مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال سیزدهم، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۴۰۰
ص ۳۷۷-۳۶۱
مقاله پژوهشی

شناسه دیجیتال (DOI):10.22034/ijf.2021.141078
شناسه دیجیتال (DOR):20.1001.1.20086113.1400.13.4.2.7

طراحی و اصلاح شبکهٔ جاده‌های جنگلی به‌منظور توسعهٔ گردشگری و روستایی در منطقهٔ ارسباران

منیژه طالبی[1*]، باریس مجنونیان[2]، مجید مخدوم[2]، احسان عبدی[3] و محمود امید[4]

[1] دکتری مهندسی جنگل دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
[2] استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
[3] دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
[4] استاد گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکدهٔ مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۰۸)

چکیده

توسعهٔ گردشگری با برنامه‌ریزی اصولی جاده‌های دسترسی می‌تواند به مدیریت و توسعهٔ روستاها در عرصه‌های طبیعی و مناطق حفاظتی کمک کند. این پژوهش با هدف برنامه‌ریزی و توسعهٔ جاده‌های دسترسی به‌منظور دستیابی به مناطق گردشگری و روستایی به‌عنوان جاذبه‌های تفرجی در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ ارسباران انجام گرفت. بدین منظور گزینه‌های شبکهٔ جاده برای سه سناریوی مختلف به‌منظور دسترسی به مناطق تفرجی و روستاها در محیط ArcGIS طراحی و از جهات فنی، محیط زیستی و اقتصادی- اجتماعی ارزیابی شدند. در مرحلهٔ بعد شبکهٔ جادهٔ موجود با توجه به گزینه‌های بهینهٔ طراحی‌شده اصلاح شد و در نهایت گزینه‌های اصلاح‌شده برای توسعه و مدیریت گردشگری در منطقه پیشنهاد شدند. بدین ترتیب واریانت‌های شبکهٔ جادهٔ موجود، شبکهٔ جادهٔ بهینهٔ طراحی‌شده و شبکهٔ جادهٔ اصلاح‌شده ارزیابی و مقایسه شدند. از بین گزینه‌های طراحی‌شده، گزینهٔ ۱۰ در سه سناریوی دسترسی به مناطق تفرجی و حداقل، متوسط و حداکثر روستاها به‌ترتیب با تراکم‌های ۴/۱۷، ۴/۹۳ و ۵/۸۶ متر در هکتار به‌عنوان گزینهٔ بهینه برای اصلاح شبکهٔ جادهٔ موجود انتخاب شد. در نهایت شبکهٔ جاده‌های اصلاح‌شده به‌ترتیب با تراکم‌های ۳/۹۸، ۴/۶۶ و ۵/۵۵ متر در هکتار و قابلیت دسترسی ۷۲/۷، ۷۶/۱۹ و ۷۸/۳۳ درصد برای این سه سناریو پیشنهاد شدند. با توجه به ارزیابی و مقایسهٔ واریانت‌ها، شبکهٔ جاده‌های بهینهٔ طراحی‌شده و شبکهٔ جاده‌های اصلاح‌شده وضعیت بهتری در مقایسه با شبکهٔ جادهٔ موجود نشان دادند. مدیریت و توسعهٔ گردشگری با برنامه‌ریزی اصولی و توسعهٔ جاده‌های دسترسی در منطقهٔ ارسباران می‌تواند موجب رونق فعالیت‌های اقتصادی و بهبود توسعهٔ روستاهای منطقه شود.

واژه‌های کلیدی: ارسباران، برنامه‌ریزی، توسعهٔ روستایی، شبکهٔ دسترسی، گردشگری.

مقدمه

سیاست‌های تفرج و گردشگری از وجوه مهم در مدیریت اکثر منظرها به شمار می‌روند که با منافع و دستاوردهای زیاد اقتصادی- اجتماعی به توسعهٔ مناطق کمک می‌کنند (Ghelichipour & Majnounian, 2017). اکوتوریسم (طبیعت‌گردی) یکی از شاخه‌های صنعت گردشگری است که با هدف به حداقل رساندن پیامدهای محیط زیستی و به‌کار بردن اصول حمایت

* نویسندهٔ مسئول
شمارهٔ تماس: ۰۲۶۳۲۲۴۹۳۱۲
ایمیل: m_talebi@ut.ac.ir

اکولوژیکی، به توسعهٔ اقتصادی جوامع محلی، حفاظت مناظر و برنامه‌های توسعهٔ پایدار کمک می‌کند (Zhang et al., 2015). برخی پژوهش‌ها ثابت کرده‌اند که فعالیت‌های توریسم اثرهای مثبت بر مناطق روستایی از قبیل رشد اقتصادی، تنوع اقتصادی، پایداری جمعیتی، افزایش ارزش اقتصادی محصولات غذایی و توسعهٔ کشاورزی و بهبود وضعیت اقتصادی- اجتماعی افراد محلی می‌گذارد (Ibanescu et al., 2018). منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ ارسباران جزء مناطق حفاظتی کوهستانی و مرتفع محسوب می‌شود. این منطقه دارای جاذبه‌های طبیعی و انسانی و مکان‌های تاریخی- فرهنگی زیادی است. با توجه به وابستگی زیاد جوامع محلی به منابع جنگلی، برنامه‌ریزی تفرج را می‌توان یکی از گزینه‌های مهم مدیریت در این منطقه در نظر گرفت. بدین ترتیب گردشگری نوعی فعالیت اقتصادی چندرشته‌ای از قبیل طبیعت‌گردی و گردشگری کوهستانی در نظر گرفته می‌شود و ستون اصلی توسعهٔ پایدار در مناطق روستایی و کوهستانی شناخته می‌شود. بنابراین ارزش تفرجی جنگل‌ها در مناطق کوهستانی پتانسیل زیادی را برای ایجاد فرصت‌های جدید اقتصادی و رشد محلی به‌همراه حفاظت محیط زیست ایجاد می‌کند (Tampakis et al., 2019).

ایجاد و بهبود زیرساخت‌های گردشگری از قبیل راه‌های دسترسی ابزاری مفید برای توسعهٔ روستایی و رشد گردشگری است (Tampakis et al., 2019). جریان گردشگری زمانی که عوامل زیرساختی و بنیادی افزون‌بر جاذبه‌های طبیعی و انسانی فراهم شود با تداوم و تقویت همراه خواهد بود (Amiri et al., 2015). زیرساخت‌های دسترسی یکی از ارکان اساسی نظام گردشگری است و اثر مهمی در گردشگری و انتخاب مقصد بالقوهٔ توریست دارد و گردشگر اغلب مناطق دارای بیشترین دسترسی را انتخاب می‌کند (Clius et al., 2012) که تأثیر مهم و بسزایی در ایجاد و توسعهٔ نظام گردشگری دارند. بنابراین توسعهٔ گردشگری وابسته به زیرساخت‌هایی مانند شبکهٔ جاده، حمل‌ونقل، تسهیلات دسترسی و غیره است (Tampakis et al., 2019). جنگل‌ها زیستگاه بخش زیادی از گونه‌های گیاهی و حیوانی‌اند و منبعی مهم برای استقرار روستاها در نظر گرفته می‌شوند (Hosseini et al., 2012b). ساخت جاده‌ها در این مناطق بر عملکرد اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی جنگل‌ها مؤثر است و به افزایش فرصت‌های شغلی و درآمد در مناطق روستایی و در نتیجه توسعهٔ روستایی منجر می‌شود (Steinmuller, 2003). با توجه به پژوهش‌های انجام‌گرفته، جاده‌های عمومی می‌توانند همچون زیرساختار برای توسعهٔ روستاها عمل کنند. ازاین رو ایجاد دسترسی به مناطق روستایی و ارتباط این مناطق به جاده‌های عمومی توسط جاده‌های ارتباطی می‌تواند به توسعهٔ روستاهای منطقهٔ ارسباران کمک کند. بنابراین جاده‌های جنگلی پیامدهای اجتماعی بسیار مهمی برای روستاییان دارند و موجب رفاه اجتماعی و اشتغال روستایی برای روستاها و تسهیل و تسریع در حمل‌ونقل، بهداشت، آموزش و خدمات فرهنگی برای آنها می‌شوند (Hosseini & Hosseini, 2012).

