافت. در پایان می‌توان بیان نمود که SWOT-AHP ابزاری سودمند برای تصمیم‌گیری‌های منطقی با در نظر گرفتن تمام عواملی که بر آن تأثیر می‌گذارند، است.

استناد: اسدی اسبوکلائی، یاسر، پارساخو، آیدین، معیری، محمدهادی (۱۴۰۵). شناسایی و اولویت‌بندی رویکردهای مدیریتی جاده‌های جنگلی شمال ایران با استفاده از روش تلفیقی SWOT-AHP. نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۳۳ (۱)، ۱۸-۱.

DOI: 10.22069/jwfst.2026.24416.2141



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

جاده‌های جنگلی حوزه‌های آبخیز جنگلی شمال کشور از دیرباز با کارکردهای مدیریتی، حفاظتی و بهره‌برداری خود نقش مؤثری در ایجاد دسترسی به نقاط مختلف جنگل داشته‌اند. برنامه‌ریزی طراحی، ساخت و نگهداری جاده‌ها در قالب طرح‌های جنگلداری و مبتنی بر شیوه‌های مختلف جنگل‌شناسی (تدریجی-پناهی و تک‌گزینی) امری مشخص و مدون بوده و هدف اصلی آن‌ها خروج محصولات چوبی از جنگل و مسائل حفاظتی و جنگلداری بوده است. این ساختار نظام‌مند و پایدار تأمین ماده اولیه، موجب ایجاد تقاضای مداوم و فزاینده برای محصولات جنگلی در صنایع مرتبط و باعث رونق تولید و کسب‌وکار در کشور شده بود (۱، ۲، ۳). اما در عین حال ساخت جاده‌های جنگلی با این رویکرد در مناطق کوهستانی نیازمند طراحی دقیق و استاندارد و برنامه‌ریزی مناسب برای حفاظت و مرمت و تداوم سرویس‌دهی جاده‌ها می‌باشد (۴، ۵، ۶). عملکرد ضعیف طرح‌های جنگلداری در برخی مناطق، کاهش سطح جنگل‌های شمال کشور و فشار برخی سازمان‌های مردم‌نهاد باعث گردید رویکرد مدیریتی جنگل‌های شمال کشور به شکلی تغییر یابد که با نوعی خلأ در مدیریت جاده‌های جنگلی همراه شود (۷، ۸). ادامه این شرایط مدیریتی می‌تواند به زوال کامل جاده‌ها، تخریب ابنیه‌های فنی و در نتیجه قطع دسترسی به عرصه‌های جنگلی و به تبع آن افزایش قاچاق، شکار غیرمجاز، توقف فعالیت‌های پرورشی، گسترش غیرقابل کنترل حریق، آفات و امراض منجر شود (۹، ۱۰). خلأ مدیریتی ناشی از قانون استراحت جنگل‌ها فرصتی را برای متخصصین فراهم ساخت تا با تحلیل نقاط قوت و ضعف مدیریت راه‌های جنگلی و هم‌چنین فرصت‌ها و تهدیدهای موجود، رویکرد مناسب‌تری را برای مدیریت راه‌های جنگلی جستجو کنند (۱۱، ۱۲).

با توجه به خلأ به وجود آمده در مدیریت شبکه جاده‌های جنگلی لزوم اتخاذ راهبردی سازنده که بتواند برای وضعیت حال و آینده جنگل‌های هیرکانی و جلوگیری از تخریب کامل جاده‌ها راهگشا باشد ضروری به نظر می‌رسد (۱۳، ۱۴). یافتن راهبردهای مناسب آن هم در شرایط پیچیده و دشوار کنونی نیازمند ابزارهای تصمیم‌سازی می‌باشد. مدل‌های تصمیم‌سازی چندمعیاره تلفیقی مانند SWOT-QSPM، SWOT-BSC (۱۵، ۱۶)، SWOT-Topsis و (۱۷، ۱۸)، SWOT-ANP، SWOT-FAHP و (۱۹، ۲۰) کارآمدترین روش‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در مباحث مدیریتی می‌باشند که در بین آن‌ها مدل تلفیقی SWOT-AHP از بقیه ساده‌تر و رایج‌تر است (۲۱، ۲۲). با این وجود، استفاده از مدل‌های تصمیم‌سازی تلفیقی به منظور تحلیل روش‌های مدیریتی جاده‌های جنگلی کشور مغفول مانده و تاکنون مطالعات چندانی در این زمینه انجام نشده است.

تجزیه و تحلیل SWOT که در سال ۱۹۶۰ در دانشگاه هاروارد به‌عنوان ابزاری برای تعریف یک برنامه تجاری راهبردی توسعه یافت، بعدها به ابزار مهمی برای مقابله با شرایط راهبردی پیچیده از طریق ارائه و سازماندهی اطلاعات برای تصمیم‌گیری تبدیل شد. هدف ماتریس SWOT افزایش نقاط قوت، به حداکثر رساندن یا کاهش نقاط ضعف، ارزیابی فرصت‌ها و شناسایی تهدیدها است (۲۳، ۲۴). فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) یک روش کمی است که برای حل تدریجی مسائل پیچیده به کار می‌رود. یکی از جنبه‌های مطلوب این راهبرد آن است که چندین معیار را مورد توجه قرار می‌دهد. AHP می‌تواند اطلاعات ذهنی و عینی را با موفقیت پردازش کند (۲۵). کن و همکاران (۲۰۲۲) ضمن ارزیابی مدیریت راهبردی راه‌های جنگلی با استفاده از رویکردهای

مواد و روش‌ها

عوامل و راهبردهای SWOT: برای تعیین نوع راهبرد مدیریتی برای شبکه جاده‌های جنگلی شمال کشور، نخست مجموع عوامل استراتژیک داخلی شامل نقاط قوت و ضعف و همچنین مجموع عوامل خارجی شامل فرصت‌ها و تهدیدها لیست گردیده و پس از تعیین وزن نسبی و اعمال ضریب اهمیت گروه (S, W, O, T)، وزن نهایی هر عامل محاسبه و از تجمع وزن نهایی عوامل داخلی و خارجی موقعیت استراتژیک وزن مشخص و راهبرد بهینه تعیین گردید. در محدوده مطالعه، تحلیل SWOT از نظر ارزیابی راهبردی مدیریت راه‌های جنگلی هیرکانی که تحت قانون استراحت جنگل‌ها قرار گرفته‌اند، انجام شد و راهبردهای مناسب در مدیریت راه‌های جنگلی تدوین گردید. مراحل انجام پژوهش شامل شناسایی عوامل SWOT، تدوین راهبردها، طراحی پرسشنامه مقایسات زوجی، توزیع و تکمیل پرسشنامه‌ها توسط کارشناسان و متخصصان، تحلیل AHP و SWOT و در نهایت اولویت‌بندی نهایی راهبردها بود. عوامل SWOT با توجه به منابع علمی موجود و نظر متخصصان تدوین پس از چند مرحله غربال‌گری و اجماع خبرگان نهایی گردید. تجزیه و تحلیل SWOT به چهار گروه اصلی تقسیم می‌شود: نقاط قوت (S)، نقاط ضعف (W)، فرصت‌ها (O) و تهدیدها (T). راهبردها (St) به عنوان گروه اصلی تعیین شدند. عوامل SWOT شامل چهار معیار اصلی شامل قوت‌ها (۵ زیرمعیار؛ جدول ۲)، ضعف‌ها (۶ زیرمعیار)، فرصت‌ها (۵ زیرمعیار)، تهدیدها (۵ زیرمعیار) و استراتژی‌ها یا راهبردها با ۶ زیرمعیار با ماتریس‌های دوتایی در طیف یک تا چهار (ضعف اساسی، ضعف، قوت اساسی، قوت، تهدید جدی، تهدید، فرصت عالی، فرصت) مقایسه شدند. پرسشنامه‌ها برای محاسبه درجات عاملی در اختیار متخصصان این حوزه قرار گرفت و در مجموع

