

(OPEN ACCESS)

Aesthetics study of road construction patterns and surrounding forests

Aidin Parsakhoo^{*1}, Mahdieh Pazhouhanfar², Mohammad Javan Mahjoub Doost³

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
2. Assistant Prof., Faculty of Engineering, Dept. of Art and Architecture, Golestan University, Gorgan, Iran. E-mail: m.pazhouhanfar@gu.ac.ir
3. M.Sc. Student of Forest Development and Exploitation, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: mohammad.javanmd@gmail.com

Article Info

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 07.13.2025

Revised: 09.30.2025

Accepted: 10.01.2025

Keywords:

Average visual quality,
Fall season,
Forest road,
Grass surface,
Tourist

ABSTRACT

Background and Objectives: Forest road construction is a costly activity that requires careful physical, environmental, and social planning. In recent years, public concern has grown regarding the visual quality and roadside aesthetics of forest roads. Key factors influencing visual quality include road curvature, the condition of cut and fill slopes, and the beauty of roadside vegetation and surface form.

Materials and Methods: This study assessed the aesthetic quality of forest road patterns in part of the Dr. Bahramnia's Series I forest road network. Photographs were taken under sufficient daylight (10:00–15:00) of various road features, including curves, road surfaces, sections with and without trenches, and mixed or pure coniferous–deciduous roadside stands, across three seasons (summer, late autumn, and winter). A total of 60 tourists rated the images on a 1–5 scale. Statistical analyses in SPSS were used to calculate the average aesthetic value (AAV) of each component and the average visual quality (AVQ) per season, and to identify the most influential factors affecting overall aesthetic value.

Results: The study found no significant difference among road surface appearance, surrounding stands, earthen slopes, and road curvature in terms of their contribution to visual quality, each played an equal role. Tourists rated grassy roads significantly higher in visual quality than sandy roads. Forest roads received the highest visual quality scores in autumn and the lowest in winter. Correlation analysis revealed a significant positive relationship between the visual quality of forest roads and that of slopes, surrounding stands, and road surfaces. Improvements in the visual quality of earthen slopes ($P < 0.001$), roadside stands ($P < 0.05$), and road surfaces ($P < 0.05$) were associated with increased overall road visual quality.

Conclusion: Designing forest roads with visually appealing landscapes can significantly enhance tourist attraction and support sustainable development. It is recommended to improve road surfaces by establishing grass cover along the center and sides, and to restore cut and fill slopes in ways that mitigate environmental impacts and enhance aesthetic value. Given the

high tourist preference for forest visits in autumn, appropriate measures should be taken during this season to facilitate access and maximize recreational benefits.

Cite this article: Parsakhoo, Aidin, Pazhouhanfar, Mahdiah, Mahjoub Doost, Mohammad Javan. 2025. Aesthetics study of road construction patterns and surrounding forests. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 32 (3), 43-58.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/jwfst.2025.23861.2121

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

بررسی الگوهای ساختمانی جاده و توده‌های جنگلی اطراف آن از نظر زیبایی‌شناسی

آیدین پارساخو^{1*}، مهدیه پژوهان‌فر²، محمدجوان محبوب دوست³

1. نویسنده مسئول، دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: parsakhoo@gu.ac.ir
2. استادیار دانشکده مهندسی، گروه هنر و معماری، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران. رایانامه: m.pazhouhanfar@gu.ac.ir
3. دانشجوی کارشناسی ارشد عمران و بهره‌برداری جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: mohammad.javanmd@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	سابقه و هدف: راه‌سازی پرهزینه‌ترین فعالیت عمرانی در جنگل بوده و نیازمند ملاحظات فیزیکی، محیط‌زیستی و اجتماعی است. در سال‌های اخیر، ملاحظات عمومی در مورد کیفیت بصری جاده و زیبایی‌شناسی کنار جاده افزایش یافته است. کیفیت بصری یک الگوی جاده بیش‌تر به وضعیت انحنای جاده، وضعیت شیب‌های خاکبرداری و خاکریزی و زیبایی پوشش گیاهی کنار جاده و شکل رویه بستگی دارد.
تاریخ دریافت: 1404/04/22	
تاریخ ویرایش: 1404/07/08	
تاریخ پذیرش: 1404/07/09	
واژه‌های کلیدی:	مواد و روش‌ها: در این مطالعه، بخش‌هایی از جاده‌های جنگلی سری یک دکتر بهرام‌نیا برای ارزیابی زیبایی‌شناسی الگوی جاده‌های جنگلی مورد ارزیابی قرار گرفت. تعدادی عکس در طول روز که نور خورشید کافی باشد (10 صبح تا 3 بعدازظهر) از الگوهای مختلف جاده شامل وضعیت قوس‌های افقی، روسازی جاده، وجود شیروانی‌های خاکبرداری و خاکریزی، توده‌های آمیخته و خالص سوزنی‌برگ و پهن‌برگ کنار جاده در سه فصل تابستان، اواخر پاییز و زمستان گرفته شد و سپس به این عکس‌ها در دامنه 1 تا 5 توسط 60 نفر از گردشگران ارزش‌دهی شد. سپس، تجزیه و تحلیل آماری جهت تعیین میانگین ارزش زیبایی‌شناسی هر جزء (AAV ¹) و میانگین کیفیت بصری جاده (AVQ ²) در هر فصل و هم‌چنین شناسایی مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر ارزش کلی زیبایی‌شناسی الگوهای راه انجام پذیرفت. تجزیه و تحلیل‌ها در نرم‌افزار SPSS انجام پذیرفت.
جاده جنگلی، رویه علفی، فصل پاییز، گردشگر، میانگین کیفیت بصری راه	

1- Average aesthetic value
2- Average visual quality

یافته‌ها: در بررسی نقش الگوهای مختلف ساختمانی جاده در میزان کیفیت بصری مشخص گردید که بین سیمای ظاهری رویه جاده، توده‌های اطراف، شیروانی‌های خاکی و قوس جاده در زیباسازی منظر جاده‌های جنگلی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و هر یک سهم یکسانی در کیفیت بصری جاده داشتند. نتایج نشان داد که از منظر گردشگران میانگین کیفیت بصری جاده با رویه علفی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از جاده با رویه شنی بود. هم‌چنین جاده‌های جنگلی در فصل پاییز دارای بیش‌ترین کیفیت بصری و در فصل زمستان دارای کم‌ترین کیفیت بصری بودند. نتایج آنالیز همبستگی نشان داد بین کیفیت بصری جاده‌های جنگلی با کیفیت بصری شیروانی‌ها، توده‌های اطراف و رویه جاده همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. در صورت بهبود کیفیت بصری شیروانی‌های خاکی ($P < 0/001$)، توده‌های اطراف جاده ($P < 0/05$) و رویه راه ($P < 0/05$)، کیفیت بصری جاده جنگلی نیز افزایش خواهد یافت.

