



Ecotourism Potential Modeling Using Non-Parametric Algorithms in Western Rangelands of Mazandaran Province

Somayeh Amiri Largani¹, Zienab Jafarian Jelodar^{*2}, Shafagh Rastgar³

1. MSc. in Range Management, Department of Range Management, Faculty of Range and Watershed Management, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

2. Corresponding author; Prof., Department of Range Management, Faculty of Range and Watershed Management, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran. E-mail: jafarian79@yahoo.com

3. Assistant Prof., Department of Range Management, Faculty of Range and Watershed Management, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

Article Info

Article type:

Research Full Paper

2024; Vol 18, Issue 2

Article history:

Received: 06.01.2023

Revised: 10.08.2023

Accepted: 12.08.2023

Keywords:

Ecotourism potential, Recreational capacity, Data analysis, Artificial neural networks.

Abstract

Background and objectives: Ecotourism is a powerful approach to economic development and nature conservation. It induces positive behavioral changes in both local residents and tourists, fostering the preservation of natural and cultural resources. This study aims to model and rank areas with ecotourism potential in the rangelands of Mazandaran province.

Methodology: Utilizing Makhdoom's system method, the study evaluates the ecotourism potential of Western Rangelands in Mazandaran province. Environmental and ecological factors were identified and mapped. These maps were then analyzed, summarized, and integrated using GIS, based on the Makhdoom model, to classify the area's recreational potential. Modeling involved correlating recreational potential with environmental and recreational factors using data mining techniques: artificial neural networks (ANN), random forests, and support vector machines (SVM), facilitated by STATISTICA software. Independent variables included slope, direction, elevation, soil, vegetation, water resources, access routes, lithology, distance to faults, power lines, and proximity to urban areas. The dependent variable was ecotourism potential. Map preparation, modification, and classification were performed in ArcGIS 10.8.2, with statistical data analysis in Excel.

Results: According to the final recreation plan, Chenarbon rangeland with an area of 292/1514 hectares has the possibility of extensive recreation of the second floor. In Dasht-Lashak, 46.51% has the possibility of extensive recreation on the second floor and 53.49% is unsuitable for recreation, also in the rangeland of Islamabad, 75.2% has the potential for extensive recreation on the second floor and 24.98% is unsuitable for recreation. According to the final recreation map, 96.19% of the second floor has extensive recreation capacity in the Kohnneh-Lashak rangeland and 3.81% is unsuitable for recreation. Kojour rangeland with 87.24% has the possibility of extensive recreation of the second floor and 12.76% of the rangeland is unsuitable for recreation. Largan rangeland with 12.54% has the capacity of extensive recreation of the second floor and 87.46% is unsuitable for recreation, and finally, Piedeh rangeland with 57.31% has the capacity for extensive recreation of the second floor and 42.69% is unsuitable for recreation. 65.83% of the area is suitable for recreation and 34.17% of the area is unsuitable for recreation. Based on

the value of the explanation coefficient, the most appropriate model among the three different algorithms investigated is the ANN model with the BFGS algorithm with the 8-10-1 MLP network with the number of 8 input layers, 10 hidden layers, and one output layer in modeling and ($R^2=0.94$, $RMSE=9.99\%$ and $BIAS=0.02\%$) were selected.

Conclusion: The study confirms that non-parametric algorithms provide highly accurate evaluations of ecotourism potential. It is recommended to use data mining techniques to design ecotourist services, meeting their basic needs while preserving nature.

Cite this article: Amiri Largani, S., Z. Jafarian Jelodar, Sh. Rastgar, 2024. Ecotourism Potential Modeling Using Non-Parametric Algorithms in Western Rangelands of Mazandaran Province. *Journal of Rangeland*, 18(2): 224-240.



© The Author(s).

DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.4.2

Publisher: Iranian Society for Range Management

مدل سازی توان بوم گردی با استفاده از الگوریتم های ناپارامتریک در مراتع غرب استان مازندران

سمیه امیری لرگانی^۱، زینب جعفریان جلودار^{۲*}، شفق رستگار^۳

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۲. نویسنده مسئول، استاد گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایان نامه: jafarian79@yahoo.com
۳. استادیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل - پژوهشی	سابقه و هدف: بوم گردی یکی از موثرترین رویکردها برای توسعه اقتصادی و حفاظت از طبیعت است. بوم گردی منجر به تغییرات مثبت قابل توجهی در رفتار ساکنان محلی و گردشگران منطقه نسبت به حفظ منابع طبیعی و فرهنگی می شود. در این راستا، پژوهش حاضر، با هدف مدل سازی و رتبه بندی مناطق دارای توان بوم گردی در مراتع انجام شد.
۱۴۰۳؛ جلد ۱۸، شماره ۲	مواد و روش: در راستای هدف پژوهش حاضر از روش سیستمی مخدوم با توجه به ویژگی های منطقه برای ارزیابی توان بوم گردی مراتع غرب استان مازندران استفاده شد. ابتدا عوامل محیطی و بوم شناختی شناسایی و نقشه های آنها تهیه شد. در مرحله بعد با تجزیه و تحلیل و جمع بندی داده ها و تلفیق نقشه ها در محیط GIS و بر مبنای مدل مخدوم توان تفرجی منطقه در طبقات مختلف تعیین گردید. سپس اقدام به مدل سازی بین توان تفرجی و عوامل محیطی و تفرجگاهی با روش های داده کاوی الگوریتم ناپارامتریک شبکه عصبی مصنوعی، جنگل تصادفی و ماشین بردار پشتیبان در نرم افزار STATISTICA شد. بدین ترتیب که ارزش متناظر مربوط به هر شاخص از لایه های تهیه شده استخراج و در مدل سازی به عنوان متغیرهای مستقل وارد شد. عوامل شیب، جهت، ارتفاع، خاک، پوشش گیاهی، منابع آبی، مسیرهای دسترسی، سنگ شناسی، فاصله تا گسل، دکل برق فشار قوی و فاصله از شهر به عنوان متغیرهای مستقل (ورودی) و توان بوم گردی هم به عنوان متغیر هدف (وابسته) استفاده شد و با سه روش مذکور مدل سازی صورت گرفت. تهیه، اصلاح و طبقه بندی نقشه ها، تلفیق و روی هم گذاری نقشه ها در فرآیند تعیین پتانسیل طبیعت گردی منطقه در محیط نرم افزار Arc GIS 10.8.2 و تجزیه و تحلیل آماری داده ها در محیط Excel انجام شد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۶ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۱	نتایج: براساس نقشه تفرج نهایی، مرتع چنارین با مساحت ۲۹۲/۱۵۱۴ هکتار دارای توان تفرج گسترده طبقه دو است. در دشت لاشک ۴۶/۵۱ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۵۳/۴۹ درصد نامناسب برای تفرج است، همچنین در مرتع اسلام آباد ۷۵/۲ درصد آن دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۲۴/۹۸ درصد نامناسب برای تفرج است. طبق نقشه تفرج نهایی در مرتع کهنه لاشک ۹۶/۱۹ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۳/۸۱ درصد نامناسب برای تفرج است. مرتع کجور با ۸۷/۲۴ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۱۲/۷۶ درصد از مرتع نامناسب برای تفرج است. مرتع لرگان نیز با ۱۲/۵۴ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۸۷/۴۶ درصد نامناسب برای تفرج است و در نهایت مرتع پی ده با ۵۷/۳۱ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۴۲/۶۹ درصد برای تفرج نامناسب است. ۶۵/۸۳ درصد منطقه دارای قابلیت تفرجی است و ۳۴/۱۷ درصد از منطقه برای تفرج نامناسب است. بر اساس مقدار ضریب تبیین، مناسب ترین مدل از بین سه
واژه های کلیدی: ارزیابی توان، توان تفرجی، داده کاوی، شبکه عصبی مصنوعی.	