SWOT-FAHP دریافتند که مهم‌ترین عامل فرصت شناسایی شده بر اساس هر دو رویکرد FAHP، «کمک به کنترل آتش‌سوزی جنگل‌ها» بود. با توجه به رویکردهای باکلی و چانگ، مشخص شد راهبردی که بالاترین اهمیت را داشت «حفاظت از منابع جنگل/جنگل و بهبود زیرساخت‌های فیزیکی» بود. مشخص شد که گروه فرعی که بالاترین درجه معنی‌داری را داشت، «ضعف‌ها» و پایین‌ترین گروه فرعی، عامل «فرصت» بود. این مطالعه به این نتیجه رسید که مدل‌سازی تحلیل‌های کیفی در فرآیند تصمیم‌گیری پس از کمی‌سازی منجر به راه‌حل‌های منطقی‌تری می‌شود زیرا امکان مقایسه عوامل را فراهم می‌کند (۲۶). پژوهش کن و همکاران (۲۰۲۲) در رابطه با ارزیابی راهبردهای مدیریت جاده‌های جنگلی پایه‌گذار و ایده‌بخش اصلی انجام پژوهش حاضر بود. متأسفانه از سال ۱۳۹۶ بر اساس بند "ف" ماده ۳۸ قانون برنامه پنج‌ساله ششم، مدیریت جنگل‌های هیرکانی و به تبع آن مدیریت جاده‌های جنگلی در طرحی موسوم به "استراحت جنگل" با نوعی خلأ مواجه شده است که نتیجه آن سیر قهقراپی کمیت و کیفیت جاده‌های جنگلی به‌عنوان بزرگ‌ترین سرمایه ملی و عمرانی در جنگل می‌باشد (۲۷). برای انجام این پژوهش، عوامل SWOT و استراتژی‌های آن برای فعالیت‌های جنگل‌داری مورد ارزیابی جامع قرار گرفته و از ادغام روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) در تحلیل SWOT بهره گرفته شد. این مطالعه همچنین با هدف اولویت‌بندی راهبردها از طریق ارزیابی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها از نظر مدیریت جاده‌های جنگلی انجام شد. بدین‌منظور عوامل SWOT و راهبردهای ارزیابی مدیریت راه‌های جنگلی با استفاده از نظرات کارشناسان شناسایی می‌شود.

مدیریت و مسائل اقتصادی و اجتماعی جنگل دریافت گردید که در مراحل پردازش جهت کاستن از ضریب ناسازگاری، ۴ پرسشنامه حذف گردید و در مجموع با ۲۰ پرسشنامه ضریب ناسازگاری مطلوب زیر ۰/۱ حاصل شد. عوامل SWOT و راهبردهای شناسایی شده در مدیریت جاده‌های جنگلی در جدول ۱ و جدول ۲ نشان داده شده است.

در این پژوهش ۱۴۷ مقایسه زوجی انجام پذیرفت (شکل ۱). مقیاس رتبه‌بندی در تحلیل AHP با توجه به طیف توماس‌ال ساعتی بود (۲۸). این پرسشنامه در مجموع توسط بیست نفر شامل تکمیل شد. بر اساس مطالعات گذشته حداقل تعداد پرسش‌شوندگان باید ۱۰ نفر از خبرگان و متخصصان باشد. با این وجود تعداد ۲۴ پرسشنامه تکمیل شده صحیح از سوی دانشجویان و مهندسان جنگل با تجربه و خیره در

جدول ۱- عوامل SWOT مورد بررسی در پژوهش حاضر حاصل از تجمیع نظرات متخصصین و مرور نوشته‌ها.

Table 1. SWOT factors examined in the present study, resulting from the aggregation of expert opinions and literature review.

| تهدیدها Threats | فرصت‌ها Opportunities | ضعف‌ها Weaknesses | قوت‌ها Strengths |
|---|--|---|--|
| اختلال در جریان‌های سطحی، فرسایش و زمین‌لغزش Disturbance in surface flows, erosion and landslides | تبدیل شدن جنگل‌های شمال به مرکز جذب اکوتوریسم Turning the northern forests into a center of attraction for ecotourism | هزینه‌های بالای مرمت شبکه جاده‌های جنگلی و فقدان منابع مالی High costs of repairing the forest road network and lack of financial resources | احیا بخشی از کارکردهای جاده‌های جنگلی شمال Restoring some of the functions of forest roads of north |
| نخاله‌ها و مواد خاک‌برداری آسیب‌رسان به توده طبیعی Debris and excavation materials damaging the natural mass | رونق اقتصادی جوامع محلی Economic prosperity of local communities | کوهستانی بودن جنگل‌های شمال و شرایط توپوگرافی دشوار The mountainous nature of the northern forests and the difficult topographic conditions | حفظ و احیا سرمایه صرف‌شده در ساخت شبکه جاده‌های جنگلی موجود Preserving and revitalizing the capital invested in building the existing forest road network |
| اثرات منفی بر حیات وحش با زوال ساختار بکر طبیعی Negative impacts on wildlife with the deterioration of pristine natural structures | تبلور تقاضای ملی و بین‌المللی برای محصولات و خدمات پایدار جنگل Crystallizing national and international demand for sustainable forest products and services | ضعف نظارت و کنترل با کاهش تعداد کارکنان در سال‌های اخیر Weak supervision and control with the reduction in the number of employees in recent years | ایجاد اشتغال و به‌کارگیری منابع انسانی واجد شرایط Creating employment and employing qualified human resources |
| خطرات برنامه‌ریزی نادرست، هزینه گزاف و هدررفت سرمایه ناشی از آن Risks of poor planning, excessive costs and wasted capital | حضور مداوم و حفاظت به‌موقع از جنگل در برابر بلایای طبیعی و غیرطبیعی Continuous presence and timely protection of the forest against natural and unnatural disasters | ماشین‌آلات و تجهیزات و زیرساخت ضعیف Poor machinery, equipment and infrastructure | دانش‌افزایی و به‌کارگیری استانداردهای فنی و بومی در فرآیند مرمت جاده‌ها Knowledge enhancement and application of technical and local standards in the road repair process |
| ایجاد حوادث کاری و مشکلات قانونی در رابطه با بیمه‌ها Causing work accidents and legal problems on insurance | ورود علوم و فناوری‌های جدید The arrival of new sciences and technologies | فقدان پایگاه اطلاعاتی درمورد روند استهلاک جاده‌ها در جنگل Lack of a database on the depreciation process of roads in the forest | توسعه و خدمات‌رسانی به روستاها Development and service provision to villages |
| | | تعداد کم کارکنان متخصص و آموزش‌دیده در عملیات مرمت Small number of specialized and trained staff in restoration operations | |

جدول ۲- راهبردهای بالقوه برای مدیریت شبکه جاده‌های جنگلی حوزه‌های آبخیز شمال.