دست‌اندرکاران امر گردشگری به‌منظور استفادهٔ جوامع محلی از خدمات ارائه‌شده باید برای زیرساخت‌های ضروری خود سرمایه‌گذاری کنند، به‌طوری‌که جاده‌ها و راه‌های دسترسی مطابق با طبیعت و تا جایی که امکان دارد با درختان، تپه‌ماهورها و عوارض مشابه پنهان شوند و طوری طرح‌ریزی شوند که کمترین پیامدهای محیط زیستی را داشته باشند (Ghelichipour & Majnounian, 2017). عبور جاده از مناطق دارای کیفیت منظر مانند عوامل محیطی، اکولوژیکی، اجتماعی و فرهنگی می‌تواند در جذب گردشگر و توسعهٔ تفرج تأثیرگذار باشد (Salehi et al., 2015). با وجود این، انتخاب مکان مناسب برای عبور جاده و حفظ پایداری مناطق حفاظت‌شده از اهمیت ویژه‌ای در این فرایند برخوردار است. از طرفی مدنظر قرار دادن نقاط اجباری مثبت

مثل مناظر و مناطق روستایی و توریستی در مسیریابی با هدف استفادهٔ چندمنظوره می‌تواند کیفیت طراحی را بهبود بخشد. مناطق تحت حفاظت به گردشگری نیاز دارند و باید آن را مؤلفه‌ای لازم در احداث و مدیریت مناطق حفاظت‌شده به‌شمار آورد (Ghelichipour & Majnounian, 2017). هر گونه طراحی و احداث راه جنگل به هر منظور که باشد (بهره‌برداری از چوب، استفاده‌های گردشگری، ارتباط مناطق مسکونی یا هر هدف دیگر) باید جامع‌نگر باشد و مبانی مختلف اقتصادی- اجتماعی، محیط زیستی، حفظ ماهیت نواحی حفاظتی و حفظ منظره‌های طبیعی در نظر گرفته شود (Khalili et al., 2010). از این‌رو طراحی شبکهٔ جاده‌ها به‌منظور استفادهٔ چندمنظوره باید به‌گونه‌ای باشد که در صورت امکان، دیگر نقش‌های جنبی جنگل‌ها مثل گردشگری و جذب توریسم را گسترش دهد. در جنگل‌هایی همانند جنگل‌های ارسباران که کارکرد تولید چوب صنعتی ندارند و بیشتر تأثیر حفاظتی و حمایتی دارند، استفاده از جاده‌ها برای بهره‌گیری از دیگر عملکردهای این نوع جنگل‌ها مثل ایجاد دسترسی، گردشگری و حفاظتی می‌تواند برنامه‌ریزی شود. طراحی و برنامه‌ریزی دستی جاده در جنگل‌های کوهستانی با توجه به معیارهای محیط زیستی و اقتصادی و مسائل فنی کار دشواری است. بنابراین با توجه به این مسئله و وجود مشکلات و نقایص در روش سنتی طراحی جاده، طراحان از روش‌های نوین با قابلیت و توانایی‌های بیشتر مانند کامپیوتر و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده می‌کنند. به‌طوری که استفاده از ابزار GIS برای برنامه‌ریزی شبکهٔ جادهٔ جنگلی می‌تواند هزینه‌ها و خسارت محیط زیستی را کاهش دهد و گزینه‌های مناسبی در اختیار قرار دهد (Naghdi et al., 2012).

Tampakis et al. (2019) در بررسی دیدگاه‌های افراد محلی دربارهٔ عوامل مؤثر بر توسعهٔ گردشگری کوهستانی مشخص شد که برای برنامه‌ریزی گردشگری در درجهٔ اول زیرساخت‌های تفرجی جنگل مورد نیاز است. در پژوهش‌های اخیر، به برنامه‌ریزی جاده‌ها برای کارکرد گردشگری و اجتماعی در مناطق جنگلی و حفاظت‌شده کمتر توجه شده است. در این پژوهش‌ها، به بهبود و توسعهٔ شبکهٔ جادهٔ موجود برای استفادهٔ تفرجی و چندمنظوره از جنگل‌ها (Mostafa et al., 2010; Talebi et al., 2019) و توسعهٔ گردشگری در پارک ملی (Dragan & Cocean, 2015) توجه شده است. در پژوهش‌های انجام‌گرفته در زمینهٔ تأثیر زیرساختار حمل‌ونقل جاده بر توسعهٔ گردشگری و روستایی، زیرساختار جاده‌ای مکانی برای توسعه باز قلمداد شده و در نتیجه موجب افزایش درآمد، حمل‌ونقل و رشد گردشگری در منطقه شده است (Onyeocha et al., 2015). در تحقیقی دیگر، ساخت جادهٔ جدید تأثیر مثبت معنی‌داری بر درآمد خانوارهای روستایی نشان داد (Charlery et al., 2016). یافته‌های پژوهش Ibanescu et al. (2018) نیز تأثیر گردشگری را بر توسعهٔ پایدار مناطق حساس روستایی تأیید می‌کند. Khalili et al. (2010) در بررسی توسعه‌یافتگی روستاهای واقع در جنگل استخر پشت نکا به ارتباط مستقیم و معنی‌داری میان دسترسی به راه‌های جنگلی و توسعه‌یافتگی روستاها دست یافتند. همچنین در بررسی رابطهٔ بین توسعهٔ روستاها و طول و توزیع کمّی جاده‌های جنگلی در پژوهش‌های Hosseini et al. (2012a) و Hosseini et al. (2012b)، شاخص توسعه در برخی روستاها با افزایش طول جاده‌ها مثبت مشاهده شد و مشخص شد که توزیع روستاها متناسب با توزیع کمّی جاده‌های جنگلی است.

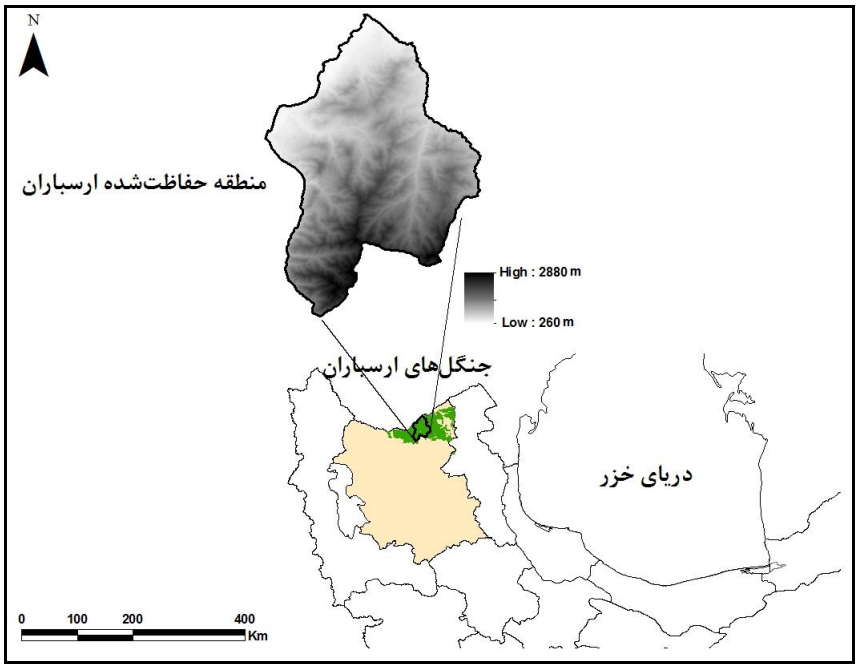
برای استفادهٔ بهینه از مناطق توریستی منطقهٔ ارسباران، اصلاح و توسعهٔ زیرساخت‌های دسترسی موجود در جهت توسعهٔ توریسم و جذب گردشگران ضروری است. بدین ترتیب در تحقیق حاضر راهکارهایی برای بهبود پراکنش شبکهٔ جاده و راه‌های

ارتباطی موجود برای دستیابی به مناطق تفرجی و روستایی معرفی شد.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

این پژوهش با هدف بررسی و اصلاح جاده‌های دسترسی منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ ارسباران انجام گرفت(شکل ۱). منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ ارسباران در حوزه‌های ایلگنه‌چای و کلیبرچای بین ۳۸ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۹ دقیقهٔ عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳ دقیقهٔ طول شرقی و در محدودهٔ ارتفاعی ۲۶۰ تا ۲۸۸۰ متر قرار گرفته است. بیشتر ریزش‌های جوی منطقه به‌صورت برف و باران است. متوسط درجهٔ حرارت سالیانه ناحیهٔ رویشی ارسباران در ارتفاعات پایین حدود ۱۴ درجهٔ سانتی‌گراد است و در ارتفاعات بالا تا ۵ درجهٔ سانتی‌گراد کاهش می‌یابد. بارندگی سالانه در این منطقه حدود ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر است و تعداد روزهای مه‌خیز زیاد در این منطقه اثر مهمی در بیلان آب جنگل دارد (Alijanpour et al., 2009; Talebi et al., 2019). از نظر زمین‌شناسی، منطقهٔ ارسباران متعلق به دوران سوم است و در اثر حرکت‌های شدید کوه‌زایی آلپی پدید آمده است.