الگوریتم مختلف مورد بررسی، مدل شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم BFGS با شبکه MLP 8-10-1 با تعداد ۸ لایه ورودی، ۱۰ لایه پنهان و یک لایه خروجی در مدل‌سازی و $R^2=0/94$ ، $RMSE\%=9/99$ و $BIAS\%=0/02$ انتخاب شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به مقادیر ضریب تبیین حاصل از مدل‌سازی ناپارامتریک در مطالعه حاضر مشخص شد که مدل‌سازی با الگوریتم‌های ناپارامتریک می‌تواند روشی با دقت بالا، برای ارزیابی توان بوم‌گردی برای هر منطقه مورد استفاده قرار گیرد. در این راستا پیشنهاد می‌شود با استفاده از تکنیک داده‌کاوی اقدام به طراحی خدمات رفاهی برای بوم‌گردان در جهت تأمین نیازهای اولیه بوم‌گردان و حفظ طبیعت شود.

استناد: امیری لرگانی، س.، ز. جعفریان جلودار، ش. رستگار، ۱۴۰۳. مدل‌سازی توان بوم‌گردی با استفاده از الگوریتم‌های ناپارامتریک در مراتع غرب استان مازندران. مرتع، ۱۸(۲): ۲۲۴-۲۴۰.



DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.2.4.2

© نویسندگان

ناشر: انجمن علمی مرتعداری ایران

مقدمه

بوم‌گردی می‌تواند یک منبع درآمد جایگزین برای مردم محلی به منظور کاهش وابستگی آنها به بهره‌برداری از حیات وحش و بوم‌سازگان‌های طبیعی ارائه دهد (۳۸). علاوه بر این بوم‌گردی می‌تواند به انتقال دانش بوم‌شناختی سنتی و بهبود آگاهی عمومی کمک کند (۱۱). بوم‌گردی راه حلی امیدوارکننده برای دستیابی به حفاظت، کاهش فقر و توسعه محلی است (۴۶).

بوم‌گردی به‌عنوان یک ابزار حفاظتی برای منابع طبیعی و تنوع زیستی شناخته شده است (۴۲)؛ با این حال باید توجه داشت بدون برنامه‌ریزی دقیق و توجه به قابلیت‌های بومی-محلی، فرهنگی و اجتماعی، بوم‌گردی می‌تواند تأثیر مخربی بر روی منطقه داشته باشد (۴۱). در صنعت گردشگری استفاده از پتانسیل‌ها و قابلیت‌های گردشگری در هر منطقه می‌تواند زمینه‌ای پویا و فعال را در زمینه توسعه آن منطقه فراهم کند. بررسی پتانسیل‌ها و قابلیت‌ها براساس ویژگی‌های محیطی و اکولوژیکی یک ضرورت خاص خواهد بود (۴۰). اولین قدم در توسعه یا تخصیص پتانسیل زیست‌محیطی، عملیات کمی‌سازی خدمات مختلفی است که محیط فراهم می‌کند. کمی‌سازی پتانسیل‌های بوم‌شناختی با هدف بوم‌گردی نیازمند دخالت بسیاری از معیارهای یک محیط است (۴۰).

بوم‌گردی دارای ارتباطی قوی با گردشگری پایدار است. توسعه پایدار به رابطه گردشگری و محیط زیست بستگی دارد. مدیریت مناسب برای توسعه بوم‌گردی به منظور حفاظت زیستی، حفظ اقتصاد منطقه و همچنین بالا بردن وضعیت اقتصادی مردم محلی ضروری است. علاوه بر این، بوم‌گردی می‌تواند فرصتی را برای تأمین مالی مردم در مناطق حفاظت شده فراهم آورد. مدیریت مناسب برای توسعه بوم‌گردی در راستای به حداکثر رساندن اثرات مثبت و به حداقل رساندن اثرات منفی در تمام جنبه‌های گردشگری ضروری است (۸). علاوه بر آن، افزایش جمعیت و پیامدهای ناشی از زندگی صنعتی، نیاز انسان را به مناطق تفریحی با جلوه‌های طبیعی برای رفع خستگی ناشی از زندگی ماشینی و آرامش روحی افزایش داده است. در مدل بوم‌شناختی توریسم مخدوم، تفرج به دو صورت متمرکز و گسترده تقسیم می‌شود: ۱- تفرج متمرکز؛ شامل آن دسته از تفرج‌هایی است که نیاز به توسعه دارند، مانند شنا، اسکی،