نتیجه‌گیری: طراحی مسیرها و جاده‌های جنگلی با چشم‌انداز زیبا و منحصربه‌فرد می‌تواند تأثیر قابل توجهی در جلب گردشگر و توسعه پایدار داشته باشد. بنابراین بهبود وضعیت رویه جاده جنگلی از طریق استقرار کنترل‌شده پوشش علفی در میانه و کناره‌های راه و بازسازی و احیا توده‌های حاشیه جاده و شیروانی‌های خاکبرداری و خاکریزی باید به‌گونه‌ای شود که اثرات محیط‌زیستی جاده‌سازی در اکوسیستم جنگل را کاهش داده و جنبه‌های زیبایی‌شناختی جاده را ارتقاء دهد. هم‌چنین با توجه به تمایل زیاد گردشگران به جنگل‌گردشی در فصل پاییز لازم است در این فصل برای تسهیل آمدودش و بهره‌مندی از موهبت‌های جنگل اقدامات مطلوب انجام پذیرد.

استناد: پارساخو، آیدین، پژوهان‌فر، مهدیه، محجوب دوست، محمدجوان (۱۴۰۴). بررسی الگوهای ساختمانی جاده و توده‌های جنگلی اطراف آن از نظر زیبایی‌شناسی. نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۳۲ (۳)، ۵۸-۴۳.

DOI: 10.22069/jwfst.2025.23861.2121



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

زیبایی‌شناسی بصری جنگل‌ها از ارزش بالایی برخوردار است و در پژوهش‌ها و مدیریت زیست‌محیطی و اجتماعی مورد توجه قرار می‌گیرد. بسیاری از مردم و پژوهش‌گران در سراسر جهان، زیبایی‌شناسی بصری جنگل‌ها را به دلیل تأثیر قابل‌توجه آن‌ها بر حوزه‌های مختلف از جمله رفاه، سلامت و اقتصاد، ارزشمند می‌دانند (1، 2). زیبایی‌شناسی بصری جنگل‌ها نقش مهمی در بهبود سلامت جسمی ساکنان شهری دارد و مزایایی مانند کاهش استرس، بهبود سلامت جسمی سالمندان، بهبود بهبود بیماری، انگیزه پیاده‌روی، بهبود ظرفیت توجه، حس سلامتی و رضایت، فعالیت بدنی و تغییرات رفتاری را به همراه دارد. جاده‌های جنگلی سازه‌های ضروری در زمین‌های جنگلی هستند تا دسترسی به مدیریت، جنگل‌کاری، برداشت، حمل‌ونقل، حفاظت و فعالیت‌های تفریحی را فراهم کنند (3، 4، 5). در این مورد ضروری است تا همواره ضمن در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی و مهندسی، عوامل محیطی نیز در انتخاب مسیر جاده‌ها به‌ویژه در اکوسیستم حساس جنگل مدنظر قرار گیرد (6). بیش‌تر این تلاش‌ها بر روی عوامل فیزیکی و بیولوژیکی مانند آب و رسوب، حفاظت از خاک و زیستگاه حیات‌وحش متمرکز شده‌اند (7). درحالی‌که زیبایی‌شناسی هم به‌عنوان یکی از معیارهای انتخاب مسیر جاده جنگلی جهت حصول کم‌ترین دست‌کاری در طبیعت، لازم است مورد توجه واقع شود. جاده‌های جنگلی به‌طورکلی با در نظر گرفتن الزامات فیزیکی، اقتصادی و محیط‌زیستی برنامه‌ریزی و ساخته می‌شوند. در ساخت جاده‌های جنگلی، سطح جنگل و چشم‌انداز مجاور آن در امتداد جاده عمدتاً به دلیل حذف خاک و پوشش گیاهی جابه‌جا می‌شوند که پس‌از آن اثرات محیط‌زیستی جدی مانند فرسایش خاک و رسوب‌دهی به نهرها را به دنبال دارد (8).

در دهه گذشته کیفیت بصری جاده جنگلی به‌عنوان یکی از عوامل اصلی در برنامه‌ریزی و ساخت جاده‌های جنگلی مورد توجه قرار گرفته است، زیرا جاده‌های جنگلی نامناسب و غیراستاندارد می‌تواند ارزش زیبایی‌شناسی منظر را تحت‌تأثیر قرار دهد. به‌خصوص، فرسایش خاک و بیرون‌زدگی سنگی روی جاده و توده‌های مخروبه حاشیه جاده به‌طور چشمگیری کیفیت بصری الگوی جاده را کاهش می‌دهد (9). آکای (10) در پژوهش‌های خود، بخش‌های جاده جنگلی از مناطق قهرمان‌مراس و آدیامان کشور ترکیه را برای ارزیابی زیبایی‌شناسی الگوی جاده‌های جنگلی مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان داد که وجود پوشش گیاهی، مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر ارزش کلی زیبایی‌شناسی الگوهای راه است. جاده‌های جنگلی قدیمی ساخته‌شده قبلی با پوشش گیاهی به‌خوبی تثبیت‌شده روی کناره‌ها می‌توانند دید بهتری نسبت به شیب‌های خاکبرداری و خاکریزی جاده‌های جنگلی اخیراً ساخته‌شده فراهم کنند. باین‌حال، به دلیل استفاده طولانی‌مدت، کیفیت بصری سطح جاده در جاده‌های جنگلی قدیمی می‌تواند بدتر از کیفیت سطح جاده در جاده‌های جنگلی جدید باشد. البته این امر به‌شدت به تعداد و کیفیت عملیات نگهداری بستگی دارد. تعدادی از مطالعات برای تجزیه‌وتحلیل اثر جاده جنگلی بر ارزش زیبایی‌شناسی منظر، با در نظر گرفتن قوس‌های افقی جاده، الگوهای ساختمانی جاده، تغییرات رنگ و بافت، و تغییرات شدت نور انجام شده است (10). حق‌شنو و همکاران (11) به‌منظور بررسی وضعیت زیبایی جاده جنگلی، بخش‌هایی از جاده‌های سری 3 سفارود در استان گیلان را مورد ارزیابی قرار دادند. تعداد 150 عکس از قسمت‌های مختلف چهار جاده جنگلی با سال ساخت متفاوت گرفته شد و به افراد مختلف ارائه شده و مشخصه‌های سطح (سواره‌رو)