شکل ۱- موقعیت منطقهٔ پژوهش

قسمت عمدهٔ سنگ‌های منطقه را واحدهای آهکی و آذرین تشکیل می‌دهند. در مناطق جنگلی ارسباران، خاک منطقه بیشتر از نوع قهوه‌ای جنگلی و قهوه‌ای آهکی است که از نظر ازت و مادهٔ آلی به‌نسبت مناسب است. این خاک‌ها بیشتر روی سنگ مادری آهکی سخت، مارن و ماسه‌سنگ واقع شده‌اند (Alijanpour et al., 2009). بیشتر گونه‌های چوبی این منطقه ممرز، افرا، بلوط، گیلاس وحشی، ملج، ون، سیب، انجیر، عرعر، گردو، فندق، ارس و بنه هستند. اردوج، درخت پر و بلوط سفید از دیگر گونه‌های چوبی هستند که فقط در منطقهٔ ارسباران انتشار دارند. از گونه‌های درختچه‌ای دیگر نیز می‌توان بادامچه، داغداغان، محلب، قره‌قاط و زرشک را نام برد. بنابراین سه گونهٔ ممرز، بلوط سفید و بلوط سیاه

مهم‌ترین درختان جنگل‌های ارسباران هستند (Talebi et al., 2019). جاده‌های دسترسی موجود در ارسباران با توجه به حفاظتی بودن منطقه، بیشتر جنبهٔ دسترسی، ارتباطی و حفاظتی دارند و از نوع خاکی، شوسه و آسفالته‌اند. جاده‌های آسفالته و شوسهٔ منطقه با استاندارد ساخت بهتر برای دسترسی به شهرها و مناطق مسکونی بزرگ‌تر و ارتباط این مناطق به جاده‌های عمومی اصلی به‌کار گرفته می‌شوند. این جاده‌ها دارای مشخصات راه‌های عمومی هستند و به‌صورت دوطرفه و با زیرسازی و روسازی خوب احداث شده‌اند. جاده‌های شوسه روسازی آسفالته ندارند. جاده‌های خاکی که جاده‌های روستایی جنگلی با استانداردهای مشابه جاده‌های جنگلی درجه دو شمال کشورند (Talebi et al., 2015)، بیشتر برای دسترسی به روستاها استفاده می‌شوند. این جاده‌ها یکطرفه و از نظر ساختمانی دارای زیرسازی و روسازی مشابه جاده‌های دسترسی منطقه هستند و اغلب با مصالح شنی روسازی شده‌اند. در کل این منطقه دارای ۵۲۰ کیلومتر شبکهٔ جاده است که در حدود ۱۵۰ کیلومتر از این جاده‌ها به‌صورت جاده‌های عمومی آسفالته و شوسه است. عمدتاً طراحی و ارزیابی گزینه‌های جاده برای اصلاح و تکمیل جاده‌های خاکی شبکه برای دسترسی به مناطق مستعد تفرجی و ۷۲ روستای قابل اسکان شناسایی‌شده در منطقهٔ مدنظر قرار گرفتند.

شیوهٔ اجرای پژوهش

طراحی و ارزیابی شبکه‌های جاده

طراحی شبکه‌های دسترسی با توجه به نقشهٔ قابلیت عبور جادهٔ تهیه‌شده با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) و نقشهٔ توان اکوتوریسم تهیه‌شده با روش سیستمی مخدوم و شبکهٔ عصبی مصنوعی در پژوهش‌های قبلی (Talebi et al., 2019, 2020) به‌منظور کاهش هزینه‌های جاده‌سازی و پیامدهای محیط زیستی و ایجاد دسترسی به مناطق دارای توان تفرجی انجام گرفت. برای تهیهٔ نقشهٔ شایستگی جاده، معیارهای شیب، جهت، ارتفاع، بافت خاک، سنگ‌شناسی، حساسیت به فرسایش، تراکم پوشش گیاهی، فاصله از رودخانه و فاصله از جادهٔ موجود در نظر گرفته شدند. با توجه به نتایج وزن‌دهی این مشخصه‌ها، معیارهای شیب، حساسیت به فرسایش و سنگ‌شناسی به‌ترتیب با بیشترین وزن به‌عنوان مهم‌ترین عامل جاده‌سازی انتخاب شدند (Talebi et al., 2019). برای شناسایی مکان‌های مستعد گردشگری با توجه به روش سیستمی مخدوم، معیارهای منابع اکولوژیکی مانند شیب، جهت، ارتفاع، بافت خاک، تیپ و تراکم پوشش گیاهی و منابع اکولوژیکی ناپایدار شامل اقلیم، منابع آبی و همچنین معیار حساسیت به فرسایش به‌کار گرفته شدند (Talebi et al., 2020).

شبکه‌های جاده برای ایجاد دسترسی به مناطق تفرجی شناسایی‌شده و روستاهای منطقه و با توجه به جاذبه‌های تفرجی موجود (رودخانه، چشمه) با استفاده از PEGGER در محیط ArcView روی نقشهٔ توپوگرافی منطقه طراحی شدند. سه سناریوی شبکهٔ دسترسی برای دسترسی به مناطق تفرجی و حداقل، متوسط و حداکثر روستاها طراحی و پیشنهاد شدند. به‌طوری که پوشش‌های کمتر از ۵۰، ۶۰ - ۵۰ و بیشتر از ۶۰ روستا به‌ترتیب به‌عنوان دسترسی به حداقل، متوسط و حداکثر روستاها در نظر گرفته شدند. در نهایت شبکهٔ جاده‌های طراحی‌شده برای ارزیابی و مقایسه به محیط ArcGIS منتقل شدند.

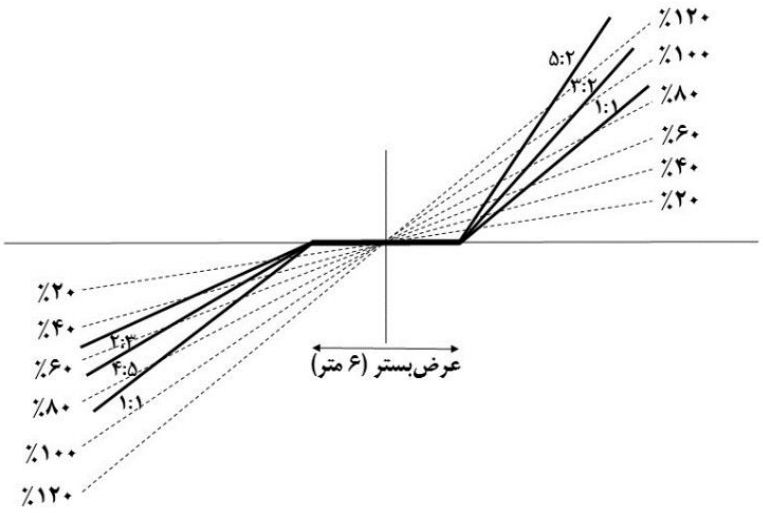
ارزیابی گزینه‌ها از جهات مختلف فنی، محیط زیستی و اجتماعی - اقتصادی انجام گرفت.

برای ارزیابی فنی از معیارهای بکموند استفاده شد و معیارهای تراکم طولی[1] (RD)، حداکثر فاصلهٔ دسترسی[2] (RS/۲)، درصد قابلیت دسترسی[3] (OP) و

1. Road density (RD)
2. Road spacing (RS)
3. Opening percent (OP)

رقم بکموند (RD/OP) برای هر کدام از گزینه‌ها محاسبه شدند (Caliskan, 2013; Talebi et al., 2018, 2019).

در ارزیابی اقتصادی و محیط زیستی، گزینه‌ها با ارزیابی چندمعیاری و با توجه به نقشهٔ شایستگی تهیه‌شده بررسی شدند و هزینهٔ عملیات خاکی گزینه‌ها برآورد شد. در ارزیابی چندمعیاری، ارزش واحد طول گزینه‌ها با روی‌هم‌گذاری با نقشهٔ شایستگی عبور جادهٔ تهیه‌شده (Talebi et al., 2019) در ArcGIS محاسبه شدند. بنابراین ارزش واحد طول بیشتر با توجه به نقشهٔ شایستگی و استانداردسازی نقشه‌ها، برتری شبکهٔ طراحی‌شده را نشان می‌دهد. در این ارزیابی معیارهای شیب، ارتفاع و سنگ‌شناسی با تأثیر غیرمستقیم بر هزینه به‌عنوان معیارهای اقتصادی، و معیارهای حساسیت به فرسایش، بافت خاک، جهت دامنه و فاصله از رودخانه نیز از نظر پیامدهای محیط زیستی در نظر گرفته شدند. بنابراین ارزیابی چندمعیاری و هزینهٔ عملیات خاکی، معیارهای اقتصادی برای ارزیابی گزینه‌ها در نظر گرفته شدند. برای برآورد هزینهٔ عملیات خاکی، هر گزینهٔ شبکهٔ جاده با نقشهٔ طبقه‌بندی شیب ادغام شد و تعداد پیکسل عبوری گزینه‌ها از هر کدام از طبقات شیب استخراج و با توجه به پروفیل نرمال دامنه و رسم ترانشه‌های جاده (شکل ۲) سطح متوسط عملیات خاکی هر طبقه محاسبه شد. بنابراین با توجه به سطح متوسط عملیات خاکی و تعداد و اندازهٔ پیکسل (۱۰ متر)، تخمینی از حجم عملیات خاکی هر طبقه به متر مکعب به‌دست آمد. سپس با ضرب کردن حجم عملیات خاکی برآورد شده هر طیقه در هزینهٔ هر متر مکعب خاک‌برداری، تخمینی از هزینهٔ عملیات خاکی هر طبقه به‌دست آمد و در نهایت با توجه به مجموع هزینهٔ همهٔ طبقات، تخمینی از هزینهٔ عملیات خاکی هر گزینه محاسبه شد. در ارزیابی اجتماعی گزینه‌های طراحی‌شده، دسترسی گزینه‌ها به مناطق تفرجی و پوشش‌دهی روستاها توسط گزینه‌ها بررسی شد. بدین ترتیب شبکه‌های طراحی‌شده، با نقشهٔ پتانسیل کاربری اکوتوریسم (Talebi et al., 2020) ادغام و درصد دسترسی شبکه‌ها به مناطق مستعد گردشگری محاسبه شد. در نهایت با توجه به تعداد روستاهای پوشش داده‌شده توسط هر شبکهٔ جاده، درصد پوشش روستا برای هر گزینه بررسی شد.