Table 2. Potential strategies for managing the forest road network of the northern watersheds.

| راهبرد Strategy | کد Code |
|--|------------|
| مرمت و توسعه جاده‌ها به منظور حفاظت و بهره‌برداری پایدار از کلیه محصولات و خدمات جنگل Repair and develop roads to protect and sustainably utilize all forest products and services | St1 |
| مرمت جاده‌های موجود به منظور حفاظت و بهره‌برداری پایدار از کلیه محصولات و خدمات جنگل Renovation of existing roads for the protection and sustainable use of all forest products and services | St2 |
| حمایت دولتی جهت مرمت جاده‌های موجود با هدف حفاظت از جنگل و پژوهش Government support for the rehabilitation of existing roads for conservation and research | St3 |
| ایجاد مسیرهای گردشگری و توسعه سیستم‌های نظارتی و حفاظتی مستقل از جاده (پهپاد و بالگرد و سیستم‌های مخابراتی) Creating tourism routes and developing protection systems (drones, helicopters, and telecommunications systems) | St4 |
| مرمت و توسعه جاده‌ها برای حفاظت و استفاده تفریحی از جنگل Repair and development of roads and improvement of physical infrastructure for protection and recreational use of the forest | St5 |
| حفظ بخشی از شبکه و تبدیل بخش دیگر به مسیرهای گردشگری و توسعه سیستم‌های نظارتی و حفاظتی و بهره‌برداری مستقل از جاده (پهپاد و بالگرد و سیستم‌های مخابراتی) Maintaining part of the network, creating tourism routes, and developing surveillance and protection systems and independent operation of the road (drones, helicopters, and telecommunications systems) | St6 |

$$\tilde{w}_i = \tilde{b}_i \times 1 / (\tilde{b}_1 + \tilde{b}_2 + \dots + \tilde{b}_n) \quad (2)$$

$$\tilde{ow}_i = \tilde{w}_i \times C_i \quad (3)$$

که در آن، \tilde{A}_n درایه‌های ماتریس، b_n میانگین هندسی هر ردیف از درایه‌های ماتریس، W_i وزن نسبی هر معیار، C_i ضریب اهمیت هر معیار و OW وزن نهایی هر معیار می‌باشند.

برای تعیین موقعیت استراتژیک در SWOT چنانچه امتیاز نهایی عوامل داخلی و خارجی ۱-۲/۵ باشد استراتژی تدافعی، چنانچه امتیاز نهایی عوامل خارجی ۲/۵-۴ و امتیاز نهایی عوامل داخلی ۱-۲/۵ باشد استراتژی محافظه‌کارانه، چنانچه امتیاز نهایی عوامل داخلی و خارجی ۲/۵-۴ باشد استراتژی تهاجمی و چنانچه امتیاز نهایی عوامل خارجی ۱-۲/۵ و امتیاز نهایی عوامل داخلی ۲/۵-۴ باشد استراتژی بازنگری می‌باشد.

محاسبه نرخ ناسازگاری ماتریس‌ها (Inconsistency Ratio): برای محاسبه نرخ ناسازگاری (ICR) ماتریس‌ها نخست نسبت به تعیین شاخص ناسازگاری (ICI) ماتریس‌ها از طریق رابطه ۴ اقدام شد.

مقیاسات زوجی عوامل SWOT به روش AHP:

از آنجایی که تحلیل SWOT یک روش تحلیل و تصمیم‌گیری کیفی است، معیارها با استفاده از رویکرد تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) مدل‌سازی شدند تا عوامل مورد استفاده برای رسیدن به یک نتیجه تحلیلی در تعیین اثرات و سطوح اهمیت عوامل، کمی‌سازی شوند. با ترکیب تحلیل AHP-SWOT می‌توان معادل عددی عوامل SWOT در تصمیم‌گیری را شناسایی و اهمیت هر عامل را به‌طور مؤثر محاسبه کرد. در AHP ابتدا میانگین هندسی هر ردیف از ماتریس محاسبه شد (رابطه ۱) و در مرحله بعد وزن نسبی عوامل ماتریس به کمک رابطه ۲ و سپس وزن نهایی آن‌ها از رابطه ۳ به دست آمد.

$$\tilde{A}^k = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{A}_{12} & \tilde{A}_{1n} \\ \tilde{A}_{21} & 1 & \dots & \tilde{A}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{A}_{m1} & \tilde{A}_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$\tilde{b}_i = (\tilde{a}_{i1} \times \tilde{a}_{i2} \times \dots \times \tilde{a}_{in})^{1/n} \quad (1)$$

نسبی عوامل ماتریس می‌باشد. در نهایت نرخ ناسازگاری ماتریس از رابطه ۶ به دست آمد.

$$ICR = \frac{ICI}{RI} \quad (6)$$

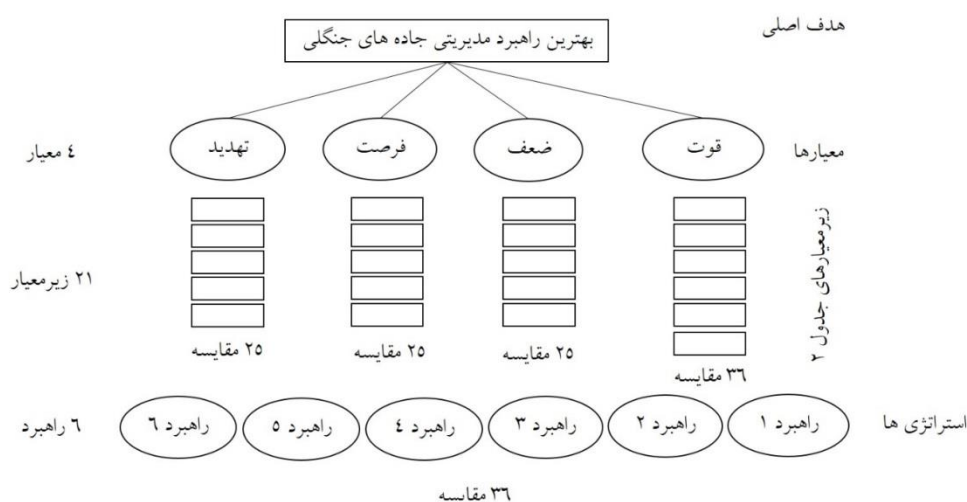
در این رابطه، RI یا شاخص تصادفی (Random Index) مقداری است که با توجه به تعداد عوامل ماتریس استخراج می‌گردد. مقدار نرخ ناسازگاری ماتریس باید کم‌تر از ۰/۱ باشد.

$$ICI = \frac{L-n}{n-1} \quad (4)$$

که در آن، n تعداد عوامل ماتریس و L مقداری است که از رابطه ۵ به دست می‌آید.

$$L = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n (AW_i/W_i) \right] \quad (5)$$

در این رابطه، AWi مجموع حاصل ضرب درایه‌های هر ردیف از ماتریس در وزن نسبی و Wi هم وزن



شکل ۱- نمودار سلسله‌مراتبی تحقیق.