ارزیابی اراضی مرعی به‌منظور شناسایی و ارزیابی تولید بالقوه و بالفعل جهت بهره‌برداری بهینه از این منبع با ارزش طبیعی است (۳)؛ در این راستا، ارزیابی پتانسیل مرتع برای بوم‌گردی می‌تواند به‌عنوان راهکاری سودمند سبب حفظ و احیاء مراتع و همچنین کمک به بهبود معیشت مرتعداران گردد (۳۲). بوم‌گردی شکلی از فعالیت‌های اقتصادی چند بعدی است که به طور فعال به توسعه محلی از طریق حفاظت از منابع طبیعی و منابع فرهنگی کمک می‌کند (۵). با کسب درآمد از طریق بوم‌گردی، میزان اشتغال برای افراد محلی افزایش یافته و سطح بهداشت و آموزش آنان نیز ارتقاء می‌یابد این پیشرفت‌های آموزشی و بهداشتی می‌تواند تا مرحله فقرزدایی و حل مشکلات ناشی از رشد جمعیت و توزیع اراضی ادامه یابد و از دامنه تخریب منابع طبیعی و خسارت به تنوع زیستی بکاهد (۶).

جامعه بین‌المللی اکوتوریسم (The International TIES: Ecotourism Society) از بوم‌گردی به‌عنوان سفر مسئولانه به مناطق طبیعی که شامل حفظ محیط زیست، رفاه مردم محلی و تفسیر و آموزش است یاد کرد (۷). بوم‌گردی از زمان پیدایش خود توجه کافی را در مجامع دانشگاهی و سیاست‌گذاران به خود جلب کرده، زیرا بین حفاظت و توسعه تعادل برقرار می‌کند، همچنین باعث ایجاد روابط بیشتر بین ساکنان محلی و صنعت گردشگری می‌گردد (۴۸). بوم‌گردی باعث توسعه اقتصادی-اجتماعی، توسعه و بهبود معیشت محلی و بازدید از مناظر طبیعی ضمن حفظ فرهنگ محلی و حفظ تنوع زیستی می‌گردد (۲). رویکرد و برنامه‌ریزی برای استفاده از خدمات متعدد از بوم‌سازگان‌های طبیعی نیازمند آگاهی از وضعیت بوم-شناختی امکانات و محدودیت‌های این مناطق و توجه به عملکردهای بوم‌شناختی و خدمات بوم‌سازگان در این زمینه‌ها است (۱۰). یکی از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین منابع طبیعی تجدید شونده که بالغ بر ۵۴ درصد از سطح زمین را در بر گرفته، مراتع است (۱۶). بوم‌سازگان‌های طبیعی مانند مراتع از پتانسیل‌های بوم‌سازگانی قابل ملاحظه‌ای برخوردار هستند که می‌توانند نقش مهمی در توسعه اقتصادی و حفاظت از طبیعت داشته باشند (۴).

اردو زدن، دوچرخه سواری و بازدید آثار فرهنگی. ۲- تفرج گسترده: شامل آن دسته از تفرج‌هایی است که نیاز به توسعه ندارند مانند کوهنوردی و شکار یا به توسعه اندک نیاز دارند مانند ماهی‌گیری، صحراگردی، اسب‌سواری و تماشای جانوران در طبیعت، که هر کدام از این تفرج‌ها به نوبه خود به طبقه یک و دو و نامناسب برای تفرج گروه‌بندی می‌شوند (۲۴). بوم‌گردی نشان دهنده تکامل گردشگری است و همچنین اهمیت انتخاب مقصدگردشگران در حال افزایش است (۳۱). در چنین واقعیتی سیستم‌هایی مانند سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic information system: GIS) به دلیل توانایی جمع‌آوری مقادیر زیادی از داده‌های مکانی و همچنین مدیریت، تجزیه و تحلیل، مدل‌سازی و نمایش آنها بسیار با اهمیت هستند (۹). مطالعه سوابق جهانی نشان‌دهنده آن است که کاربرد GIS در زمینه‌ی برنامه‌ریزی گردشگری برای اولین بار در دهه ۱۹۹۰ میلادی آغاز شد. شناسایی و مکان‌یابی مناطق مستعد به منظور توسعه‌ی فعالیت‌های گردشگری از گسترده‌ترین و معروف‌ترین کاربردهای این سیستم است. این توانایی به دلیل قدرت GIS در ترکیب لایه‌های مختلف اطلاعاتی به طور یکپارچه است. در مجموع باید گفت که GIS می‌تواند در جهت برآورد نیازهای مختلف اطلاعاتی، برآورد شاخص‌ها و به طور کلی کمک به برنامه‌ریزی، پایش، ارزیابی و مکان‌یابی فعالیت‌های گردشگری به کار رود (۱۴).

امروزه مدل‌سازی داده‌کاوی کاربرد زیادی در اکثر مطالعات منابع طبیعی پیدا کرده و می‌تواند به عنوان یک روش در این زمینه نیز استفاده شود. مدل‌های ناپارامتریک مبتنی بر فرآیند یادگیری داده‌ها و اطلاعات، ذخیره شده‌اند و به دلیل ویژگی‌هایی همچون پردازش موازی، هوشمندی و انعطاف‌پذیری، جایگاه قابل توجهی کسب کرده‌اند و قابلیت مدل‌سازی، طبقه‌بندی، تخمین و پیش‌بینی را دارند (۴۵). بنابراین این مدل‌ها بر مبنای یک مدل ریاضی و محاسباتی هستند که توانایی مدل‌سازی و ایجاد روابط غیرخطی دارند. تحقیقات نشان داد که ترکیب الگوریتم‌های ناپارامتریک با سیستم اطلاعات جغرافیایی به طور قابل توجهی قابلیت‌های مدل‌سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی را برای تصمیم‌گیری مکانی بهبود بخشیده‌اند. مدل‌سازی ناپارامتریک به عنوان یک سیستم هوشمند با قابلیت