شکل ۲- پروفیل عرضی جاده برای محاسبهٔ سطح عملیات خاکی

ارزیابی نهایی گزینه‌ها

به‌منظور ارزیابی کلی با توجه به بررسی‌های انجام‌گرفته، ابتدا گزینه‌های دارای رتبه‌های بهتر با توجه به مسائل اقتصادی و محیط‌زیستی از قبیل ارزیابی چندمعیاری و هزینهٔ عملیات خاکی، به‌عنوان معیارهای مهم‌تر برای ساخت شبکهٔ جاده انتخاب شدند. سپس گزینه‌های انتخاب‌شده (دارای رتبه‌های اول تا سوم در هر دو ارزیابی) براساس بررسی‌های فنی طراحی مسیر (مدل بکموند) و مسائل اجتماعی (دسترسی به مناطق تفرجی و پوشش‌دهی روستا) رتبه‌بندی شدند و به گزینهٔ بهتر رتبهٔ کمتری اختصاص داده شد و در نهایت براساس مجموع رتبه‌های به‌دست‌آمده از ارزیابی‌های انجام‌گرفته، گزینه‌ای با مجموع رتبهٔ کمتر به‌عنوان بهترین گزینه انتخاب شد.

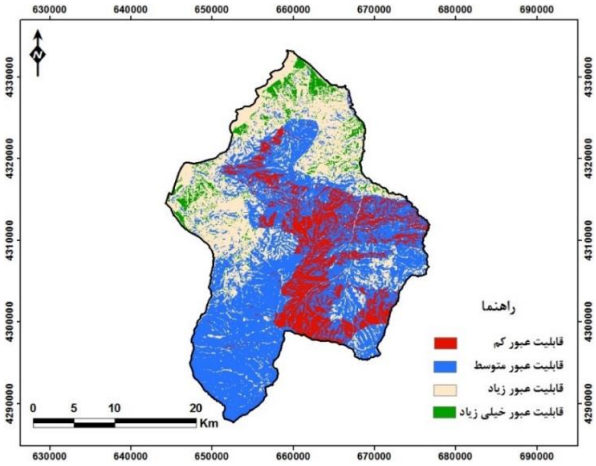
اصلاح شبکهٔ جادهٔ موجود و بررسی شبکه‌های جاده

بعد از ارزیابی و انتخاب گزینه‌های بهینه، شبکهٔ جادهٔ موجود و شبکهٔ جاده‌های بهینهٔ طراحی‌شده روی‌هم‌گذاری شدند و شبکهٔ جادهٔ موجود با توجه به بهترین گزینه‌های طراحی‌شده اصلاح و تکمیل شد. بدین ترتیب در مسیرهای مشترک، شبکهٔ جادهٔ موجود و در محل‌های فاقد مسیر جاده، مسیرهای طراحی‌شده برای ایجاد دسترسی به مناطق تفرجی و روستاها انتخاب شد. در نهایت شبکهٔ جاده‌های اصلاح‌شده برای هر کدام از سناریوها پیشنهاد شد و واریانت‌های شبکهٔ جادهٔ موجود، شبکهٔ جادهٔ طراحی‌شده و شبکهٔ جادهٔ اصلاح‌شده از جهات فنی، ارزیابی چندمعیاری، دسترسی به مناطق تفرجی و درصد پوشش روستا ارزیابی و مقایسه شدند.

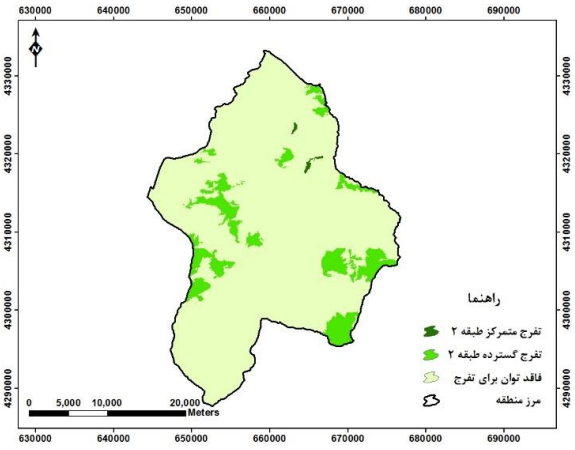
نتایج

طراحی و ارزیابی شبکه‌های جاده

در شکل‌های ۳ و ۴ نقشهٔ قابلیت عبور جاده و نقشهٔ توان اکوتوریسم تهیه‌شده به‌منظور طراحی شبکهٔ جاده‌ها مشاهده می‌شود (Talebi et al., 2019, 2020).



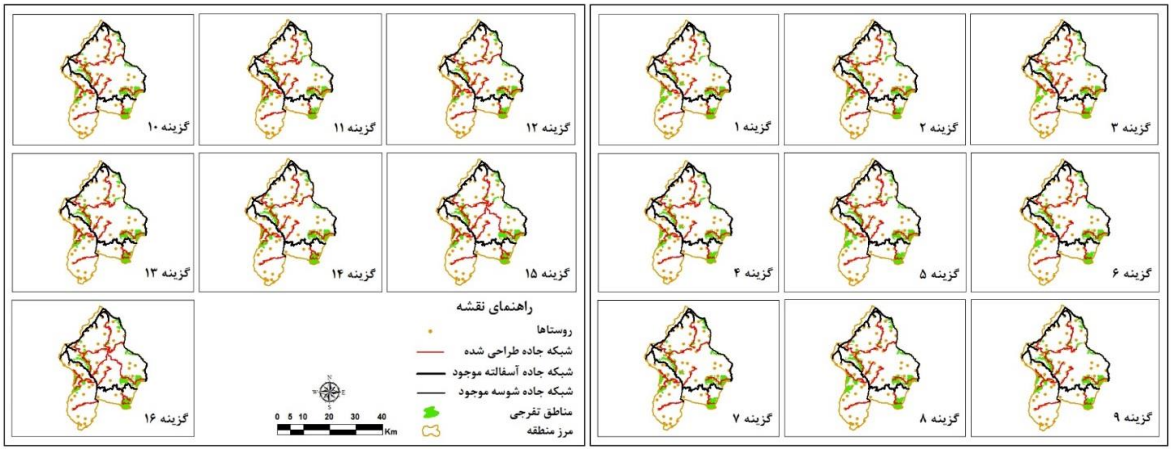
شکل ۳- نقشهٔ قابلیت عبور جاده



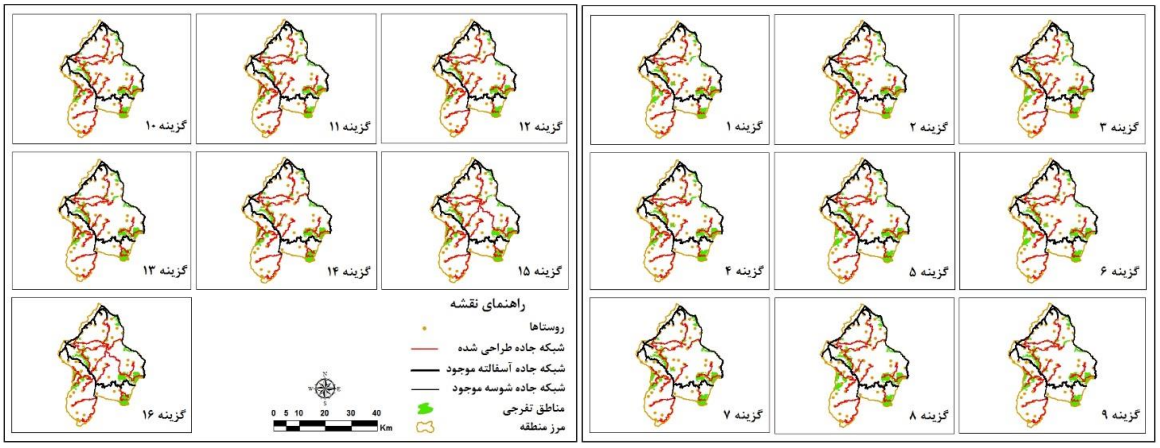
شکل ۴- نقشهٔ توان اکوتوریسم منطقه

شبکه‌های جاده با هدف ایجاد دسترسی به جاذبه‌های تفرجی و مناطق روستایی برای سه سناریوی دسترسی به مناطق تفرجی و حداقل روستاها (سناریوی اول)، دسترسی به مناطق تفرجی و متوسط روستاها (سناریوی دوم) و دسترسی به مناطق تفرجی و حداکثر روستاها (سناریوی سوم) طراحی شد. به‌طوری که در همهٔ گزینه‌های طراحی‌شده، ۱۴۹/۶۱ کیلومتر جادهٔ آسفالته و شوسهٔ موجود، جاده‌های