Figure 1. Hierarchical diagram of research.

۰/۴۸) مهم‌ترین تهدیدی است که به‌واسطه مدیریت راهبردی جاده‌های جنگلی شمال ایجاد می‌شود (جدول ۳). این یافته با نتایج پژوهش‌های کان و همکاران (۲۰۲۲) مطابقت داشت. آن‌ها نیز مهم‌ترین عامل شناسایی شده در میان عوامل فرصت را کمک به کنترل آتش‌سوزی جنگل (حفاظت از جنگل) معرفی نمودند. این مطابقت (اختلاف نتایج کم‌تر از ۲۰ درصد) احتمالاً به دلیل شباهتی است که میان روش‌های مدیریت جنگل در دو کشور ایران و ترکیه وجود دارد و مسأله حفاظت از جنگل‌ها در هر دو

نتایج و بحث

در این پژوهش احیا کارکردهای جاده‌های جنگلی در عرصه‌های وسیع جنگل‌های شمال مهم‌ترین نقطه قوت (وزن: ۱/۷۳) و هزینه‌های بالای مرمت شبکه جاده‌های جنگلی و فقدان منابع مالی (وزن: ۰/۳۸) مهم‌ترین نقطه ضعف در مدیریت راهبردی جاده‌های جنگلی شمال می‌باشد. هم‌چنین حضور مداوم و حفاظت به‌موقع از جنگل در برابر بلایا و تخللفات (وزن: ۲/۱۱) مهم‌ترین فرصت و خطرات برنامه‌ریزی نادرست، هزینه گزاف و هدررفت سرمایه (وزن:

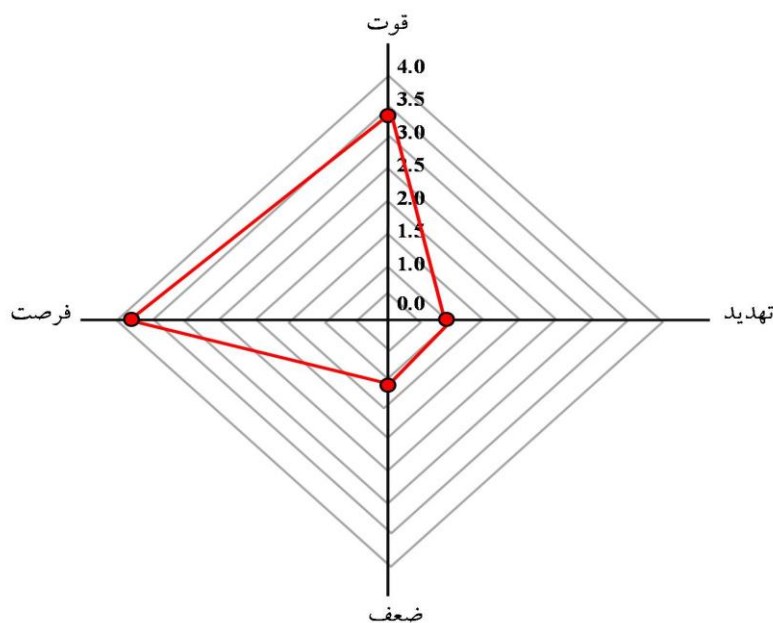
سیستم‌های مخابراتی) است (۲۶، جدول ۴). وزن این راهبرد مدیریتی ۱/۷۴ بود که اختلاف قابل‌ملاحظه‌ای با وزن راهبردهای دیگر داشت (شکل ۳). در همین راستا کان و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند طبق رویکردهای باکلی و چانگ، استراتژی حفاظت از منابع جنگلی/جنگلی و بهبود زیرساخت‌های فیزیکی دارای بالاترین اهمیت است (۲۶).

کشور از اولویت بالایی برخوردار است (۲۶). وزن نهایی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدیدهای مدیریت راهبردی جاده‌های جنگلی شمال کشور به ترتیب ۳/۴۳، ۱/۲۸، ۳/۷۸ و ۱/۱۳ می‌باشد (شکل ۲). بهترین راهبرد برای نیل به این اهداف از نظر کارشناسان حفظ بخشی از شبکه و تبدیل بخشی دیگر به مسیرهای گردشگری و نظارتی و حفاظت و بهره‌برداری مستقل از جاده (پهپاد و بالگرد و

جدول ۳- مقایسه زوجی معیارهای قوت در مدیریت جاده‌های جنگلی در تحلیل FAHP از دیدگاه کارشناسان.

Table 3. Pairwise comparison of strength criteria in forest road management in FAHP analysis from the experts' perspective.

| وزن نهایی Final weight | ضریب اهمیت Coefficient | وزن نسبی Relative weight | میانگین هندسی Geometric mean | قوت‌ها Strengths | کد Code |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|------------|
| 1.73 | 4 | 0.43 | 2.42 | احیا بخشی از کارکردهای جاده‌های جنگلی شمال Restoring some of the functions of forest roads of north | S1 |
| 0.38 | 1 | 0.38 | 3.43 | هزینه‌های بالای مرمت شبکه جاده‌های جنگلی و فقدان منابع مالی High costs of repairing the forest road network and lack of financial resources | W1 |
| 2.11 | 4 | 0.53 | 4.10 | حضور مداوم و حفاظت به‌موقع از جنگل در برابر بلایای طبیعی و غیرطبیعی Continuous presence and timely protection of the forest against natural and unnatural disasters | O4 |
| 0.48 | 1 | 0.48 | 3.13 | خطرات برنامه‌ریزی نادرست، هزینه گزاف و هدررفت سرمایه ناشی از آن Risks of poor planning, excessive costs and wasted capital | T4 |



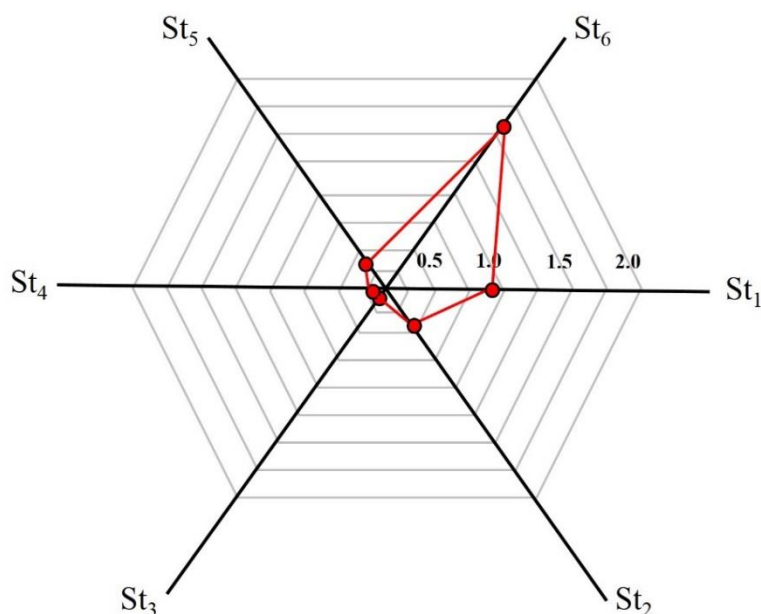
شکل ۲- وزن عوامل قوت، ضعف، فرصت و تهدیدهای مدیریت راهبردی جاده‌های جنگلی بر اساس مدل SWOT.