یادگیری ماشین و تعمیم اطلاعات و در نتیجه برنامه‌ریزی ساده‌تر، می‌تواند برای مدل‌سازی مسائل پیچیده و در زمینه‌های مختلف از قبیل ارزیابی توان بوم‌سازگانی با صرف زمان کمتر و دقت قابل قبول مورد استفاده قرار گیرد (۲۹). در زمینه طبیعت‌گردی در مراتع ایران مطالعاتی انجام شده است. عبداللهی و همکاران (۱۴۰۱) در مراتع کوهستانی در خراسان جنوبی با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به تعیین شایستگی مراتع بر مبنای رویکرد عامل محدود کننده فائو پرداختند. نتایج نشان داد ۳۶/۷ درصد از مراتع در طبقه شایستگی متوسط، ۴۶/۵ درصد در طبقه شایستگی کم و ۱۶/۸ درصد در طبقه غیرشایسته از لحاظ طبیعت‌گردی قرار دارند. نعمت‌اللهی و همکاران (۱۴۰۱) در استان چهارمحال بختیاری در بخش مرکزی رشته‌کوه‌های زاگرس با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و برای اندازه‌گیری انعطاف‌پذیری چشم‌انداز از شاخص ریسک (Ecological Risk Index: ERI) استفاده کردند. نتایج نشان داد که ۳۳ درصد منطقه در نزدیکی مناطق غربی و مرکزی دارای پتانسیل بالایی برای اکوتوریسم و ارزش‌های بالای انعطاف‌پذیری چشم‌انداز، این مکان را برای اکوتوریسم پایدار مناسب می‌کند. طالبی و همکاران (۱۴۰۰) در منطقه حفاظت شده ارسباران با بهره‌گیری از روش سیستمی مخدوم و شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) به ارزیابی توان اکوتوریسمی منطقه پرداختند. نتایج نشان داد که ۰/۱۷ درصد منطقه به تفرج متمرکز طبقه ۲، ۱۰/۰۹ درصد به تفرج گسترده طبقه ۲، ۸۹/۷۴ درصد نامناسب برای تفرج اختصاص یافت. آنگسا و همکاران (۲۰۲۲) در حوضه آبخیز دریاچه وانچی در ارتفاعات مرکزی اتیوپی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و تحلیل سلسله‌مراتبی به بررسی پتانسیل اکوتوریسمی منطقه پرداختند. نتایج نشان داد که پنج منطقه مدیریتی کلیدی، یعنی منطقه حفاظت شده ۱۱/۵ درصد، مناطق چند منظوره ۳۳ درصد، منطقه استفاده پایدار ۱۳ درصد، منطقه کاربری خاص ۳۵/۷۵ درصد و منطقه توانبخشی ۶/۷ درصد شناسایی شد؛ که برای حفظ پایداری محیط زیست محلی و شرایط زندگی ساکنان براساس پتانسیل اکوتوریسمی باید برنامه‌ریزی مناطق صورت گیرد. آنسیی و

با استفاده از سه الگوریتم ناپارامتریک شبکه عصبی مصنوعی، جنگل تصادفی و ماشین‌بردار پشتیبان انجام شد.

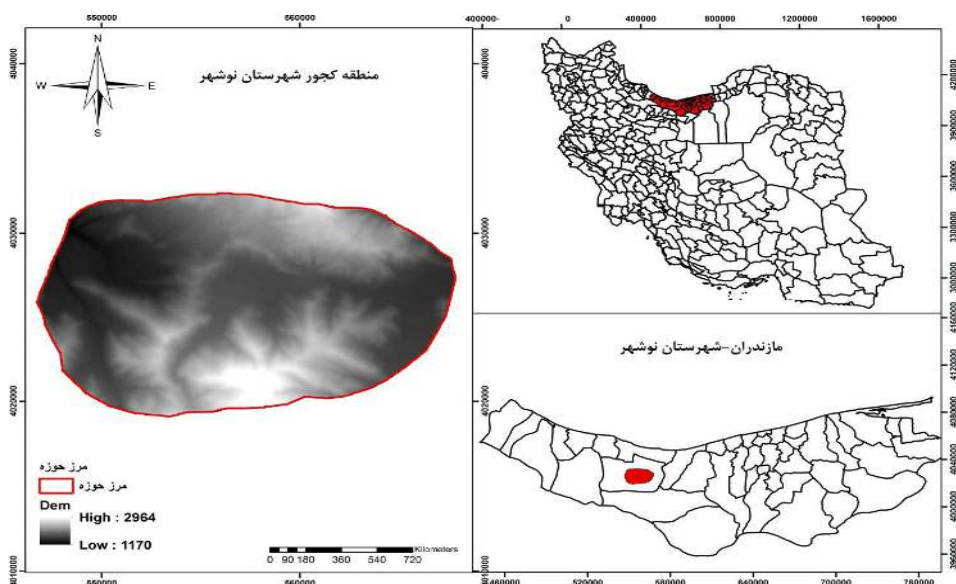
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر در بخش‌هایی از مراتع ییلاقی شهرستان نوشهر با مختصات جغرافیایی $36^{\circ}16'29''$ تا $36^{\circ}27'04''$ عرض شمالی و $51^{\circ}32'18''$ تا $51^{\circ}51'13/5''$ طول شرقی در غرب استان مازندران و با مساحت ۲۲۲۱۰ هکتار، ارتفاع متوسط ۲۳۰۰ متر از سطح دریا، اقلیم نیمه‌مرطوب سرد، درجه حرارت متوسط سالانه $7/43$ درجه سانتی‌گراد، بارندگی متوسط سالانه ۶۰۰ میلی‌متر و شیب $21/8$ درصد در جهت شمال شرقی انجام شده است (۱۲). مناطق مورد پژوهش شامل ۷ منطقه چناربن (سامان عرفی چناربن)، دشت لاشک و کهنه لاشک (سامان عرفی لاشک)، کجور، لرگان، اسلام آباد و پی ده (سامان عرفی کجور) است. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

همکاران (۲۰۲۲) در دریاچه‌های ملی آبجیاتا شالا پارک اتیوپی به شناسایی سایت‌های مناسب برای بوم‌گردی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی پرداختند. نتایج نشان داد که $65/48$ درصد برای توسعه بوم‌گردی مبتنی بر جامعه نامناسب است، در حالی که $5/1$ درصد از پارک برای توسعه بوم‌گردی مبتنی بر جامعه به دلیل تنوع زیستی متعدد و پوشش جنگلی بسیار مناسب است.