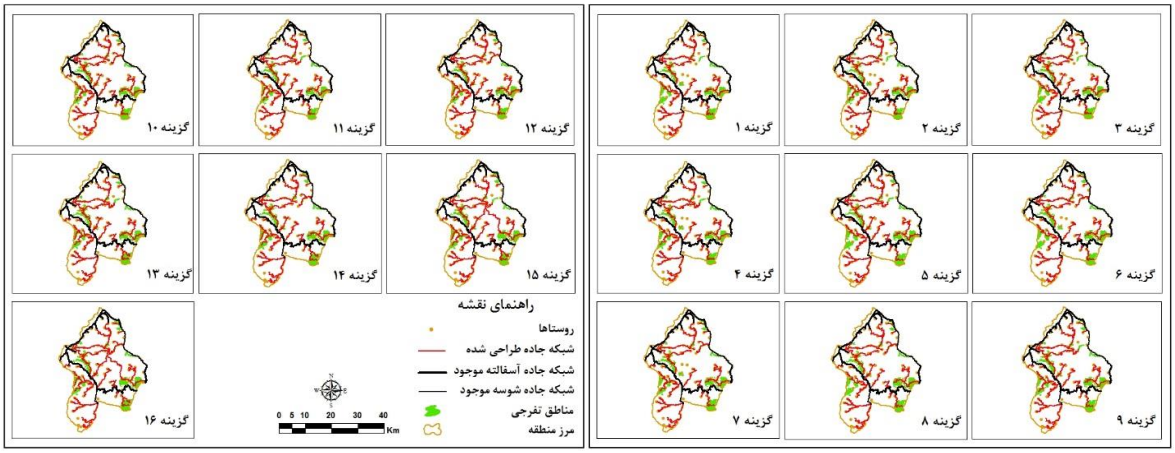
عمومی ثابت در نظر گرفته شدند. شانزده گزینهٔ شبکهٔ جاده برای ایجاد دسترسی به مناطق تفرجی و روستایی و ارتباط این مناطق به جاده‌های عمومی برای این سه سناریو طراحی شدند (شکل ۵).



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۵- شبکهٔ جاده‌های طراحی‌شده برای سه سناریوی مختلف:
الف) سناریوی اول؛ ب) سناریوی دوم؛ ج) سناریوی سوم.

سناریوی اول- دسترسی شبکهٔ جاده به مناطق تفرجی و حداقل روستاها

در این نوع سناریو با توجه به نتایج ارزیابی‌های اقتصادی – محیط زیستی، گزینه‌های ۷، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۶، گزینه‌های دارای رتبه‌های برتر (رتبه‌های اول تا سوم) انتخاب شدند. در نهایت با توجه به مجموع رتبه‌های حاصل از ارزیابی‌ها، به‌ترتیب گزینه‌های ۱۰، ۸ و ۷ به‌عنوان رتبهٔ اول، رتبهٔ دوم و رتبهٔ سوم انتخاب شدند. خلاصهٔ نتایج ارزیابی این سناریو در جدول ۱ دیده می‌شود.

سناریوی دوم- دسترسی شبکهٔ جاده به مناطق تفرجی و متوسط روستاها

در این سناریو با توجه به مجموع رتبه‌های حاصل از ارزیابی‌ها، گزینهٔ ۱۰ دارای رتبهٔ اول است (جدول ۲).

جدول ۱- رتبهٔ گزینه‌های سناریوی اول در ارزیابی‌های مختلف

واریانت‌ها	ارزیابی چندمعیاری	هزینهٔ عملیات خاکی	روش بکموند	دسترسی به مناطق تفرجی	پوشش روستا	مجموع رتبه‌ها	اولویت واریانت‌ها
گزینهٔ ۷	۱	۴	۱	۴	۳	۱۳	سوم
گزینهٔ ۸	۴	۱	۲	۳	۱	۱۱	دوم
گزینهٔ ۱۰	۲	۳	۳	۲	۲	۱۲	اول
گزینهٔ ۱۲	۳	۵	۴	۱	۴	۱۷	چهارم
گزینهٔ ۱۶	۵	۲	۵	۵	۵	۲۲	پنجم

جدول ۲- رتبهٔ گزینه‌های سناریوی دوم در ارزیابی‌های مختلف

واریانت‌ها	ارزیابی چندمعیاری	هزینهٔ عملیات خاکی	روش بکموند	دسترسی به مناطق تفرجی	پوشش روستا	مجموع رتبه‌ها	اولویت واریانت‌ها
گزینهٔ ۷	۱	۴	۱	۵	۳	۱۴	دوم
گزینهٔ ۸	۴	۳	۲	۴	۱	۱۴	سوم
گزینهٔ ۱۰	۲	۲	۳	۲	۲	۱۱	اول
گزینهٔ ۱۲	۳	۵	۴	۱	۴	۱۷	چهارم
گزینهٔ ۱۶	۵	۱	۵	۳	۵	۱۹	پنجم

سناریوی سوم- دسترسی شبکهٔ جاده به مناطق تفرجی و حداکثر روستاها

در این نوع سناریو با توجه به مجموع رتبه‌های حاصل از ارزیابی‌ها، به‌ترتیب گزینهٔ ۱۰ رتبهٔ اول، گزینهٔ ۸ رتبهٔ دوم و گزینهٔ ۷ رتبهٔ سوم را به‌دست آوردند. نتایج ارزیابی این سناریو در جدول ۳ ملاحظه می‌شود.

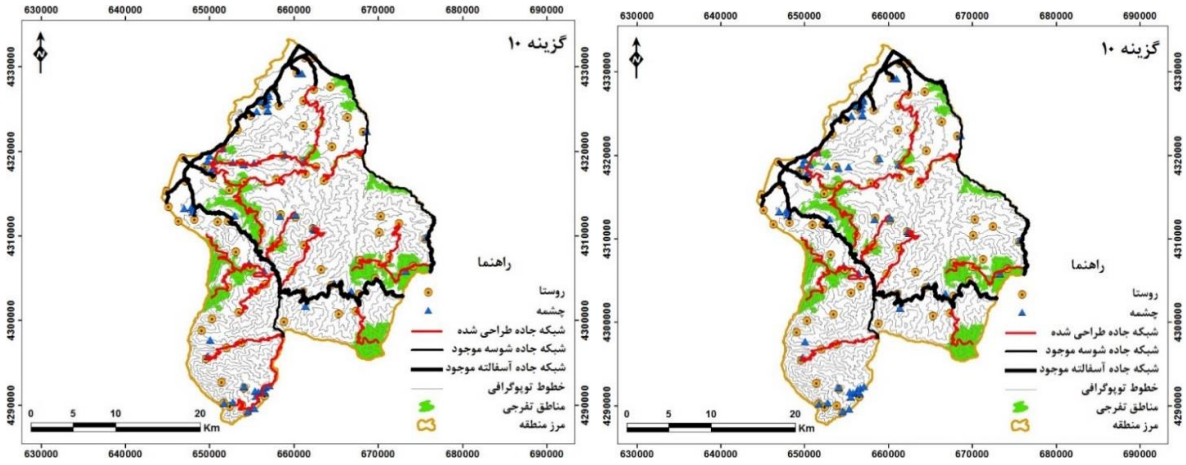
با توجه به ارزیابی‌های نهایی انجام‌گرفته، گزینهٔ ۱۰ در سه حالت دسترسی به حداقل، متوسط و حداکثر روستاها به‌عنوان گزینهٔ بهینهٔ اول انتخاب شد. شکل ۶ شبکهٔ جاده‌های بهینهٔ طراحی‌شده در سه سناریو را نشان می‌دهد.

اصلاح شبکهٔ جادهٔ موجود و پیشنهاد شبکهٔ جادهٔ بهینه

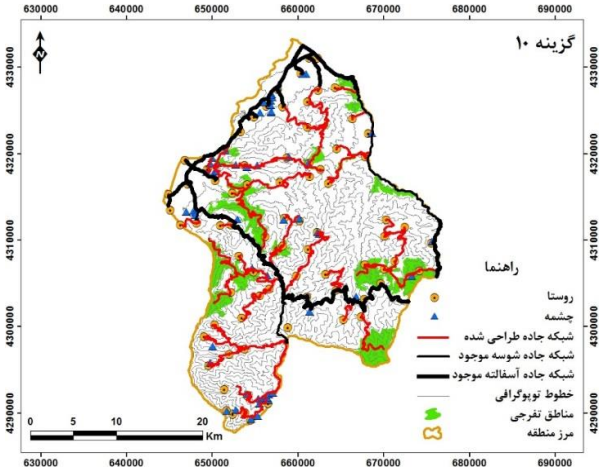
در شکل ۷ شبکهٔ جادهٔ موجود و شبکهٔ جاده‌های اصلاح‌شده برای سه سناریوی مختلف دیده می‌شود.