جاده، دامنه خاکبرداری، دامنه خاکریزی و کناره (شانه و جوی کناری) جاده مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بالاترین کیفیت، مربوط به سال 1372 با معدل 3/73 و پایین‌ترین کیفیت مربوط به سال 1387 با معدل 1/88 است. علاوه بر این نتایج نشان داد که دامنه خاکبرداری نسبت به سایر مشخصه‌ها تأثیر بیش‌تری بر زیبایی کلی جاده‌های جنگلی دارد. هم‌چنین، جاده‌های قدیمی کیفیت بصری بهتری نسبت به جاده‌های تازه‌ساخت دارند (11).

وجود پوشش گیاهی کنار جاده یکی از عوامل مهم برای بهبود کیفیت بصری چشم‌انداز اطراف جاده جنگلی است. ارزش زیبایی‌شناسی منظر بر اساس برخی متغیرها مانند درصد تاج‌پوشش درختان جنگلی، تعداد درختان در واحد سطح، درصد پوشش علفی زمین، ارتفاع شاخ و برگ درختان، الگوی مکانی گیاهان، تنوع گونه‌ای و رنگ خاک و مصالح ارزیابی می‌شود (12). مو و همکاران (13) به مطالعه کیفیت و زیبایی بصری یک جنگل روی شیب‌های طبیعی کوه جیاؤزی چین با توجه به دینامیک رنگ‌ها در فصل پاییز پرداختند. نتایج نشان داد که جنگل‌های با زیبایی بصری برتر دارای تنوع رنگ سبز، قرمز و زرد با کنتراست رنگی آشکارتر بودند (13). مطالعات قبلی بیش‌تر ارزش زیبایی‌شناسی جاده‌های جنگلی را بر مبنای عناصر بیرونی مسیر (چشم‌انداز اطراف) و عناصر داخلی مسیر (ساختمان راه) ارزیابی کرده‌اند (2، 10، 11، 12). امروزه جنگل تبدیل به پناهگاهی شده است که در آن مردم از «بیماری‌های شهری» فرار می‌کنند (14، 15). اما متأسفانه، پژوهش‌ها تعامل سمعی و بصری در مورد چشم‌انداز جنگل به مقدار کافی وجود ندارد. در سال‌های اخیر با تغییر رویکرد استفاده از شبکه جاده‌های جنگلی به سمت تفریح و تفرج، ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی بصری جاده‌ها و تجربه ناظران در طول سفر مورد توجه قرار گرفته

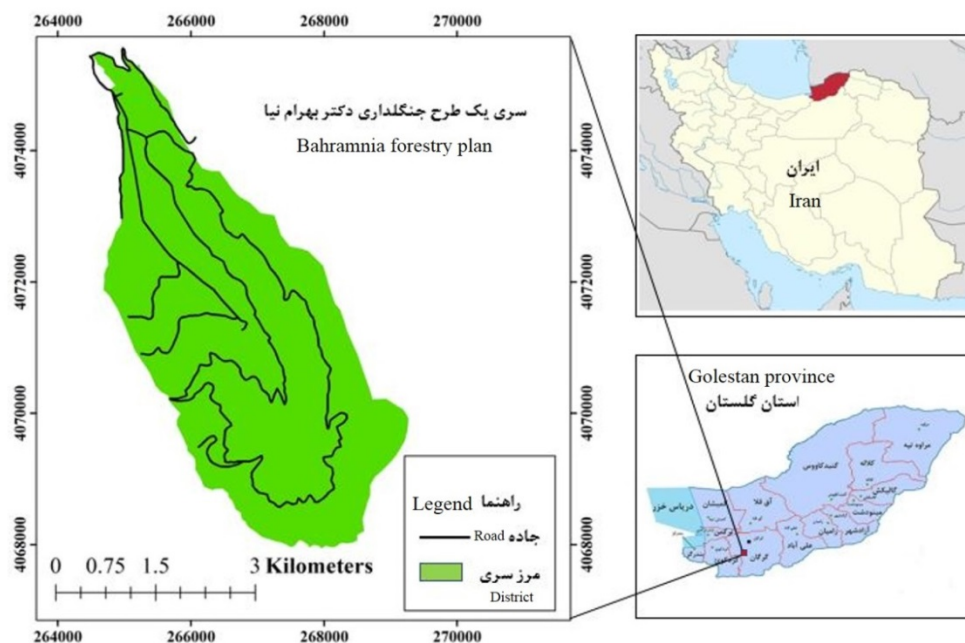
است. علاوه بر این، ارزش زیبایی‌شناختی یک عامل مهم در گردشگری و اکوتوریسم می‌باشد که برای تجزیه و تحلیل آن لازم است از روش‌های کیفی و کمی برای تصمیم‌گیری صحیح در مورد کیفیت بصری استفاده شود. هدف از پژوهش حاضر سنجش ارزش زیبایی بصری الگوهای فیزیکی ساختمان جاده‌های جنگلی اعم از انحنا جاده، سطح جاده، شیروانی خاکبرداری و خاکریزی و الگوهای بیولوژیکی آن اعم از توده‌های اطراف در فصول مختلف سال می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه: سری یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا با وسعتی برابر 1713/3 هکتار در جنوب غربی شهرستان گرگان قرار گرفته است. حداقل و حداکثر ارتفاع از سطح دریا منطقه به ترتیب 210 و 995 متر است. این طرح بین 36 درجه و 48 دقیقه و 6 ثانیه و 36 درجه و 43 دقیقه و 27 ثانیه عرض جغرافیایی و 54 درجه و 21 دقیقه و 26 ثانیه و 54 درجه و 24 دقیقه و 57 ثانیه طول جغرافیایی قرار دارد. مساحت قابل بهره‌برداری سری 1631/5 هکتار می‌باشد. تیپ غالب این رویشگاه راش - ممرزستان (*Carpinus betulus* L.) و (*Fagus orientalis* Lipsky) و متوسط شیب زمین 25 درصد است. طول کل جاده‌های جنگلی طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا برابر با 30/3 کیلومتر، شیب متوسط آن 4 درصد و میزان تراکم طولی برابر با 17/68 متر در هکتار است (کتابچه طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا؛ شکل 1). زمان ساخت جاده‌ها مربوط به دهه شصت هجری شمسی (توسط بولدوزر) و آخرین عملیات نگهداری و شن‌ریزی مربوط به اوایل دهه 90 هجری شمسی و پهنای متوسط بستر جاده 6/5 متر و عرض حریم آن 9 متر است. جاده‌ها