هر توسعه‌ای در مناطق طبیعی باید با طرح‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی مناسب صورت پذیرد؛ تا بتوان در کنار بهره‌برداری از منطقه، ارزش‌های طبیعی آن حفظ و به این وسیله به بهره‌برداری مستمر از این مناطق نایل شویم. از این‌رو بدون شناسایی توان واقعی زمین، شاهد از بین رفتن روزافزون منابع و افزایش فقر در میان ساکنان خواهیم بود. قسمت‌های مختلف زمین دارای قابلیت کاربری متفاوتی است (۲۸). با توجه به ارزش والای منابع طبیعی و جاذبه‌های گردشگری فراوان در مراتع ییلاقی غرب شهرستان نوشهر؛ پژوهش حاضر با هدف بررسی ارزیابی توان بوم‌گردی این مراتع و مدل‌سازی بین شاخص‌های مؤثر



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور ایران، استان مازندران و مراتع غرب استان

داده‌های مورد استفاده

در این مطالعه از نقشه‌های توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و نیز نقشه‌های پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، شبکه راه‌ها، شبکه هیدروگرافی موجود در اداره کل منابع طبیعی غرب استان مازندران استفاده شد. همچنین از داده‌ها و اطلاعات هواشناسی موجود در اداره کل هواشناسی استان مازندران و گزارشات موجود در اداره کل منابع طبیعی استان مازندران استفاده شد.

روش انجام پژوهش

به منظور تعیین پتانسیل طبیعت‌گردی مراتع بیلاقی منطقه از روش تجزیه و تحلیل سیستمی که متداول‌ترین روش شناسایی، ارزیابی و برنامه‌ریزی بهره‌وری سرزمین در ایران است، استفاده شد. در مرحله اول شناسایی منابع بوم‌شناختی شامل منابع فیزیکی (شیب، جهت، ارتفاع و خاک)، منابع زیستی (پوشش گیاهی) و منابع محیطی شامل منابع آبی، مسیرهای دسترسی، سنگ‌شناسی، عوامل محدودکننده (فاصله تا گسل و دکل برق فشار قوی) و فاصله تا شهر انجام شد. نقشه شیب، جهت و ارتفاع با استفاده از نقشه توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شد و با روی هم‌گذاری این سه نقشه، نقشه واحد شکل زمین به دست آمد. مرحله بعد شامل تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی منابع است که در این مرحله با روی هم‌گذاری نقشه شکل زمین با بقیه نقشه‌ها، نقشه واحدهای زیست‌محیطی تهیه شد. در مرحله سوم ارزیابی واحدهای زیست‌محیطی انجام گرفت و بر اساس ویژگی‌های مشخص شده، یکایک واحدها با الگوی بوم‌شناختی توریسم مخدوم (۲۴) مقایسه شد و در نهایت پتانسیل طبیعت‌گردی منطقه مورد مطالعه، تعیین شد.

مدل‌سازی توان بوم‌گردی: برای مدل‌سازی عوامل شیب، جهت، ارتفاع، خاک، پوشش گیاهی، منابع آبی، مسیرهای دسترسی، سنگ‌شناسی، فاصله تا گسل، دکل برق فشار قوی و فاصله از شهر به عنوان متغیرهای مستقل (ورودی) و توان بوم‌گردی هم به عنوان متغیر هدف (وابسته) استفاده شدند و با سه روش ذیل مدل‌سازی صورت گرفت.

-الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks -ANN)

مدل شبکه عصبی به طور گسترده‌ای از روش‌های یادگیری ماشین استفاده می‌شود و از سیستم عصبی مغز انسان و مجموعه عظیم واحدهای پردازش الهام گرفته شده است، که به عنوان یک سیستم جمعی کار می‌کند و مشکلات را حل می‌کند. این مدل‌ها، مانند سایر روش‌های هوش مصنوعی، می‌توانند روابط پیچیده و غیرخطی میان پدیده‌ها را ساده کنند. شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (Multi-Layer Perceptron: MLP) و تابع پایه شعاعی (Radial Basic Functions: RBF) (شبکه عصبی توابع اساسی شعاعی) از مهمترین الگوریتم‌های ANN است که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت زیرا قدرت کارایی بالایی در هنگام حل مشکلات دارند. شبکه عصبی شامل نورون‌هایی است که شامل لایه های ورودی، پنهان و خروجی است که با هم همخوانی دارند و در نهایت یک راه حل با حداقل خطا برای مسئله همگرایی می‌کنند (۱۷).

-الگوریتم جنگل تصادفی (Random Forest (RF))

اجرای مدل‌سازی به روش جنگل تصادفی و تعیین تعداد بهینه درختان ابتدا با ۱۰۰ درخت اولیه انجام شد. سپس با مشاهده نمودار تغییرات میزان مربعات خطا برای داده‌های آزمون و آموزش در جایی که با افزایش تعداد، روند افزایش مربعات خطا حالت ثابتی پیدا نمود به عنوان تعداد درخت بهینه انتخاب گردید. به منظور تعیین تعداد بهینه برآوردگرها (Predictors)

از جذر تعداد کل متغیرها استفاده شد (۲۶). برای تعیین تعداد برآوردکننده‌ها در هر گره از جذر کل تعداد متغیرهای مستقل مورد استفاده در مدل $2 \pm$ استفاده شد تا K یا تعداد برآوردکننده بهینه در هر گره، انتخاب گردد.

-الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine (SVM))

برای مدل‌سازی با الگوریتم ماشین بردار پشتیبان در این مطالعه از توابع پایه شعاعی (Radial Basis Function)، چندجمله‌ای (Polynomial) درجه دو و سه، سیگموئید (Sigmoid) و خطی (Linear) استفاده شد. در این روش مقدار گاما معمولاً از تقسیم یک بر تعداد متغیرهای مستقل که در اینجا تعداد باندهای اصلی و مصنوعی می‌باشد، بدست می‌آید. برای تعیین مقادیر بهینه ظرفیت و اپسیلون از اعتبارسنجی متقابل و جستجوی خودکار شبکه‌ای با

اعتبارسنجی ۱۰ قسمتی و تکرار ۱۰۰۰ بار استفاده گردید. مقدار ظرفیت از ۱ تا ۵۰ و مقدار اپسیلون از ۰/۱ تا ۰/۵ در نظر گرفته شد (۴۴).