جدول ۳- رتبه گزینه‌های سناریوی سوم در ارزیابی‌های مختلف

واریانت‌ها	ارزیابی چندمعیاری	هزینهٔ عملیات خاکی	روش بکموند	دسترسی به مناطق تفرجی	پوشش روستا	مجموع رتبه‌ها	اولویت واریانت‌ها
گزینهٔ ۷	۱	۴	۱	۵	۴	۱۵	سوم
گزینهٔ ۸	۴	۲	۲	۴	۱	۱۳	دوم
گزینهٔ ۱۰	۲	۳	۳	۲	۲	۱۲	اول
گزینهٔ ۱۲	۳	۵	۴	۱	۳	۱۶	چهارم
گزینهٔ ۱۶	۵	۱	۵	۳	۵	۱۹	پنجم

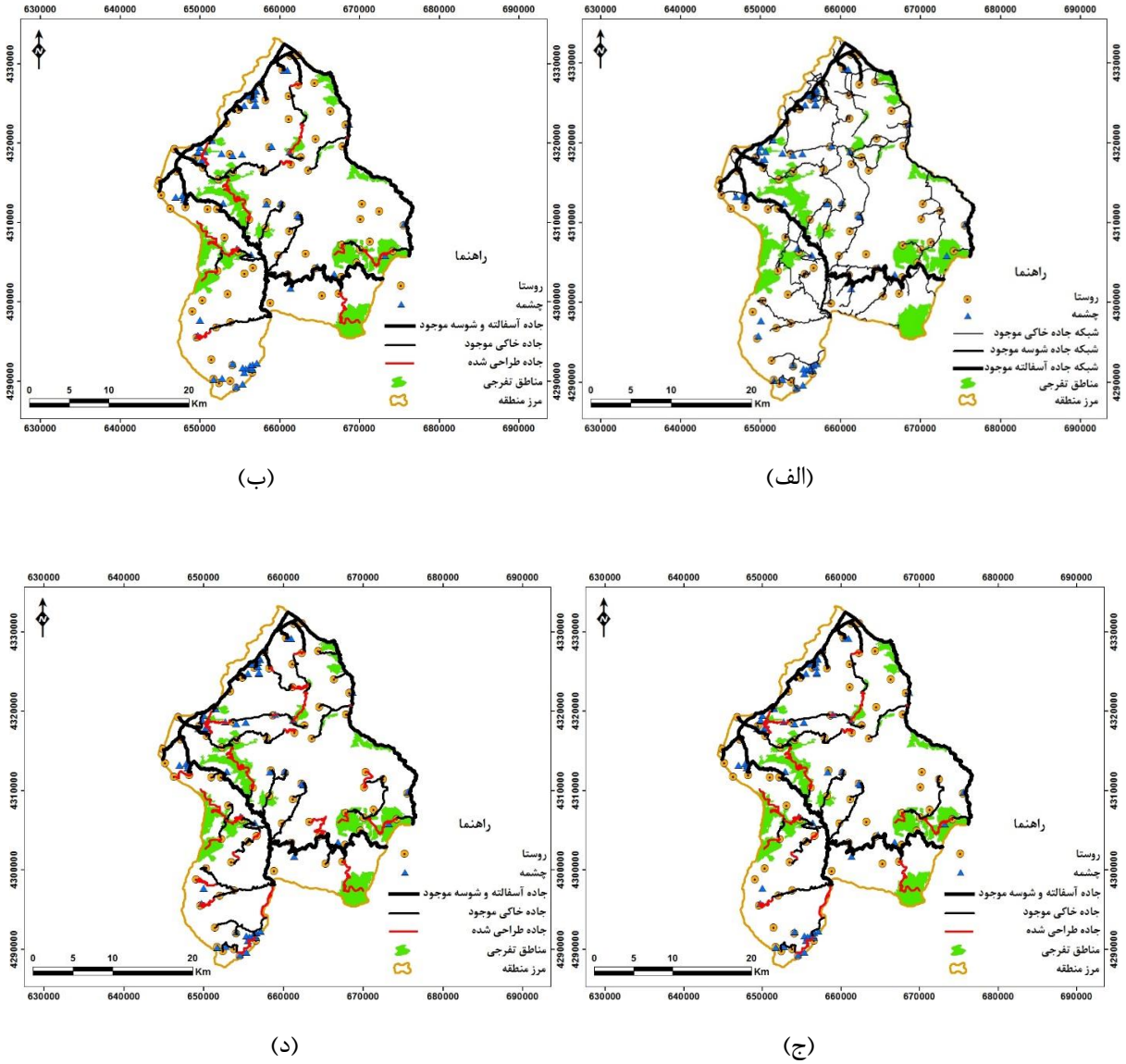


(ب) (الف)



(ج)

شکل ۶- شبکهٔ جاده‌های بهینهٔ طراحی‌شده برای سه سناریوی مختلف:
الف) سناریوی اول؛ ب) سناریوی دوم؛ ج) سناریوی سوم.



شکل ۷- شبکهٔ جادهٔ موجود و شبکهٔ جاده‌های پیشنهادی برای سه سناریوی مختلف:
الف) شبکهٔ جادهٔ موجود؛ ب) سناریوی اول؛ ج) سناریوی دوم؛ د) سناریوی سوم.

ارزیابی و مقایسهٔ شبکه‌های جاده

نتایج بررسی سناریوها از جهت‌های مختلف فنی، ارزیابی چندمعیاری، دسترسی به مناطق تفرجی و پوشش‌دهی روستاها در جدول‌های ۴ تا ۶ آورده شده‌اند. با توجه به این بررسی‌ها جادهٔ طراحی‌شده با رقم بکموند کمتر، ارزش واحد طول بیشتر (در حالت دسترسی به حداقل روستاها)، ایجاد دسترسی بیشتر به مناطق تفرجی و پوشش بیشتر روستاها وضعیت بهتری در مقایسه با جادهٔ موجود دارد. همچنین جادهٔ اصلاح‌شده با توجه به قابلیت دسترسی، رقم بکموند، ارزش واحد طول و پوشش‌دهی روستاها وضعیت بهتری نسبت به شبکهٔ جادهٔ بهینهٔ طراحی‌شده دارد.

جدول ۴- مقایسهٔ شبکهٔ جادهٔ موجود، طراحی‌شده و اصلاح‌شدهٔ سناریوی اول

نوع جاده	فنی				ارزیابی چندمعیاری	دسترسی به مناطق تفرجی (درصد)	پوشش روستا در واحد طول (درصد)
	طول جاده (km)	تراکم (m/ha)	قابلیت دسترسی (درصد)	رقم بکموند	ارزش واحد طول		
شبکهٔ جادهٔ موجود	۵۲۰/۱۱	۶/۴۸	۷۴/۱۸	۰/۰۸۷	۶۸/۹۱	۶/۷۱	۱۴/۰۴
شبکهٔ جادهٔ طراحی‌شده	۳۳۴/۳۶	۴/۱۷	۷۱/۲۱	۰/۰۵۹	۶۹/۸۳	۲۲/۲۳	۱۴/۳۶
شبکهٔ جادهٔ اصلاح‌شده	۳۱۸/۹۶	۳/۹۸	۷۲/۷	۰/۰۵۵	۷۰/۱۱	۲۰/۹۶	۱۵/۳۶

جدول ۵- مقایسهٔ شبکهٔ جادهٔ موجود، طراحی‌شده و اصلاح‌شدهٔ سناریوی دوم

نوع جاده	فنی				ارزیابی چندمعیاری	دسترسی به مناطق تفرجی (درصد)	پوشش روستا در واحد طول (درصد)
	طول جاده (km)	تراکم (m/ha)	قابلیت دسترسی (درصد)	رقم بکموند	ارزش واحد طول		
شبکهٔ جادهٔ موجود	۵۲۰/۱۱	۶/۴۸	۷۴/۱۸	۰/۰۸۷	۶۸/۹۱	۶/۷۱	۱۴/۰۴
شبکهٔ جادهٔ طراحی‌شده	۳۹۵/۵۳	۴/۹۳	۷۳/۵۸	۰/۰۶۷	۶۸/۰۶	۱۹/۰۴	۱۴/۶۶
شبکهٔ جادهٔ اصلاح‌شده	۳۷۳/۶۴	۴/۶۶	۷۶/۱۹	۰/۰۶۱	۶۸/۱۱	۱۸/۳۳	۱۵/۷۹