35 متر است. به طور متوسط در هر کیلومتر 8 قوس افقی وجود دارد.

به صورت گرده‌ماهی یا تاجی شکل با شیب جانبی 5 درصد ساخته شده‌اند. شیب شیروانی خاکبرداری حدود 70 تا 80 درجه و شعاع متوسط قوس‌های افقی



شکل 1- منطقه مورد مطالعه.

Figure 1. Study area.

بهار و تابستان وجود نداشت، از عکس‌برداری در فصل بهار صرف‌نظر شد. نقطه عکس‌برداری با GPS مشخص گردید تا جایگاه دوربین و زاویه عکس‌برداری در تمام فصول ثابت باشد. سپس، 60 گردشگر به صورت تصادفی از میان بازدیدکنندگانی که تجربه جنگل‌گردشی در فصول مختلف سال را داشتند، انتخاب گردید تا تصاویر را ارزیابی و از 1 تا 5 (1=خیلی کم، 2=کم، 3=معمولی، 4=بالا و 5=خیلی زیاد) بر اساس حس کیفیت زیبایی‌شناسی خود رتبه‌بندی نمایند (جدول 1). محدوده سنی این گردشگران 25 تا 35 سال و تحصیلات غالب آن‌ها کارشناسی و یا کارشناسی‌ارشد بود. پس از پر کردن برگه نظرسنجی برای فرآیندهای ارزیابی، از داده‌های خام برای محاسبه میانگین ارزش زیبایی‌شناسی

روش تحقیق: در این مطالعه برای ارزیابی زیبایی‌شناسی الگوهای ساختمانی جاده‌های جنگلی طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا نسبت به بررسی وضعیت رویه جاده جنگلی، وجود شیروانی‌های خاکبرداری و خاکریزی و وضعیت توده‌های جنگلی حاشیه جاده و قوس‌های افقی جاده اقدام شد (10؛ شکل 2). بدین منظور از تجربه بصری گردشگران استفاده شد (16). نخست، تعداد زیادی عکس از بخش‌های مختلف جاده جنگلی و در نقاطی که تغییر منظر به وجود می‌آید در یک چارچوب زمانی یکسان یعنی در طول روز که نور خورشید کافی باشد گرفته شد (10 صبح تا 3 بعدازظهر). عکس‌برداری در سه فصل تابستان، پاییز و زمستان انجام پذیرفت (شکل‌های 3 و 4). از آنجایی که اختلاف بصری مشهودی بین دو فصل

(AAVi) هر جزء از الگوهای فیزیکی ساختمان جاده شامل قوس‌های افقی، روسازی جاده، شیروانی‌های خاکبرداری و خاکریزی و الگوهای بیولوژیکی جاده شامل توده‌های حاشیه راه استفاده شد. عکس‌های هر بخش جاده و در هر فصل جداگانه نظرخواهی گردید و پرسش‌شوندگان نیز ثابت بودند (10).

$$AAVi = (\sum Xi)/n \quad (i = 1,2,3,4)$$

که در آن، n تعداد افراد شرکت‌کننده در نظرسنجی و X_i رتبه تخصیص‌یافته به اجزاء الگوهای فیزیکی و

بیولوژیکی جاده است. سپس، میانگین کیفیت بصری (AVQ) هر فصل با محاسبه یک مقدار متوسط برای AAVهای چهار جزء جاده برآورد شد (مجموع میانگین چهار مشخصه بر تعداد مشخصه‌ها تقسیم شد). علاوه بر این، داده‌های جمع‌آوری‌شده از نظر آماری مورد آزمایش قرار گرفت که آیا بین AAV جزء جاده و AVQ رابطه وجود دارد یا خیر. N تعداد مشخصه‌ها است.

$$AVQi = (\sum AAVi)/N$$

جدول 1- رتبه‌دهی کیفیت زیبایی‌شناسی الگوهای جاده جنگلی.

Table 1. Rating the aesthetic quality of forest road patterns.

Table 1: Rating the aesthetic quality of forest road patterns.																					
کل Total	قوس افقی جاده Horizontal curves					توده‌های حاشیه جاده Marginal stands					روسازی جاده Road pavement					شیروانی‌ها Cutslopes					ردیف (مشاهده‌گر) Row (Viewer)
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	
	1																				

5 درصد و آنالیز همبستگی به روش Spearman در SPSS انجام شد. ترسیم نمودارها در نرم‌افزار Excel اجرا گردید.

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه واریانس اثر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته (AVQ) به روش ANOVA، مقایسه میانگین‌ها به روش Tukey در سطح احتمال



شکل 2- الگوهای ساختمانی جاده‌های جنگلی.

Figure 2. Forest road structural templates.



شکل 3- جاده جنگلی در فصل‌های تابستان، پاییز و زمستان.

Figure 3. Forest roads in summer, autumn and winter seasons.



شکل 4- توده‌های پهن‌برگ و آمیخته کنار جاده در فصل‌های تابستان، پاییز و زمستان.

Figure 4. Mixed and broadleaved stands at the margin of roads in summer, autumn and winter seasons.