Figure 2. Weight of the factors of strengths, weaknesses, opportunities and threats of strategic management of forest roads based on the SWOT model.

جدول ۴- مقایسه زوجی راهبردهای مدیریت جاده‌های جنگلی در تحلیل AHP از دیدگاه کارشناسان.

Table 4. Pairwise comparison of forest road management strategies in FAHP analysis from the experts' perspective.

| وزن نهایی Final weight | ضریب اهمیت Coefficient | وزن نسبی Relative weight | میانگین هندسی Geometric mean | St6 | St5 | St4 | St3 | St2 | St1 | راهبرد Strategy | کد Code |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|--|-------------|
| 0.96 | 4.00 | 0.24 | 2.15 | 0.20 | 4.00 | 5.00 | 7.50 | 3.00 | 1.00 | مرمت و توسعه جاده‌ها به‌منظور حفاظت و بهره‌برداری پایدار از کلیه محصولات و خدمات جنگل Repair and develop roads to protect and sustainably utilize all forest products and services | St1 |
| 0.43 | 3.00 | 0.14 | 1.28 | 0.17 | 3.00 | 4.00 | 6.50 | 1.00 | 0.33 | مرمت جاده‌های موجود به‌منظور حفاظت و بهره‌برداری پایدار از کلیه محصولات و خدمات جنگل Renovation of existing roads for the protection and sustainable use of all forest products and services | St2 |
| 0.05 | 2.00 | 0.02 | 0.20 | 0.13 | 0.15 | 0.23 | 1.00 | 0.15 | 0.13 | حمایت دولتی جهت مرمت جاده‌های موجود با هدف حفاظت از جنگل و پژوهش Government support for the rehabilitation of existing roads for conservation and research | St3 |
| 0.11 | 2.00 | 0.06 | 0.51 | 0.25 | 0.33 | 1.00 | 4.50 | 0.25 | 0.20 | ایجاد مسیرهای گردشگری و توسعه سیستم‌های نظارتی و حفاظتی مستقل از جاده (پهپاد و بالگرد و سیستم‌های مخابراتی) Creating tourism routes and developing off-road surveillance and protection systems (drones, helicopters, and telecommunications systems) | St4 |
| 0.30 | 3.00 | 0.10 | 0.90 | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 6.50 | 0.33 | 0.25 | مرمت و توسعه جاده‌ها برای حفاظت و استفاده تفریحی از جنگل Repair and development of roads and improvement of physical infrastructure for protection and recreational use of the forest | St5 |
| 1.74 | 4.00 | 0.43 | 3.87 | 1.00 | 3.00 | 4.00 | 8.00 | 6.00 | 5.00 | حفظ بخشی از شبکه و تبدیل بخش دیگر به مسیرهای گردشگری و توسعه سیستم‌های نظارتی و حفاظتی و بهره‌برداری مستقل از جاده (پهپاد و بالگرد و سیستم‌های مخابراتی) Maintaining part of the network, creating tourism routes, and developing surveillance and protection systems and independent operation of the road (drones, helicopters, and telecommunications systems) | St6 |
| 3.60 | | 1.00 | 8.92 | | | | | | | | کل Total |



شکل ۳- موقعیت وزنی راهبردهای مدیریت جاده‌های جنگلی بر اساس تحلیل SWOT.

Figure 3. Weighted position of forest road management strategies based on SWOT analysis.

است از طریق تأمین بودجه از نهادهای ذی‌ربط رفع و نیروی انسانی لازم در این خصوص جذب گردد. در بخش تهدیدها مهم‌ترین تهدید خطرات برنامه‌ریزی نادرست، هزینه گزاف و هدررفت سرمایه می‌باشد که این مورد با گماردن مدیران خبره و با صلاحیت اجتناب‌پذیر است. در واقع چنین سازمان‌هایی می‌کوشند برای حفظ بقای خود از فعالیت‌های خود بکاهند. داوتیس و همکاران (۲۰۲۲) از تحلیل SWOT (نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها، تهدیدها) به همراه AHP (فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی) برای طراحی و ساخت جاده جنگلی استفاده نمودند تا کم‌ترین بار مالی ممکن از نظر ساخت‌وساز و کم‌ترین تأثیر زیست‌محیطی و اجتماعی ممکن بر اجرای پروژه وجود داشته باشد. نتایج حاصل از کاربرد AHP نشان داد که نقاط قوت با امتیاز ۵۷/۷ درصد و پس‌از آن نقاط ضعف با ۱۸/۱ درصد و فرصت‌ها با ۱۵/۹ درصد و درنهایت، تهدیدها با امتیاز ۸/۲ درصد در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در مورد زیرمعیارها عواملی

محاسبه نرخ ناسازگاری ماتریس‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر بیانگر نرخ قابل‌قبول ناسازگاری بود که در تمام ماتریس‌ها رقمی کوچک‌تر از ۰/۱ داشت (جدول ۵). جمع نمره‌های نهایی ماتریس ارزیابی عوامل خارجی از ۱ تا ۲/۵ بیانگر میزان تهدید و نمره ۲/۵ تا ۴ بیانگر میزان فرصت است. وزن نهایی و تعیین اولویت عوامل داخلی مدیریت جاده‌های جنگلی در جدول ۶ و وزن نهایی و تعیین اولویت عوامل خارجی مدیریت جاده‌های جنگلی در تحلیل SWOT در جدول ۷ ارائه شده است. بر اساس این دو جدول، وزن عوامل خارجی (۲/۴۶) بیش‌تر از وزن عوامل داخلی (۲/۳۶) می‌باشد. همان‌طور که در شکل (۴) مشاهده می‌شود، نمرات نهایی بر روی محور کم‌تر از ۲/۵ است و بنابراین باید راهبرد تدافعی اتخاذ گردد. هدف از این راهبرد کم کردن نقاط ضعف و پرهیز از تهدیدات است. در این حالت لازم است مهم‌ترین نقطه ضعف مدیریت شبکه جاده‌های جنگلی که همان هزینه‌های بالای مرمت و فقدان منابع مالی

زیرساختی اساسی محسوب می‌شوند (۳۰). با توجه به مطالب ارائه شده، در شرایط کنونی مدیریت جنگل‌های شمال کشور که جاده‌های جنگلی با تخریب فزاینده ناشی از اجرای طرح تنفس و خلأ مدیریتی مواجه می‌باشد (۳۲، ۳۳). ضروری است که با اتخاذ تصمیم فوری ابتدا نسبت به تأمین مالی بودجه مرمت و نگهداری شبکه که جزو نقطه ضعف بارز در مسأله مدیریت جاده‌ها است اقدام نموده و سپس با برنامه‌ریزی درست یکی از راهبردهای برگزیده را اجرایی نمود تا از افزایش زیان اقتصادی وارده به شبکه جاده جلوگیری شود.