جدول ۶- مقایسهٔ شبکهٔ جادهٔ موجود، طراحی‌شده و اصلاح‌شدهٔ سناریوی سوم

نوع جاده	فنی				ارزیابی چندمعیاری	دسترسی به مناطق تفرجی (درصد)	پوشش روستا در واحد طول (درصد)
	طول جاده (km)	تراکم (m/ha)	قابلیت دسترسی (درصد)	رقم بکموند	ارزش واحد طول		
شبکهٔ جادهٔ موجود	۵۲۰/۱۱	۶/۴۸	۷۴/۱۸	۰/۰۸۷	۶۸/۹۱	۶/۷۱	۱۴/۰۴
شبکهٔ جادهٔ طراحی‌شده	۴۶۹/۸۹	۵/۸۶	۷۵/۰۲	۰/۰۷۸	۶۷/۶۹	۱۶/۷۶	۱۵/۹۶
شبکهٔ جادهٔ اصلاح‌شده	۴۴۵/۰۱	۵/۵۵	۷۸/۳۳	۰/۰۷۱	۶۷/۹۶	۱۵/۸۳	۱۷/۰۸

بحث

مدیریت و برنامه‌ریزی گردشگری در عرصه‌های طبیعی متکی به زیرساخت‌های دسترسی است. بنابراین بهره‌گیری از دیگر کارکردهای جنگل‌ها از قبیل پتانسیل گردشگری، با برنامه‌ریزی و توسعهٔ زیرساخت‌های دسترسی با توجه به حفظ پایداری مناطق حفاظت‌شده انجام‌پذیر است.

در این پژوهش، شبکهٔ جاده‌ها برای سه سناریوی مختلف به‌منظور ایجاد دسترسی به مناطق دارای توان تفرجی و روستاهای منطقه طراحی شدند. مطابق با پژوهش‌های انجام‌گرفته در زمینهٔ طراحی شبکهٔ جاده (Shahsavand Baghdadi et al., 2011; Caliskan, 2013; Hosseini et al., 2018; Javanmard et al., 2018; Talebi et al., 2019)، گزینه‌های طراحی‌شده و شبکهٔ جادهٔ موجود از نظر فنی (معیار بکموند) و

اجتماعی- اقتصادی و محیط زیستی ارزیابی شدند. با توجه به ارزیابی چندمعیاری، شبکهٔ جاده‌ها بیشتر از نظر معیارهای اقتصادی و محیط‌زیستی ارزیابی شدند. همچنین در ارزیابی اقتصادی براساس هزینهٔ عملیات خاکی، محاسبات برمبنای شیب عرضی دامنه انجام گرفت و با توجه به پروفیل نرمال دامنهٔ حجم عملیات خاکی گزینه‌ها برآورد شد. در همهٔ شبکه‌های طراحی‌شده، گزینه‌ای که روستاهای بیشتری را پوشش می‌داد، گزینهٔ مطلوب در نظر گرفته شد؛ زیرا سبب توسعهٔ روستاها و جذب گردشگران به این جاذبه‌های تفرجی می‌شود. بنابراین برای انتخاب گزینه‌های بهینه ابتدا شبکه‌های طراحی‌شده براساس ارزیابی اقتصادی و محیط زیستی به‌دلیل اینکه اهمیت بیشتری در طراحی و ساخت شبکهٔ جاده دارند، ارزیابی و انتخاب شدند و سپس گزینه‌های انتخابی با توجه به هدف دسترسی از نظر فنی و با توجه به مسائل اجتماعی بررسی و رتبه‌بندی شدند. بنابراین طرح‌ریزی این زیرساخت‌ها با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی، محیط زیستی و فنی می‌تواند کیفیت و کارایی این شبکه‌ها را بهبود بخشد. برخلاف پژوهش‌های مورد بحث در زمینهٔ طراحی شبکهٔ جاده که طراحی و ارزیابی شبکهٔ جاده‌ها بیشتر با هدف چوب‌کشی و تولید چوب بوده است، در این پژوهش برنامه‌ریزی شبکهٔ جاده‌ها با هدف استفادهٔ چندمنظوره از منطقهٔ حفاظت‌شده ارسباران برای توسعهٔ گردشگری و کمک به توسعهٔ روستاهای منطقه بوده است تا با توجه به سیاست‌های برنامه‌ریزی به‌کار گرفته شوند. در پژوهش‌ها تأثیر مثبت زیرساختار جاده بر توسعهٔ گردشگری و روستایی تأیید شده است (Khalili et al., 2010; Hosseini et al., 2012a; Hosseini et al., 2012b; Onyeocha et al., 2015; Charley et al., 2016). بنابراین دسترسی روستاهای منطقهٔ ارسباران به جاده‌های ارتباطی می‌تواند به رونق اقتصاد محلی و توسعهٔ این روستاها کمک کند.

پژوهش‌های زیادی دربارهٔ طراحی جاده‌های جنگلی با توجه به اصول فنی و محیط زیستی (Naghdi et al., 2012; Caliskan, 2013; Caliskan et al., 2018)، و با در نظر گرفتن کیفیت دید و مناظر (Hosseini et al., 2018; Sakar et al., 2020) در مناطق کوهستانی کشور انجام گرفته که در بیشتر پژوهش‌ها توجه کمی به شبکهٔ جادهٔ موجود شده است. اصلاح و به‌کارگیری جاده‌های موجود در بیشتر موارد هزینهٔ ساخت و تعمیر و نگهداری جاده‌ها و همچنین تخریب محیط زیستی را می‌تواند کاهش دهد. در پژوهش حاضر نیز تا حد امکان جاده‌های موجود مطابق با شبکهٔ جاده‌های بهینهٔ طراحی‌شده اصلاح شدند و برای دسترسی به مناطق تفرجی و روستایی توسعه پیدا کردند و در نهایت شبکهٔ جاده‌های اصلاح‌شده به‌منظور دستیابی به اهداف دسترسی و توسعهٔ گردشگری برای منطقه پیشنهاد شدند. با بررسی و تجزیه‌وتحلیل شبکه‌های دسترسی، شبکه‌های طراحی‌شده از جهات فنی، ارزیابی چندمعیاری، دسترسی به مناطق تفرجی و پوشش‌دهی روستاها با توجه به هدف دسترسی وضعیت بهتری در مقایسه با جادهٔ موجود نشان دادند. در سناریوی اول جادهٔ طراحی‌شده با طول حدود ۳۳۴ کیلومتر، ۷۱ درصد منطقه را در دسترس قرار داد، درحالی که شبکهٔ جادهٔ موجود با ۵۲۰ کیلومتر، ۷۴ درصد منطقه را پوشش داده است. از این‌رو طول این دو جاده با توجه به اهداف دسترسی آنها قابل مقایسه نیست. همچنین با مقایسهٔ شبکه‌های اصلاح‌شده و طراحی‌شده، شبکه‌های اصلاح‌شده وضعیت بهتری نسبت به شبکه‌های طراحی‌شده بهینه نشان دادند. در این زمینه Nasiri et al. (2012) در تحقیقی مسیر اصلاح‌شدهٔ بهتری را در مقایسه با جادهٔ موجود پیشنهاد دادند. در کل در این پژوهش مطابق با تحقیقات انجام‌گرفته در مناطق جنگلی و پارک ملی (Mostafa et al., 2010; Dragan & Cocean, 2015; Talebi et al., 2019)، جاده‌های موجود برای توسعهٔ گردشگری و روستایی در منطقه بهبود و توسعه داده

شدند.

در این پژوهش شبکه‌های جاده برای دستیابی به مناطق تفرجی و روستایی منطقهٔ ارسباران به‌منظور اصلاح و توسعهٔ شبکهٔ نامنظم جادهٔ موجود با استفاده از قابلیت‌های GIS طراحی و ارزیابی شدند. شبکهٔ جادهٔ موجود مطابق با شبکهٔ جاده‌های بهینهٔ طراحی‌شده اصلاح و به‌منظور توسعهٔ منطقه به‌کار گرفته شد و در نتیجه شبکه‌های پیشنهادی برای سیاست‌های برنامه‌ریزی در قالب سناریوهای مختلف معرفی شدند. در حالت کلی، برنامه‌ریزی گردشگری در منطقهٔ حفاظتی ارسباران برای مدیریت و توسعهٔ منطقه، از راه طراحی اصولی شبکهٔ جاده و اصلاح و توسعهٔ شبکهٔ جادهٔ موجود به‌منظور دسترسی به مناطق تفرجی و روستایی به‌عنوان جاذبه‌های گردشگری انجام‌پذیر است که به بهبود توسعهٔ روستاهای منطقه منجر می‌شود. طراحی‌ها طوری انجام گرفته که برنامه‌ریزی سرمایه‌گذاری تدریجی را امکان‌پذیر می‌کند، بدین معنا که سرمایه‌گذاری‌های حداقلی برای سناریوی اول، سرمایه‌گذاری‌های متوسط برای سناریوی دوم و سرمایه‌گذاری‌های حداکثری برای سناریوی سوم می‌تواند تدریجی و به تناسب موفقیت و توسعهٔ گردشگری انجام گیرد. در ضمن طراحی‌ها کاملاً اجرایی و عینی است و همهٔ آبادی‌ها و مکان‌های جذاب گردشگری را در بر می‌گیرد.