نتایج و بحث

این مطالعه در پی توسعه رویکردی برای ارزیابی و ارتقای کیفیت بصری جاده‌ها است که هم‌آرمان‌های زیبایی‌شناختی حرفه جاده‌سازی و هم برداشت‌ها و درک گردشگران جنگل از جاده‌ها را در برمی‌گیرد. نتایج تجزیه واریانس پژوهش حاضر نشان داد که میانگین ارزش زیبایی‌شناسی (AAV) فصول مختلف سال و رویه جاده در سطح احتمال 0/1 درصد بر میانگین کیفیت بصری جاده (AVQ) تأثیر معنی‌دار دارد. درحالی‌که میانگین ارزش زیبایی‌شناسی (AAV) عناصر و الگوهای ساختمانی جاده و وضعیت توده‌های مجاور جاده تأثیر معنی‌داری بر کیفیت بصری جاده نداشتند (جدول 2). این یافته با نتایج

پژوهش‌های حق‌شنو و همکاران (11) مغایرت دارد. آن‌ها وجود شیروانی‌های خاکبرداری و خاکریزی را از مهمترین عوامل در ارتقا کیفیت بصری جاده اشاره نمودند، درحالی‌که بر اساس نتایج پژوهش حاضر، وضعیت رویه جاده به‌ویژه جاده‌هایی که دارای رویه و کناره‌های علفی بودند، مهم‌ترین عامل در کیفیت بصری جاده بود (11). این تفاوت احتمالاً به دلیل شرایط توپوگرافی و شیب زیاد منطقه مورد مطالعه حق‌شنو و همکاران می‌باشد که سبب گردیده تا وجود شیروانی‌های خاکبرداری و خاکریزی به عنصری برجسته در کیفیت بصری جاده تبدیل گردد.

جدول 2- تجزیه واریانس اثر متغیرهای مستقل بر کیفیت بصری جاده‌های جنگلی.

Table 2. Analysis of variance for the effect of independent variables on forest road visual quality.

F	میانگین مربعات Mean of square	مجموع مربعات Sum of square	درجه آزادی Degree of freedom	متغیر مستقل Independent variable
1.55 ^{ns}	2.65	7.96	3	الگوهای ساختمانی جاده Road structural template
17.44 ^{***}	17.82	35.63	2	فصل Season
1.37 ^{ns}	1.95	1.95	1	توده مجاور جاده Road marginal stand
16.93 ^{***}	18.64	18.64	1	رویه جاده Road surface

*** معنی‌دار در سطح احتمال 0/1 درصد، ^{ns} معنی‌دار نیست

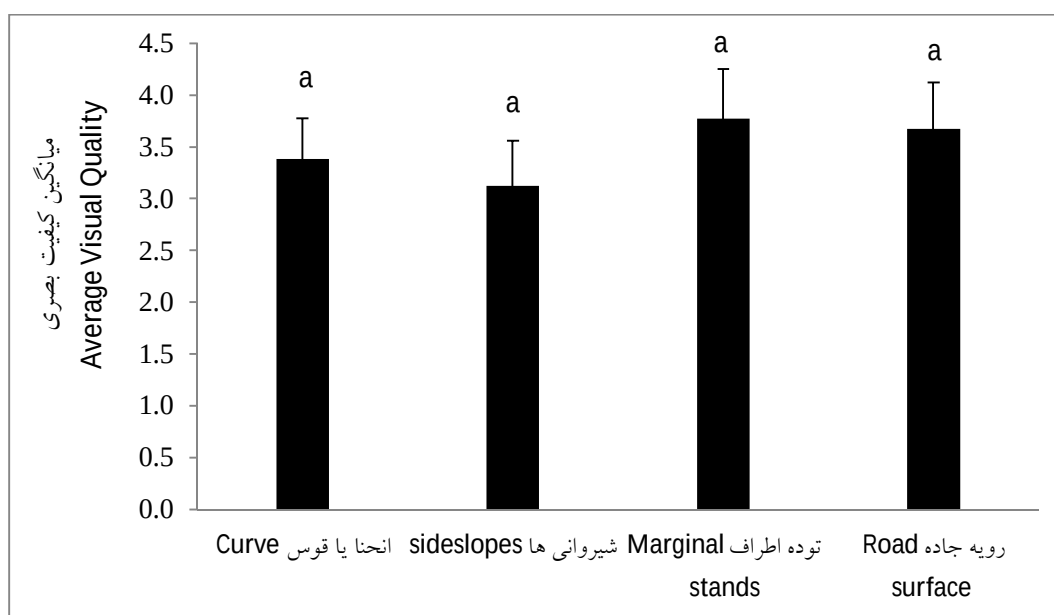
*** Significant at the 0.1% probability level, ns not significant

در بررسی نقش الگوهای مختلف ساختمانی جاده در میزان کیفیت بصری مشخص گردید که بین سیمای ظاهری رویه جاده، توده‌های اطراف، شیروانی‌های خاکی و انحنای قوس جاده در زیباسازی منظر جاده‌های جنگلی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و هر یک سهم یکسانی در کیفیت بصری جاده داشتند (شکل 5). نتایج نشان داد که از منظر گردشگران

میانگین کیفیت بصری جاده با رویه علفی به‌طور معنی‌داری بیشتر از جاده با رویه شنی بود ($P < 0/05$)؛ شکل 6). همچنین جاده‌های جنگلی در فصل پاییز دارای بیش‌ترین کیفیت بصری و در فصل زمستان دارای کم‌ترین کیفیت بصری بودند (شکل 7). مو و همکاران (13) دریافتند که دینامیک رنگ‌ها در جنگل‌های پهن‌برگ خزان‌کننده در فصل پاییز و تنوع