اعتبارسنجی الگوریتم‌های ناپارامتریک

به منظور بررسی مدل‌ها ۷۰ درصد داده‌ها برای آموزش و ۳۰ درصد برای آزمون در نظر گرفته شد (۴۳). با استفاده از ضریب تبیین (R^2) (رابطه ۱)، درصد میانگین مجذور مربعات خطا (Root Mean Square of the Error) (رابطه ۲)، و درصد اریبی (BIAS%) (رابطه ۳)، اعتبار مدل‌های آماری مورد ارزیابی قرار گرفت.

در روابط فوق \bar{Y} مقدار برآورد شده، \bar{Y} میانگین برآورد شده و Y مقدار مشاهده شده، همچنین n تعداد مشاهدات (قطعات نمونه) و y_{oi} مقدار مشاهده نام، است.

نرم‌افزارهای مورد استفاده

به منظور تهیه، اصلاح و طبقه‌بندی نقشه‌ها، تلفیق و رویهم‌گذاری نقشه‌ها در فرآیند تعیین پتانسیل طبیعت-گردی منطقه از نرم‌افزار Arc GIS 10.8.2 استفاده و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در محیط Excel انجام شد.

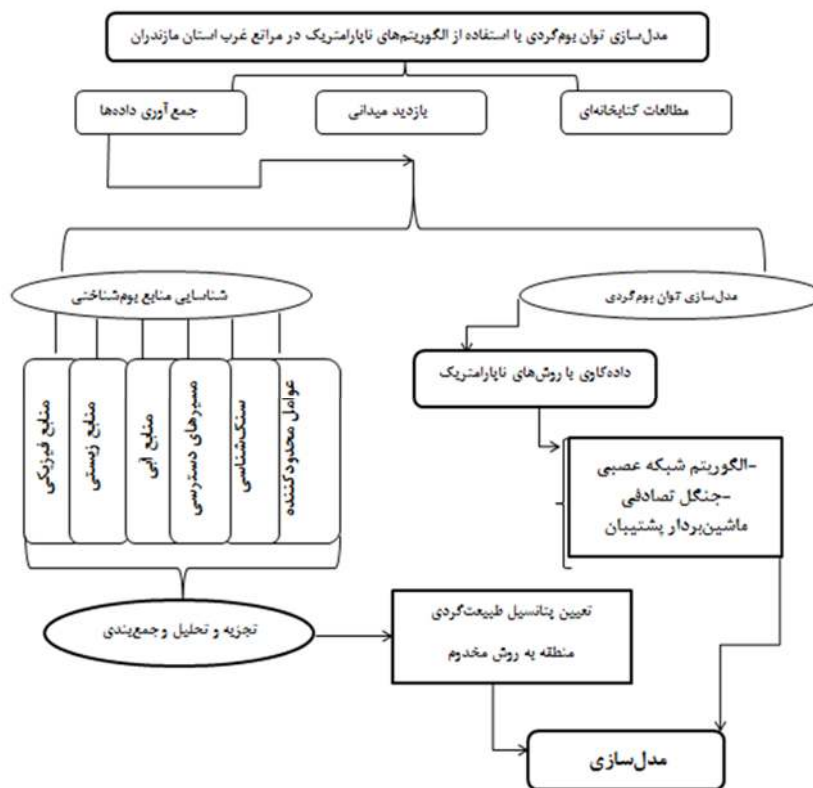
داده‌کاوی

مدل‌سازی با روش‌های داده‌کاوی الگوریتم شبکه‌های عصبی مصنوعی، جنگل تصادفی و ماشین‌بردار پشتیبان در نرم‌افزار STATISTICA انجام شد. در شکل (۲) شمای کلی از روش کار آورده شده است.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{oi} - \bar{y}_p)^2}{\sum_{i=1}^n (y_{oi} - \bar{y}_o)^2} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$RMSE\% = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2 / n}}{\bar{y}} \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$Bias\% = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i) / n}{\bar{y}} \times 100 \quad \text{رابطه (۳)}$$



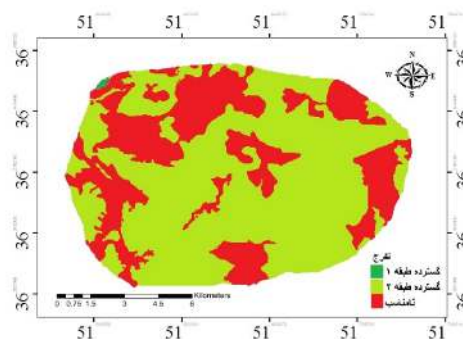
شکل ۲: شمای کلی از روش کار مدل‌سازی توان بوم‌گردی با استفاده از الگوریتم‌های ناپارامتریک

نتایج

- نتایج ارزیابی پتانسیل طبیعت‌گردی منطقه بر اساس مدل مخدوم

- نقشه تفرج اولیه

ویژگی هر یک از واحدهای نقشه یگان‌های زیست‌محیطی بر اساس معیارهای موجود در مدل مخدوم مورد ارزیابی قرار گرفت و نتیجه کار به صورت نقشه توان تفرجی در ۳ طبقه تهیه شد (شکل ۳). بر اساس نقشه تفرجی اولیه ۰/۶۱ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه دارای توان تفرج گسترده طبقه یک، ۶۵/۲۲ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۳۴/۱۷ درصد از منطقه نامناسب برای تفرج است.



شکل ۳: نقشه تفرج اولیه منطقه

با توجه به این نتایج بیشتر سطح منطقه دارای توان تفرجی گسترده طبقه دو با مساحت ۱۴۴۸۶/۹۵ هکتار (۶۵/۲۲ درصد) است (جدول ۱).