References

Alijanpour, A., Eshaghi Rad, J., & Banj Shafiei, A. (2009). Investigation and comparison of two protected and non-protected forest stands regeneration diversity in Arasbaran. *Iranian Journal of Forest, 1*(3), 209-217.

Amiri, M.J., Zoghi, M., Sadat, M., & Karimi, S. (2015). Assessing ecotourism potential in protected areas to contribute to sustainable rural development (case study: Arasbaran protected area-Mishehpareh Dehestan). *Journal of Research and Rural Planning, 4*(3), 13-16.

Caliskan, E. (2013). Planning of forest road network and analysis in mountainous area. *Life science journal*, *10*(2), 2456-2465.

Caliskan, E., Bediroglu, S., & Yildirim, V. (2018). Determination forest road routes via GIS-based spatial multi-criterion decision methods. *Applied Ecology and Environmental Research, 17*(1), 759-779..

Charlery, L., Nielsen, M.R., Meilby, H., & Smith-Hall, C. (2016). Effects of new roads on environmental resource use in the Central Himalaya. *Sustainability, 8*(4), 63.

Clius, M., Teleucă, A., David, O., & Moroşanu, A. (2012). Trail accessibility as a tool for sustainable management of protected areas: case study Ceahlău National Park, Romania. *Procedia Environmental Sciences, 14*, 267-278.

Dragan, M., & Cocean, G. (2015). Constraints on tourism development caused by the road network in the Apuseni Mountains. *Romanian Review of Regional Studies, 11*(2), 85-94.

Ghelichipour, Z., & Majnounian, H. (2017). *Protected areas and ecotourism, proceeding of basic and functional.* Mashhad: Sahra shargh Press.

Hosseini, S., & Hosseini, S.A. (2012). Study of forest road engineering and sustainable development of forest margin villages in northern forest of Iran. *Caspian Journal of Applied Sciences Research, 1*(13), 104-116.

Hosseini, S., Hosseini, S.A., & Tahmooresi, S. (2012b). Status of quantitative distribution for forest roads based on village development of Tajan forestry project (Mazandaran paper and wood Co). *African Journal of Agricultural Research*, *7*(21), 3153-3157.

Hosseini, S.A., Gorgandipur, M., & Nikooy, M. (2018). Forest road network assessment using lookout points orienting in Hyrcanian forest using GIS–Short Communication. *Journal of Forest Science*, *64*(9), 402-408.

Hosseini, S.A., Khalili, M.E., Pourmajidian, M.A., Fallah, A., & Parsakhoo, A. (2012a). Relationship between forest road length and village development during three decades in Neka-Zalemrood forest. *Journal of Forest Science*, *58*(1), 1-7.

Ibanescu, B.C., Stoleriu, O.M., Alina Munteanu, A., & Iatu, C. (2018). The impact of tourism on sustainable development of rural areas: evidence from Romania. *Sustainability*, *10*(10), 3529.

Javanmard, M., Abdi, E., Ghatee, M., & Majnounian, B. (2018). Forest road planning using artificial neural network and GIS. *Iranian Journal of Forest*, *10*(2), 139-152.

Khalili, M.E., Hosseini, S.A., Pourmajidian, M.R., & Fallah, A. (2010). Effect of forest road construction on forest villages development (case study; series 2, section 6, Neka-Zalem rood). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, *17*(3), 19-36.

Mostafa, M., Raafatnia, N., Shataee, Sh., & Ghazanfari, H. (2010). Forest road networks design in a multiple used forestry plan using GIS, Armardah forests of Baneh. *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, *17*(1), 129-133.

Naghdi, R., Mohammadi Limaei, S., Babapour, R., & Ariamanesh, M. (2012). Designing of forest road network based on technical and economical considerations using GIS-AHP. *International Journal of Applied and Natural Sciences*, *1*(2), 39-44.

Nasiri, M., Hosseini, S.A., Sorkhi, A., & Tafazoli, M. (2012). Modify Existing Forest Road Network and Offer New Path with Least Variation. *Internatıonal Journal of Natural and Engineering Sciences*, *6*(3), 81-86.

Onyeocha, O.U.A., Nnaji, L., Anyanwu, L.A., Ajoku, S.T., Opoola, A., Faith, Y.E., & Maduakolam, C.C. (2015). The impact of road transportation infrastructure on tourism development in Nigeria. *Pearl Journal of Management, Social Science and Humanities*, *1*(2), 48-55.

Sakar, D., Aydin, A., & Akay, A.E. (2020). Using GIS-based multicriteria decision support system for planning road networks with visual quality constraints: a case study of protected areas in Ankara, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, *192*, 447.

Salehi, A., Rahbari Sisakht, S., & Jahangirian, S. (2015). Assessment of planning status of roads in Yasouj Forest Park from the natural landscapes aspects. *Iranian Journal of Forest*, *7*(3), 377-388.

Shahsavand Baghdadi, N., Pir Bavaghar, M., & Sobhani, H. (2011). Forest road network planning based on environmental, technical and economica considerations using GIS and AHP (Case study: Baharbon district in Kheyroud forest). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, *19*(3), 380-395.

Steinmuller, T. (2003). Evaluation of the social and economic benefits of subsidized forest road developments in Austria. In Limbeck-Lilienau, Steinmüller & Stampfer (Eds.), *High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain* (pp. 1–10). Schlaegl – Austria: Formec.

Talebi, M., Majnounian, B., Abdi, E., & Elahian, M.R. (2015). Quantitative and qualitative assessment of road construction standards in *Arasbaran* region. *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, *22*(2), 19-34.

Talebi, M., Majnounian, B., & Abdi, E. (2018). Modify of the existing access infrastructures for tourism development in Arasbaran protected area. *First international conference security, progress and sustainable development of border areas, territorial and metropolitan, strategies and challenges with a focus on passive defense and crisis management.* 15p.

Talebi, M., Majnounian, B., Makhdoum, M., Abdi, E., Omid, M., Marchi, E., & Laschi, A. (2019). A GIS-MCDM-based road network planning for tourism development and management in Arasbaran forest, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment, 191*(11), 1-15.

Talebi, M., Majnounian, B., Makhdoum, M., Abdi, E., & Omid, M. (2020). Predicting areas with ecotourism capability using artificial neural networks and linear discriminant analysis (case study: Arasbaran Protected Area, Iran). *Environment, Development and Sustainability*, 1-16.

Tampakis, S., Andrea, V., Karanikola, P., & Pailas, I. (2019). The growth of mountain tourism in a traditional forest area of Greece. *Forests*, *10*(11), 1022.

Zhang, A., Zhong, L., Xu, Y., Dang, L., & Zhou, B. (2015). Identifying and mapping wetland-based ecotourism areas in the First Meander of the Yellow River: Incorporating tourist preferences. *Journal of Resources and Ecology*, *6*(1), 21-29.

Iranian Journal of Forest
Vol. 13, No. 4, Winter 2022
pp. 361-377

Research Article

Planning and modifying the forest road networks for tourism and rural development in Arasbaran area

M. Talebi[1*], B. Majnounian[2], M. Makhdoum[2], E. Abdi[3] and M. Omid[4]

[1] Ph.D. Dept. of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[2] Prof., Dept. of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[3] Associate Prof., Dept. of Forestry and Forest Economics, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[4] Prof., Dept. of Mechanical Engineering Agricultural Machinery, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran, I. R. Iran

(Received: 19 September 2020; Accepted: 28 December 2020)

Abstract

Tourism development by planning the principles of access roads can help the management and development of villages in natural and protected areas. This study aimed at planning and developing the access roads to achieve the tourism and rural areas as the recreational attractions in Arasbaran protected area. For this purpose, the road network options were designed for three different scenarios to access the recreational and rural areas in GIS environment and evaluated in terms of technical, environmental and socio-economic aspects. In the next stage, the existing road network was modified according to the optimal-designed road options. Finally, the modified versions of the existing road network were proposed for tourism development and management in the region. Thus, the variants of the existing road network, the optimal-designed road network and the modified-road network were evaluated and compared. Moreover, among the designed options, the 10th option in three different scenarios to access the recreational areas and the minimum, medium, and maximum villages with densities of 4.17, 4.93, and 5.86 mha^{-1}, respectively, was chosen as the optimal option to modify the existing road network. Finally, the modified road networks with densities of 3.98, 4.66, and 5.55 mha^{-1} and accessibilities of 72.7, 76.19, and 78.33 percent were proposed for these three scenarios. According to assessment and comparison of the variants, the optimal-designed road networks and the modified road networks were identified as the better alternatives compared to the existing road network. Tourism management and development in Arasbaran by principled planning and development of access roads can lead to prosperity of economic activities and improve the rural development in this area.

Keywords: Access network, Arasbaran, Planning, Rural development, Tourism.

∗Corresponding author Tel: +982632249312 Email: m_talebi@ut.ac.ir