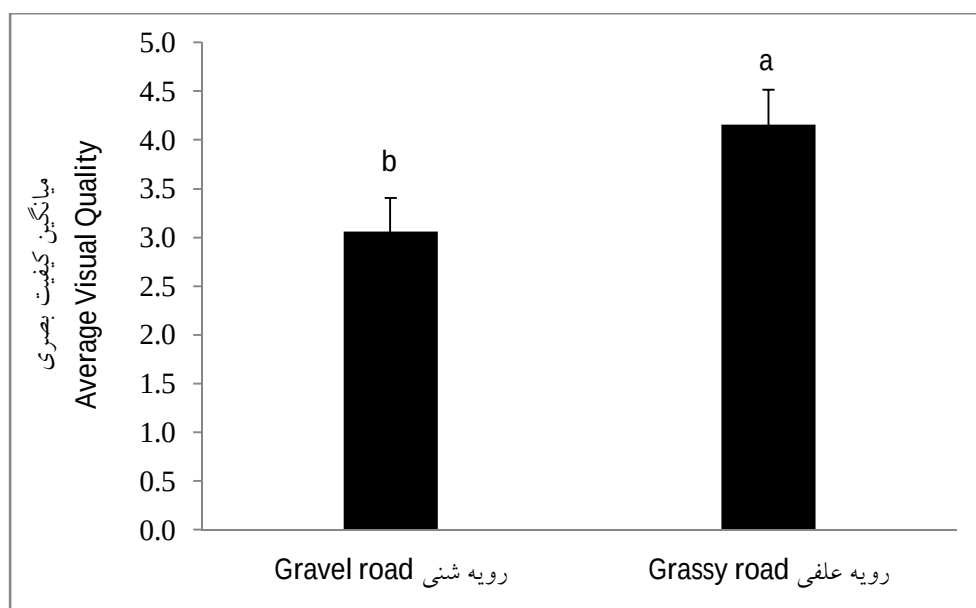
(پهن برگ و سوزنی برگ) حاشیه جاده کیفیت بصری مختص خود را داشته و نسبت به هم برتری معنی داری نداشتند (شکل 8). تنوع گونه های پهن برگ نقش مهمی در نزدیک شدن ارزش زیبایی شناسی این توده ها به یکدیگر داشت. حضور گونه هایی چون توسکا، ممرز و انجیلی هم در توده های پهن برگ و هم آمیخته جذابیت بصری هر دو نوع توده را به ویژه در فصل پاییز افزایش داد. برخلاف این موضوع، کلی و اسمیت (2004) دریافتند که رنگ جنگل های کوهستانی آمیخته، به ویژه در پاییز، به شدت مورد توجه عموم قرار می گیرد که این مسأله به نوع گونه های درختی بستگی دارد. در بخش هایی از شمال شرقی ایالات متحده و جنوب شرقی کانادا، تخمین زده می شود که گردشگری برای تماشای برگ های پاییزی 400 میلیون دلار درآمد داشته باشد (17).

رنگ سبز، قرمز و زرد با کنتراست رنگی آشکارتر به زیبایی بصری جنگل برتری بخشیده است (13). در ژاپن، جشنواره های رنگ برگ های پاییزی را برای جذب گردشگران جنگلی برگزار می کنند. روزهای افتتاحیه بر اساس توالی زمانی تغییر رنگ برگ های پاییزی تعیین می شوند تا درآمد گردشگری به حداکثر برسد (17، 18). در چین، جاذبه های جنگل های کوهستانی تعداد زیادی از گردشگران را در طول دوره رنگارنگ پاییز جذب می کنند و صنعت گردشگری جنگل را رونق می بخشد. بنابراین، کاوش و بهینه سازی تغییرات رنگ پاییزی جنگل های کوهستانی خزان کننده گامی مهم در جهت بهبود کیفیت زیبایی شناسی بصری جنگل ها است (19، 20). طبق یافته های پژوهش حاضر، از منظر گردشگران هر یک از توده های پهن برگ و توده های آمیخته



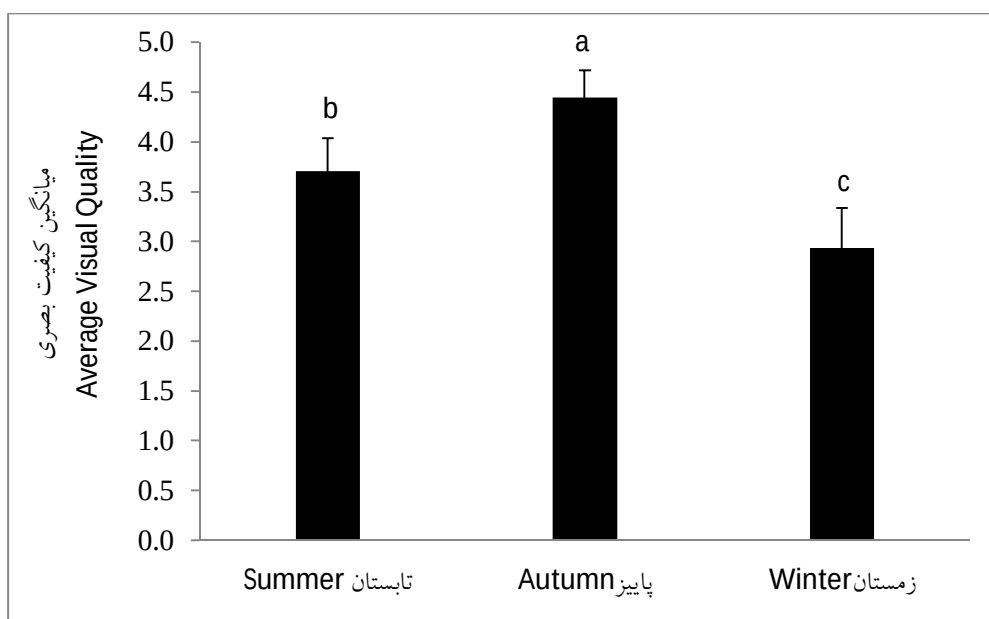
شکل 5- مقایسه میانگین کیفیت بصری الگوهای ساختمانی جاده جنگلی از منظر گردشگران.

Figure 5. Comparing the mean aesthetic values of different forest road structural templates from tourist's views.