جدول ۱: مساحت طبقات تفرجی منطقه

ردیف	طبقات تفرج	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
۱	گسترده طبقه ۱	۲۲/۴۴	۰/۶۱
۲	گسترده طبقه ۲	۱۴۴۸۶/۹۵	۶۵/۲۲
۳	نامناسب	۷۵۹۰/۲۳	۳۴/۱۷

- نقشه تفرج نهایی

براساس نقشه تفرج نهایی، مرتع چنارین با مساحت ۲۹۲/۱۵ هکتار دارای توان تفرج گسترده طبقه دو است، در مرتع دشت‌لاشک با مساحت ۷۹/۷۴ هکتار است که ۴۶/۵۱ درصد از مرتع دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۵۳/۴۹

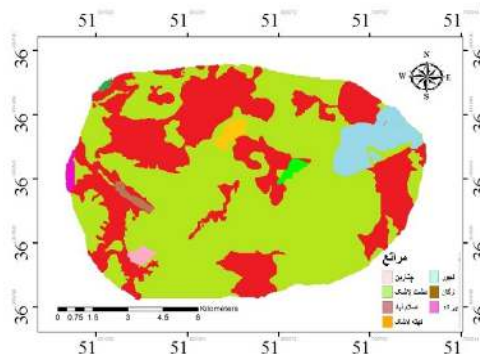
درصد نامناسب برای تفرج است، همچنین مرتع اسلام‌آباد با مساحت ۲۸/۸۷ هکتار است که ۷۵/۲ درصد آن دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۲۴/۹۸ درصد نامناسب برای تفرج است، طبق نقشه تفرج نهایی مرتع کهنه لاشک با مساحت ۱۲۸/۵۶ هکتار است که ۹۶/۱۹ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۳/۸۱ درصد نامناسب برای تفرج است، مرتع کجور دارای مساحت ۶۵۲/۷۳ هکتار است که ۸۷/۲۴ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۱۲/۷۶ درصد از مرتع نامناسب برای تفرج است، مرتع لرگان دارای مساحت ۵۱/۸۰ هکتار است که ۵۴/۱۲ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۸۷/۴۶ درصد نامناسب برای تفرج است، و مرتع پی‌ده با مساحت ۳۱/۹۱ هکتار است که ۵۷/۳۱ درصد دارای توان تفرج گسترده طبقه دو و ۴۲/۶۹ درصد برای تفرج نامناسب است (جدول ۲).

جدول ۲: مساحت طبقات تفرجی مراتع مورد پژوهش

منطقه (مرتع)	ردیف	طبقات تفرج	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
چنارین	۱	گسترده طبقه ۲	۲۹۲/۱۵	۱۰۰
	۱	گسترده طبقه ۲	۳۷/۰۸	۴۶/۵۱
دشت لاشک	۲	نامناسب	۴۲/۶۶	۵۳/۴۹
	۱	گسترده طبقه ۲	۲۱/۵۴	۷۵/۲
اسلام‌آباد	۲	نامناسب	۷/۱۲	۲۴/۹۸
	۱	گسترده طبقه ۲	۱۲۳/۶۶	۹۶/۱۹
کهنه- لاشک	۲	نامناسب	۴/۸۹	۳/۸۱
	۱	گسترده طبقه ۲	۵۶۹/۴۲	۸۷/۲۴
کجور	۲	نامناسب	۸۳/۳۱	۱۲/۷۶
	۱	گسترده طبقه ۲	۶/۴۹	۱۲/۵۴
لرگان	۲	نامناسب	۴۵/۳۰	۸۷/۴۶
	۱	گسترده طبقه ۲	۱۸/۲۸	۵۷/۳۱
پی‌ده	۲	نامناسب	۱۳/۶۲	۴۲/۶۹

در شکل (۴) نقشه تفرج نهایی به‌دست آمد. براساس نتیجه حاصل شده مراتع چنارین بیشترین و پی‌ده کمترین سطح تفرج را نشان می‌دهد.

-مدل سازی شاخص های مؤثر در ارزیابی توان بوم سازگان با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی
 نتایج حاصل از تحلیل شبکه عصبی نشان داد که الگوریتم MLP با داشتن دقت بالا و درصد میانگین مربعات خطای کمتر نسبت به الگوریتم RBF مدل مناسب تری است. بر اساس الگوریتم MLP با مجذور میانگین مربعات خطا ۹/۹۹ و اریبی ۰/۰۲ درصد برآورد بهتری در منطقه مورد پژوهش داشت (جدول ۳).



شکل ۴: نقشه تفرج نهایی منطقه

جدول ۳: مدل سازی شاخص های مؤثر در ارزیابی توان بوم سازگان با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی

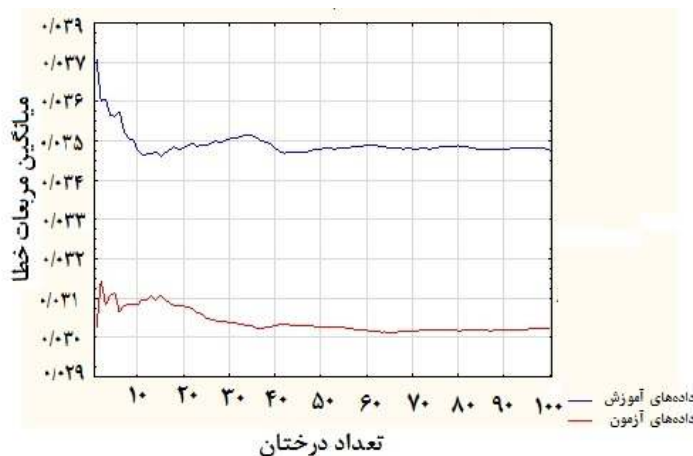
الگوریتم	نام شبکه	R2	RMSE%	BIAS%
پرسترون چند لایه (۱-۱-۸-MLP)	BFGS 1	۰/۹۴	۹/۹۹	۰/۰۲

شکل (۵) نمودار تفسیر میانگین مربعات خطای داده های آموزش و آزمون در برابر تعداد درختان برای کاربری های را نشان می دهد. نقطه ای که با افزایش تعداد درختان تغییری در کاهش میزان میانگین مربعات خطای آموزش و آزمون مشاهده نمی شود، به عنوان تعداد درخت بهینه انتخاب شد. با بررسی شکل (۴) مشخص شد میزان تغییرات مربعات خطا در نقطه تقریبی ۵۰ درخت برای داده های آموزش و آزمون روند ثابتی پیدا می کند، به همین دلیل تعداد مذکور درخت به عنوان تعداد درخت بهینه انتخاب شد.