که بالاترین اولویت را دارند، ایجاد دسترسی جهت تخلیه روستاها هنگام بلایای طبیعی منطقه از طریق شبکه جاده جنگلی (مانند رانش) با ۳۵/۵ درصد به‌عنوان نقاط قوت، اختلال در اکوسیستم با ۱۱/۱ درصد به‌عنوان نقاط ضعف، افزایش پتانسیل عملکرد منطقه جنگلی (استخراج چوب) با ۸/۱ درصد به‌عنوان فرصت و احتمال تخریب زیرساخت‌ها در اثر بلایای طبیعی با ۴/۲ درصد به‌عنوان تهدید، بالاترین درصد را به خود اختصاص داده‌اند (۲۵). مهم‌ترین گام در مدیریت جنگل‌ها، شناسایی استراتژی‌های مدیریتی جاده‌های جنگلی موجود است که از جمله تأسیسات

جدول ۵- نرخ ناسازگاری (ICR) ماتریس‌های عوامل قوت، ضعف، فرصت، تهدید و راهبردها.

Table 5. Incompatibility coefficient (ICR) of the matrices of strengths, weaknesses, opportunities, threats and strategies.

| ICR | ICI | L | AWi | وزن نسبی Relative weight | عوامل ماتریس‌ها Factors of matrices |
|------|------|------|------|-----------------------------|--|
| 0.05 | 0.06 | 5.24 | 2.78 | 0.43 | S1 |
| | | | 0.27 | 0.06 | S2 |
| | | | 1.09 | 0.22 | S3 |
| | | | 0.64 | 0.13 | S4 |
| | | | 0.81 | 0.15 | S5 |
| 0.10 | 0.16 | 6.77 | 2.82 | 0.37 | W1 |
| | | | 2.31 | 0.33 | W2 |
| | | | 0.40 | 0.06 | W3 |
| | | | 0.77 | 0.11 | W4 |
| | | | 0.23 | 0.04 | W5 |
| | | | 0.54 | 0.08 | W6 |
| 0.01 | 0.01 | 5.04 | 0.76 | 0.13 | O1 |
| | | | 0.23 | 0.05 | O2 |
| | | | 1.25 | 0.26 | O3 |
| | | | 2.77 | 0.53 | O4 |
| | | | 0.14 | 0.03 | O5 |
| 0.05 | 0.06 | 5.24 | 0.98 | 0.18 | T1 |
| | | | 0.34 | 0.07 | T2 |
| | | | 1.10 | 0.21 | T3 |
| | | | 2.52 | 0.48 | T4 |
| | | | 0.34 | 0.07 | T5 |
| 0.10 | 0.18 | 6.89 | 1.62 | 0.24 | St1 |
| | | | 0.98 | 0.14 | St2 |
| | | | 0.16 | 0.02 | St3 |
| | | | 0.39 | 0.06 | St4 |
| | | | 0.67 | 0.10 | St5 |
| | | | 3.22 | 0.43 | St6 |

جدول ۶- وزن نهایی و تعیین اولویت عوامل داخلی مدیریت جاده‌های جنگلی در تحلیل SWOT از دیدگاه کارشناسان.

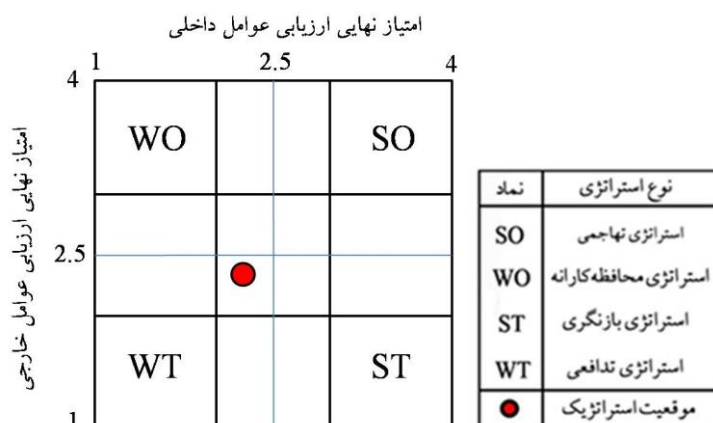
Table 6. Final weight and prioritization of internal factors of forest road management in SWOT analysis from the experts' perspective.

| اولویت Priority | وزن نهایی Final weight | ضریب Coefficient | وزن اولیه Initial weight | عوامل استراتژیک داخلی (IFE) | ردیف Row |
|----------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|--|-------------|
| قوت‌ها Strengths | | | | | |
| 1 | 0.87 | 4 | 0.22 | احیا بخشی از کارکردهای جاده‌های جنگلی شمال Restoring some of the functions of forest roads of north | S1 |
| 5 | 0.09 | 3 | 0.03 | حفظ و احیا سرمایه صرف شده در ساخت شبکه جاده‌های جنگلی موجود Preserving and revitalizing the capital invested in building the existing forest road network | S2 |
| 2 | 0.34 | 3 | 0.11 | ایجاد اشتغال و به‌کارگیری منابع انسانی واجد شرایط Creating employment and employing qualified human resources | S3 |
| 4 | 0.19 | 3 | 0.06 | دانش‌افزایی و به‌کارگیری استانداردهای فنی و بومی در فرآیند مرمت جاده‌ها Knowledge enhancement and application of technical and local standards in the road repair process | S4 |
| 3 | 0.23 | 3 | 0.08 | توسعه و خدمات‌رسانی به روستاها Development and service provision to villages | S5 |
| ضعف‌ها Weaknesses | | | | | |
| 1 | 0.19 | 1 | 0.19 | هزینه‌های بالای مرمت شبکه جاده‌های جنگلی و فقدان منابع مالی High costs of repairing the forest road network and lack of financial resources | W1 |
| 2 | 0.17 | 1 | 0.17 | کوهستانی بودن جنگل‌های شمال و شرایط توپوگرافی دشوار The mountainous nature of the northern forests and the difficult topographic conditions | W2 |
| 5 | 0.06 | 2 | 0.03 | ضعف نظارت و کنترل با کاهش تعداد کارکنان در سال‌های اخیر Weak supervision and control with the reduction in the number of employees in recent years | W3 |
| 3 | 0.11 | 2 | 0.05 | ماشین‌آلات و تجهیزات و زیرساخت ضعیف Poor machinery, equipment and infrastructure | W4 |
| 6 | 0.04 | 2 | 0.02 | فقدان پایگاه اطلاعاتی در مورد روند استهلاک جاده‌ها در جنگل Lack of a database on the depreciation process of roads in the forest | W5 |
| 4 | 0.08 | 2 | 0.04 | تعداد کم کارکنان متخصص و آموزش‌دیده در عملیات مرمت Small number of specialized and trained staff in restoration operations | W6 |
| | 2.36 | | 1.00 | Total | کل |

جدول ۷- وزن نهایی و تعیین اولویت عوامل خارجی مدیریت جاده‌های جنگلی در تحلیل SWOT از دیدگاه کارشناسان.