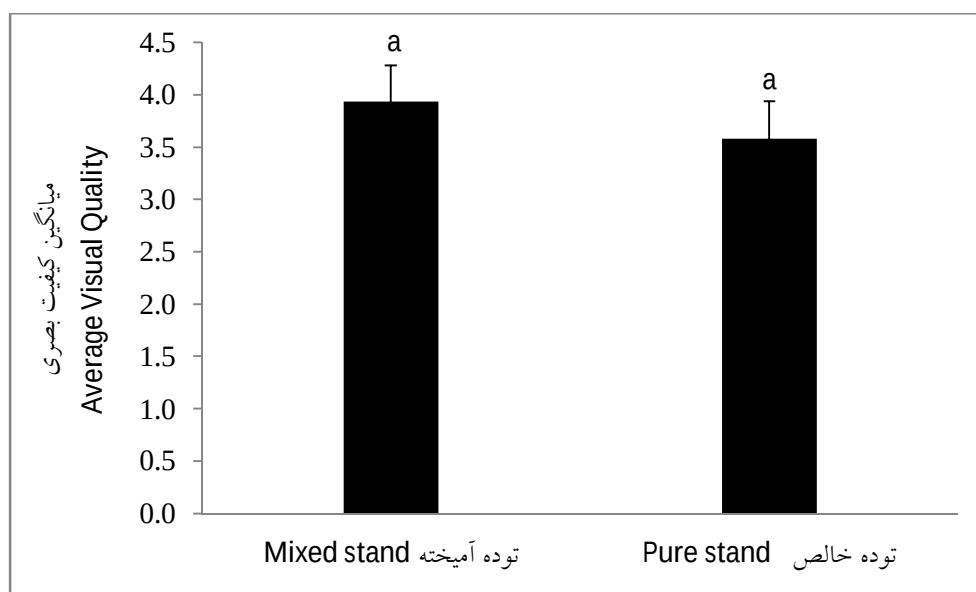
شکل 6- مقایسه میانگین کیفیت بصری انواع رویه جاده جنگلی از منظر گردشگران.

Figure 6. Comparing the mean aesthetic values of the different pavements of forest roads from tourist's views.



شکل 7- مقایسه میانگین کیفیت بصری جاده جنگلی در فصل‌های مختلف سال از منظر گردشگران.

Figure 7. Comparing the mean aesthetic values of forest roads in different seasons from tourist's views.



شکل 8- مقایسه میانگین کیفیت بصری توده‌های جنگلی اطراف جاده‌های جنگلی از منظر گردشگران.

Figure 8. Comparing the mean aesthetic values of marginal stands of forest roads from tourist's views.

مسیرهای پیاده‌روی در سه مکان تفریحی در نیویورک و پنسیلوانیا بررسی نمودند. بازدیدکنندگان جذابیت درختان هر جفت را با هم مقایسه کردند. نتایج بیانگر وجود رابطه مثبت بین کیفیت زیبایی‌شناسی و کیفیت چوب توده‌های اطراف مسیرهای پیاده‌روی بود. ویژگی‌هایی که اغلب به‌عنوان دلایل ترجیح مشخص می‌شدند عبارت بودند از: متعادل‌تر، پس‌زمینه جذاب‌تر، صاف‌تر و شاخه‌های بیش‌تر.

نتایج آنالیز همبستگی نشان داد بین کیفیت بصری جاده‌های جنگلی با کیفیت بصری شیروانی‌ها، توده‌های اطراف و رویه جاده همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. در صورت بهبود کیفیت بصری شیروانی‌های خاکی ($P < 0/001$)، توده‌های اطراف جاده ($P < 0/05$) و رویه راه ($P < 0/05$)، کیفیت بصری جاده جنگلی نیز افزایش خواهد یافت (جدول 3). والتر و کوک (1972) 24 درخت جنگلی بالغ که نشان‌دهنده سه‌طبقه از کیفیت چوب بودند را در

جدول 3- همبستگی زیبایی الگوهای ساختمانی جاده با کیفیت بصری جاده‌های جنگلی.

Table 3. Correlation of aesthetic of road structure template with aesthetic value of forest road.

ردیف Row	متغیر Variable	1	2	3	4	5
1	انحنای قوس Curve	1				
2	شیروانی‌ها Sideslopes	-0.109	1			
3	توده اطراف Marginal stands	-0.082	-0.034	1		
4	رویه جاده Road surface	-0.162	0.175	-0.217	1	
5	کیفیت بصری AVQ	0.296	0.624***	0.429*	0.380*	1

مفهوم «کیفیت بصری» را می‌توان به‌عنوان یک ارزیابی روان‌شناختی از تعامل انسان با محیط تفسیر کرد. این الگو فرض می‌کند که افراد از طریق پاسخ‌های عاطفی محیط اطراف خود را ارزیابی و به آن واکنش نشان می‌دهند (21، 22). در این زمینه، حرکت با سرعت بالا در جاده‌های جنگلی، میدان دید بیننده را محدود می‌کند و باعث می‌شود مناظر نزدیک جاده به سرعت محو شود، درحالی‌که توجه بیش‌تر به سمت مناظر دور هدایت می‌شود. بنابراین، تعامل پویا بین بینندگان جاده و مناظر بیرون از پنجره‌هایشان هنگام سفر با سرعت‌های مختلف تغییر می‌کند. یک سفر برای بینندگان زمانی هیجان‌انگیز می‌شود که جاده مناظر خوش‌منظره را ارائه دهد که شامل عناصر منحصر به فرد باشد. از این رو، ضروری است که با محوطه‌سازی کنار جاده، مناظر دلپذیر و از نظر بصری جذاب برای بینندگان جاده فراهم شود (23، 24).

نتیجه‌گیری کلی

جنبه‌های زیبایی‌شناختی بر تجربه و شادی گردشگران تأثیر می‌گذارند و وفاداری و تمایل آن‌ها را برای بازگشت افزایش می‌دهند. هنگام برنامه‌ریزی سفر، افراد در درجه اول به دنبال مکان‌هایی با ویژگی‌های زیبایی‌شناختی هستند که لذت آن‌ها را افزایش دهد. بنابراین طراحی مسیرها و جاده‌های

جنگلی با چشم‌انداز زیبا و منحصر به فرد می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی در جلب گردشگر و توسعه پایدار داشته باشد. رویه جاده جنگلی و ویژگی‌های کنار جاده (توده‌ها و شیروانی‌های خاکبرداری و خاکریزی) باید به‌گونه‌ای بازسازی شود که اثرات محیط‌زیستی جاده‌سازی در اکوسیستم جنگل را کاهش دهد. مقدار و کیفیت مواد سطحی باید با دقت انتخاب شود و پوشش گیاهی نواحی شیروانی خاکبرداری و خاکریزی باید بلافاصله با کمک بشر احیا شود زیرا استقرار مجدد پوشش گیاهی طبیعی می‌تواند بسیار کند باشد. این فعالیت‌ها نه تنها اثرات محیط‌زیستی را کاهش می‌دهد، بلکه زیبایی جاده‌های جنگلی را نیز افزایش می‌دهد. بهبود وضعیت رویه جاده جنگلی از طریق استقرار پوشش علفی در میانه و کناره‌های راه و بازسازی و احیا توده‌ها و شیروانی‌های خاکبرداری و خاکریزی کنار جاده باید به‌گونه‌ای شود که اثرات محیط‌زیستی جاده‌سازی در اکوسیستم جنگل را کاهش داده و جنبه‌های زیبایی‌شناختی جاده را ارتقاء دهد. هم‌چنین با توجه به تمایل زیاد گردشگران به جنگل‌گردشی در فصل پاییز لازم است در این فصل برای تسهیل آمودشد و بهره‌مندی از موهبت‌های جنگل اقدامات مطلوب انجام پذیرد.

منابع

1. Liu, Y., Hu, M., & Zhao, B. (2019). Audio-visual interactive evaluation of the forest landscape based on eye-tracking experiments. *Urban Forestry & Urban Greening*. 46, 112-118.
2. Ucar, Z., Tas, I., & Akay, A. E. (2018). Aesthetic evaluation of road network in forested areas using visual quality assessment method. 4th Nonwood Forest Products Symposium at: Bursa. 9p.
3. Walter, L., & Cook, Jr. (1972). An evaluation of the aesthetic quality of forest trees. *Journal of Leisure Research*. 4 (4), 293-302.
4. Mundher, R., Abu Bakar, S., Maulan, S., Mohd Yusof, M. J., Al-Sharaa, A., Aziz, A., & Gao, H. (2022). Aesthetic quality assessment of landscapes as a model for urban forest areas: a systematic literature review. *Forests*. 13, 991-999.

5. Schirpke, U., Altzinger, A., Leitinger, G., & Tasser, E. (2019). Change from agricultural to touristic use: Effects on the aesthetic value of landscapes over the last 150 years. *Landscape and Urban Planning*. 187, 23-35.
6. Price, C. (2003). Quantifying the aesthetic benefits of urban forestry. *Urban Forestry*. 1, 123-133.
7. Ode, Å., Tveit, M., & Fry, G. (2008). Capturing landscape visual character using indicators: Touching base with landscape aesthetic theory. *Landscape Research*. 33, 89-117.
8. Dronova, I. (2017). Environmental heterogeneity as a bridge between ecosystem service and visual quality objectives in management, planning and design. *Landscape and Urban Planning*. 163, 90-106.
9. Lim, S. S., Innes, J. L., & Meitner, M. (2015). Public awareness of aesthetic and other forest values associated with sustainable forest management: A cross-cultural comparison among the public in four countries. *Journal of Environmental Management*. 150, 243-249.
10. Akay, A. E., Pak, M., Yenilmez, N., & Demirbag, H. (2007). Aesthetic evaluations of forest road templates. *International J of Natural and Engineering Sciences*. 65, 16-26.
11. Haqshnoo, R., Naqdi, R., & Nikove, M. (2016). Aesthetic evaluation of forest road components (case study: Shafarood forests, Golestan province). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*. 23 (3), 165-180. [In Persian]
12. Karasah, B. (2017). A visual landscape assessment of forest roads: Case of Kafkasör-Mersivan route, Artvin. Kastamonu Univ. *Journal of Forestry Faculty*. 17 (3), 404-413.
13. Mu, Y., Lin, W., & Diao, X. (2022). Implementation of the visual aesthetic quality of slope forest autumn color change into the configuration of tree species. *Scientific Reports*. 12, 1034-1040.
14. Jucker, T., Bongalov, B., Burslem, D. F., Nilus, R., Dalponte, M., Lewis, S. L., Phillips, O. L., Qie, L., & Coomes, D. A. (2018). Topography shapes the structure, composition and function of tropical forest landscapes. *Ecology Letters*. 12, 989-1000.
15. Kerebel, A., Gélinas, N., Déry, S., Voigt, B., & Munson, A. (2019). Landscape aesthetic modelling using Bayesian networks: Conceptual framework and participatory indicator weighting. *Landscape and Urban Planning*. 185, 258-271.
16. Cankal, Ş. D. (2016). Assessment of roads within forested areas for visual quality aspect". Bursa Technical University, M.Sc. Thesis. Bursa Technical University. 41p.
17. Clay, G. R., & Smidt, R. K. (2004). Assessing the validity and reliability of descriptor variables used in scenic highway analysis. *Landscape and Urban Planning*. 66, 239-255.
18. Fumagalli, N., Maccarini, M., Rovelli, R., Berto, R., & Senes, G. (2020). An exploratory study of users' preference for different planting combinations along rural greenways. *Sustainability*. 12, 2120-2129.
19. Vukomanovic, J., & Orr, B. J. (2014). Landscape aesthetics and the scenic drivers of amenity migration in the new West: Naturalness, visual scale, and complexity. *Land*. 3, 390-413.
20. Mu, Y., Lin, W., Diao, X., & Zhao, C. (2022). Implementation of the visual aesthetic quality of slope forest autumn color change into the configuration of tree species. *Scientific Reports*. 12 (1), 17-23.
21. Chiang, Y. C., Nasar, J. L., & Ko, C. C. (2014). Influence of visibility and situational threats on forest trail evaluations. *Landscape and Urban Planning*. 125, 166-173.
22. Wu, L., Dong, Q., Luo, S., Jiang, W., Hao, M., & Chen, Q. (2021). Effects of spatial elements of urban landscape forests on the restoration potential and preference of adolescents. *Land*. 10, 1349-1355.

23. Blumentrath, C., & Tveit, M. S. (2014). Visual characteristics of roads: A literature review of people's perception and Norwegian design practice. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 59, 58-71.
24. Gao, H., Abu Bakar, S., Maulan, S., Yusof, M. J. M., Mundher, R., & Chen, B. (2024). How highway landscape visual qualities are being studied: A systematic literature review. *Land*. 13, 431-439.