Table 7. Final weight and prioritization of external factors of forest road management in SWOT analysis from the experts' perspective.

| اولویت Priority | وزن نهایی Final weight | ضریب Coefficient | وزن اولیه Initial weight | عوامل استراتژیک خارجی (EFE) | ردیف Row |
|--------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|--|-------------|
| فرصت‌ها | | | | | |
| 3 | 0.22 | 3 | 0.07 | تبدیل شدن جنگل‌های شمال به مرکز جذب اکوتوریسم Turning the northern forests into a center of attraction for ecotourism | O1 |
| 4 | 0.07 | 3 | 0.02 | رونق اقتصادی جوامع محلی Economic prosperity of local communities | O2 |
| 2 | 0.51 | 4 | 0.13 | تبلور تقاضای ملی و بین‌المللی برای محصولات و خدمات پایدار جنگل Crystallizing national and international demand for sustainable forest products and services | O3 |
| 1 | 1.05 | 4 | 0.26 | حضور مداوم و حفاظت به موقع از جنگل در برابر بلایای طبیعی و غیرطبیعی Continuous presence and timely protection of the forest against natural and unnatural disasters | O4 |
| 5 | 0.04 | 3 | 0.01 | ورود علوم و فناوری‌های جدید The arrival of new sciences and technologies | O5 |
| تهدیدها | | | | | |
| 3 | 0.09 | 1 | 0.09 | اختلال در جریان‌های سطحی، فرسایش و زمین‌لغزش Disturbance in surface flows, erosion and landslides | T1 |
| 4 | 0.07 | 2 | 0.03 | نخاله‌ها و مواد خاک‌برداری آسیب‌رسان به توده طبیعی Debris and excavation materials damaging the natural mass | T2 |
| 2 | 0.10 | 1 | 0.10 | اثرات منفی بر حیات وحش با زوال ساختار بکر طبیعی Negative impacts on wildlife with the deterioration of pristine natural structures | T3 |
| 1 | 0.24 | 1 | 0.24 | خطرات برنامه‌ریزی نادرست، هزینه گزاف و هدررفت سرمایه Risks of poor planning, excessive costs and wasted capital | T4 |
| 4 | 0.07 | 2 | 0.03 | ایجاد حوادث کاری و مشکلات قانونی Causing work accidents and legal problems | T5 |
| | | | 2.46 | 1.00 | کل |
| | | | | Total | |



شکل ۴- موقعیت عوامل داخلی و خارجی به لحاظ وضعیت چهارگانه استراتژیک در ماتریس تحلیلی SWOT.

Figure 4. Position of internal and external factors in terms of the four strategic situations in the SWOT analytical matrix.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، تمرکز مدیریت شبکه جاده‌های جنگلی نباید صرفاً بر توسعه فیزیکی شبکه جاده باشد، بلکه بازتعریف نقش جاده‌ها در حفاظت، نظارت و مدیریت پایدار جنگل از اهمیت بالاتری برخوردار است. در واقع جاده‌های جنگلی در صورت مدیریت صحیح، می‌توانند به ابزاری برای افزایش کارایی عملیات حفاظتی و توسعه گردشگری در آینده تبدیل شوند. در این راستا مدل‌های تلفیقی مانند SWOT-AHP می‌تواند به مسئولین کمک کند تا مناسب‌ترین گزینه مدیریتی را برای بهره‌مندی مؤثر از خدمات شبکه جاده‌های جنگلی انتخاب کنند. برای نشان دادن این مدل، محدوده مدیریتی جنگل‌های شمال ایران به‌عنوان مطالعه موردی استفاده شده است. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر احیا کارکردهای جاده‌های جنگلی در عرصه‌های وسیع جنگل‌های شمال از جمله ایجاد دسترسی به عرصه مهم‌ترین نقطه قوت و نتیجه مطلوب مدیریت راهبردی شبکه جاده‌های جنگلی شمال کشور است که فرصت حضور مداوم و حفاظت به‌موقع از جنگل در برابر بلایا و تخلفات را فراهم

می‌سازد. برای نیل به این مقصود، حفظ بخشی از شبکه و تبدیل بخشی دیگر به مسیرهای گردشگری و نظارتی (مسیرهای دوچرخه‌سواری، اسب سواری، پیاده‌روی، سورت‌سواری و غیره) و حفاظت و بهره‌برداری مستقل از جاده (پهباد و بالگرد و سیستم‌های مخابراتی) بهترین راهبرد مدیریتی از سوی کارشناسان معرفی شده است که از طریق استراتژی تدافعی و با برطرف کردن نقاط ضعف با تأمین منابع مالی جهت احیا بخشی از شبکه جاده‌های جنگلی و اجرای رویکردهای دیگر و حذف تهدیدهایی چون برنامه‌ریزی نادرست، هزینه گزاف و هدررفت سرمایه قابل تحقق است. در خصوص تبدیل بخشی از جاده‌ها به مسیرهای گردشگری لازم است تمهیدات و تصمیم‌های مدیریتی صحیح به‌منظور استفاده محدود و کنترل‌شده از جنگل و جلوگیری از آسیب به تنه درختان، زادآوری و خاک و ایجاد آلودگی صوتی صورت گیرد. در پایان می‌توان بیان نمود که SWOT-AHP ابزاری سودمند برای تصمیم‌گیری‌های منطقی با در نظر گرفتن تمام عواملی که بر آن تأثیر می‌گذارند، است.

منابع

- Kantartzis, A., Malesios, C., Stergiadou, A., Theofanous, N., Tampekis, S., & Arabatzis, G. (2021). A geographical information approach for forest maintenance operations with emphasis on the drainage infrastructure and culverts. *Journal of Water*. 13(10), 1-15. <https://doi.org/10.3390/w13101408>.
- Hayati, E., Majnounian, B., & Abdi, E. (2012). Qualitative evaluation and optimization of forest road network to minimize total costs and environmental impacts. *Journal of Forest - Biogeosciences and Forestry*. 5(3), 121-125. <https://doi.org/10.3832/ifor0610-009>.
- Ok, K. (2008). Integration of sustainable development into sectoral policies. General Directorate of Forestry, Technical Project, Ankara.
- Kantartzis, A., & Malesios, C. (2018). A decision support system web- application for the management of forest road network. *Journal of Environmental Science and Engineering*. 7(1), 8-21. DOI:10.48550/arXiv.1806.09535.
- Akgul, M., Demir, M., Ozturk, T., Topatan, H., & Budak, Y. E. (2016). Investigation of recreational vehicles maneuverability on forest roads by computer-aided driving analysis. *Baltic*

- Journal of Road and Bridge Engineering*. 11(2), 111-119. [https://doi.org/ 10.3846/bjrbe.2016.13](https://doi.org/10.3846/bjrbe.2016.13).
6. Tampekis, S., Samara, F., Sakellariou, S., Sfougaris, A., & Christopoulou, O. (2015). Mapping the optimal access to the natural resources based on spatial planning. The case study of Thassos Island, Greece. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 5(3), 2278-3075.
 7. 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. *Journal of Watershed Management Research*. 14(28), 68-77. [doi:10.61186/jwmr.14.28.68](https://doi.org/10.61186/jwmr.14.28.68).
 8. Hynynen, J., Salminen, H., Huuskonen, S., Ahtikoski, A., Ojansuu, R., Siipilehto, J., & Eerikainen, K. (2014). Scenario analysis for the biomass supply potential and the future development of Finnish forest resources. *Working Papers of the Finnish Forest Research Institute*. 302, ISBN 978-951-40-2487-0.
 9. Tampekis, S., Samara, F., Sakellariou, S., Sfougaris, A., & Christopoulou, O. (2018). An eco-efficient and economical optimum evaluation technique for the forest road networks: The case of the mountainous forest of Metsovo, Greece. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*. 190 (3), 1-15. [doi: 10.1007/s10661-018-6526-5](https://doi.org/10.1007/s10661-018-6526-5).
 10. Torumbulak, S. C., & Frissell, C. A. (2001). Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Journal of Conservation Biology*. 14(1) 18-30. [DOI:10.1046/j.1523-1739.2000.99084](https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99084).
 11. Petković, V., & Potočnik, I. (2018). Planning forest road network in natural forest areas: a case study in northern Bosnia and Herzegovina. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 39(1), 45-56.
 12. Demir, M. (2007). Impacts, management and functional planning criterion of forest road network system in Turkey. *Journal of Transportation Research*. 41(1), 56-68. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.05.006>.
 13. Akay, A. O., Akgul, M., Demir, M., & Acar, H. H. (2020). Analysis of factors associated with the amount of forest road reconstruction activity in Turkey: Autoregressive distributed lag modelling approach. *Journal of Forest Ecology and Management*. 458, 117800. [DOI:10.1016/j.foreco.2019.117800](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117800).
 14. Enache, A., Ciobanu, V. D., Kühmaier, M., & Stampfer, K. (2013). An integrative decision support tool for assessing forest road options in a mountainous region in Romania. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 34(1), 43-60.
 15. Hoang, H. T. N., Hoshino, S., & Hashimoto, S. (2015). Forest stewardship council certificate for a group of planters in Vietnam: SWOT analysis and implications. *Journal of Forest Research*. 20(1), 35-42. [DOI:10.1007/s10310-014-0472-z](https://doi.org/10.1007/s10310-014-0472-z).
 16. Hynynen, J., Salminen, H., Ahtikoski, A., Huuskonen, S., Ojansuu, R., Siipilehto, J., & Eerikainen, K. (2015). Long-term impacts of forest management on biomass supply and forest resource development: a scenario analysis for Finland. *European Journal of Forest Research*. 134(3), 415-431. [DOI:10.1007/s10342-014-0860-0](https://doi.org/10.1007/s10342-014-0860-0).
 17. Jarský, V., Sarvašová, Z., Dobšínská, Z., Ventrubová, K., & Sarvaš, M. (2014). Public support for forestry from EU funds – Cases of Czech Republic and Slovak Republic. *Journal of Forest Economics*. 20(4), 380-395. [DOI: 10.1016/j.jfe.2014.10.004](https://doi.org/10.1016/j.jfe.2014.10.004).
 18. Meddour-Sahar, O. (2015). Wildfires in Algeria: problems and challenges. *Journal of iForest - Biogeosciences and Forestry*. 8(6), 818-826. [https://doi.org/ 10.3832/ifor1279-007](https://doi.org/10.3832/ifor1279-007).
 19. Jalilova, G., Khadka, C., & Vacik, H. (2012). Developing criteria and indicators for evaluating sustainable forest management: A case study in Kyrgyzstan. *Journal of Forest Policy and Economics*. 21(1), 32-43. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2012.01.010>.

20. Khetkeh, A., Hosseini, S. A., Abdie, E., Ahmadauli, K., & Koochi, S. (2021). Landslide hazard zoning by density area model and hierarchical analysis to assess the pathway designed for the chellir district in the Khayrud forest. *Journal of Watershed Management Research*. 12(23), 273-284. doi:10.52547/jwmr.12.23.273.
21. Carbone, F., & Savelli, S. (2009). Forestry programmes and the contribution of the forestry research community to the Italy experience. *Journal of Forest Policy and Economics*. 11(7), 508-515. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2009.06.001>.
22. Rauch, P. (2007). SWOT analyses and SWOT strategy formulation for forest owner cooperations in Austria. *European Journal of Forest Research*. 126(3), 413-420. <https://doi.org/10.1007/s10342-006-0162-2>.
23. Gülci, S., Akay, A. E., Oguz, H., & Gülci, N. (2017). Assessment of the road impacts on coniferous species within the road effect zone using NDVI analysis approach. *Journal of Fresenius Environmental Bulletin*. 26(2), 1654-1662.
24. Buckley, J. J. (1985). Fuzzy hierarchical analysis, *Journal of Fuzzy Sets and Systems*. 17 (3), 233-247.
25. Daoutis, C., Kantartzis, A., Tampekis, S., Stergiadou, A., & Arabatzis, G. (2022). The application of SWOT-AHP analysis in the design and construction of forest road network. *International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment (HAICTA), Athens, Greece*.
26. Can, H., Enez, K., & Buğday, E. (2022). Evaluation of strategic management using SWOT-FAHP approaches in forest roads management. *Southern Forests: a Journal of Forest Science*. 84(4), 1-15. DOI:10.2989/20702620.2022.2149364.
27. Nasiri, M., Mohammadzade, M., Lotfalian, M., & Parsakhoo, A. (2022). Zoning and field study of landslides along forest roads of Darabkola-Sari. *Journal of Watershed Management Research*. 13(26), 105-114. doi:10.52547/jwmr.13.26.105.
28. Saaty, T. L. (1993). The analytic hierarchy process: a 1993 overview. *Central European Journal of Operation Research and Economics*. 2 (2): 119-137.
29. Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP, *European Journal of Operational Research*. 95 (3), 649-655.
30. Samani, K. M., Hosseiny, S. A., Lotfalian, M., & Najafi, A. (2010). Planning road network in mountain forests using GIS and Analytic Hierarchical Process (AHP). *Caspian Journal Environmental Sciences*. 8(2), 51-162.
31. Winkel, G., & Sotirov, M. (2011). An obituary for national forest programmes? Analyzing and learning from the strategic use of “new modes of governance” in Germany and Bulgaria. *Journal of Forest Policy and Economics*. 13(2), 143-154. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2010.06.005>.
32. Parsakhoo, A., Rostaghi, A. 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.
33. Matinnia, B., Parsakhoo, A., Hosseinalizadeh, M., & Mohammadi, J. (2024). Factors influencing and predicting roadside creeps and landslides in Golestan Province forests. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*. 31 (3), 33-52.