-مدل سازی شاخص های مؤثر در ارزیابی توان بوم سازگان با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی
 جدول ۴ نتایج ارزیابی حاصل از الگوریتم جنگل تصادفی با تعداد برآورد کننده های مختلف در برآورد را نشان می دهد. نتایج نشان داد که با تعداد ۵ برآوردگر دارای کمترین مقدار درصد مجذور میانگین مربعات خطا است.

جدول ۴: ارزیابی داده های آزمون با الگوریتم جنگل تصادفی

تعداد برآوردگر	R ²	RMSE%	BIAS%
۵	۰/۷۵	۹/۹۶	۱/۳۴



شکل ۵: نمودار روند تغییرات میانگین مربعات خطا در برآورد مشخصه ارزیابی توان کاربری های مختلف

با توجه به انتخاب مناسب‌ترین مدل از بین روش‌های مدل‌سازی داده‌های ماهواره‌ای، متغیرهایی را که به ترتیب بیشترین تأثیر را در مدل‌سازی داشتند در جدول (۵) آورده شد.

جدول ۵: اهمیت متغیرهای مؤثر در مدل‌سازی

Variable	Variable Rank	Importance
منبع آب	۱/۰۰	۱۰۰
دکل برق فشار قوی	۰/۶۵	۶۵
سنگ‌شناسی	۰/۵۸	۵۸
ارتفاع	۰/۵۲	۵۲
جهت	۰/۴۹	۵۰
پوشش گیاهی	۰/۴۹	۴۹
زمین‌شناسی	۰/۴۹	۴۹

مدل‌سازی شاخص‌های مؤثر در ارزیابی توان بوم‌سازگان با استفاده از الگوریتم ماشین‌بردار پشتیبان

نتایج به‌دست آمده از الگوریتم ماشین‌بردار پشتیبان برای برآورد مشخصه مورد بررسی نشان داد در کرنل‌های (معیارها) مختلف میزان ظرفیت (۱۰)، اپسیلون (۰/۱) و گاما (۰/۰۱) یکسان و کرنل پایه شعاعی دارای بیشترین مقدار ضریب تبیین (۰/۹۳) و کمترین میزان درصد مجذور مربعات خطا و اریبی است (جدول ۶).

جدول ۶: ارزیابی داده‌های آزمون با الگوریتم ماشین‌بردار پشتیبان

BIAS%	RMSE%	R ²	نوع کرنل	گاما	اپسیلون	ظرفیت
۱۶/۸۳	۸/۳۱	۰/۵۰	خطی چندجمله‌ای			
۱۸/۱۹	۸/۱۸	۰/۹۳	پایه شعاعی	۰/۰۱	۰/۱	۱۰
۱۸/۶۷	۸/۱۳	۰/۳۷	سیگموئید			
۱۱/۸۱	۸/۸۳	۰/۷۴	خطی			

۸ لایه ورودی، ۱۰ لایه پنهان و یک لایه خروجی در مدل‌سازی و $R^2=0/93$ ، $RMSE\%=9/99$ و $BIAS\%=0/02$ انتخاب و نتایج آن در جدول ۷ آورده شده است. با توجه به نتایج الگوریتم جنگل تصادفی نیز عامل آب بیشترین تأثیر (۱/۰۰) را در ارزیابی توان بوم‌سازگانی منطقه دارد.

مدل‌سازی شاخص‌های مؤثر در ارزیابی توان بوم‌سازگان با استفاده از الگوریتم‌های ناپارامتریک داده‌کاوی

بر اساس مقدار ضریب تبیین، مناسب‌ترین مدل از بین سه الگوریتم مختلف شبکه عصبی مصنوعی، جنگل تصادفی و ماشین‌بردار پشتیبان، مدل شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم BFGS (بهینه‌سازی با روش شبه نیوتنی) با شبکه ۱-۱۰-۱ MLP (شبکه عصبی پرسپترون چند لایه) با تعداد

جدول ۷: نتایج اعتبار سنجی مدل‌سازی ناپارامتریک

الگوریتم ناپارامتریک								
ماشین‌بردار پشتیبان			جنگل تصادفی			شبکه عصبی مصنوعی		
BIAS%	RMSE%	R ²	BIAS%	RMSE%	R ²	BIAS%	RMSE%	R ²
۱۸/۱۹	۸/۱۸	۰/۹۳	۱/۳۴	۹/۹۶	۰/۷۵	۰/۰۲	۹/۹۹	۰/۹۴
الگوریتم پایه شعاعی			جنگل تصادفی			پرسپترون چند لایه (MLP-۸-۱۰-۱)		
گاما	اپسیلون	ظرفیت	منبع آب			BFGS 1		
۰/۰۱	۰/۱	۱۰	۱/۰۰					

همکاران (۲۰۲۲)، نعمت‌اللهی و همکاران (۲۰۲۲) و عبداللهی و همکاران (۲۰۲۲) است که برای ارزیابی بوم‌گردی در مراتع کوهستانی در میان خراسان جنوبی، بخش مرکزی رشته کوه‌های زاگرس و حوضه آبخیز دریاچه وانچی در ارتفاعات مرکزی اتیوپی از (GIS) استفاده شد. در

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر روند ارزیابی توان بوم‌گردی با روش مخدوم مطابق با مطالعات طالبی و همکاران (۲۰۲۱)، رضایی و همکاران (۲۰۱۷) و ایلدرمی و همکاران (۲۰۱۶) انجام گرفت. نتایج مطالعه حاضر مشابه مطالعات آنگسا و

این منطقه به علت بیلاقی بودن منطقه، برای تهیه نقشه شکل زمین، نقشه شیب، جهت و ارتفاع استفاده شد. شیب‌های تند باعث محدودیت فعالیت‌های تفریحی است بنابراین شیب یکی از عوامل محدودکننده بوم‌گردی معرفی شد (۲۴). همچنین خطر فرسایش در این مناطق بسیار بیشتر از دامنه‌های کم شیب است. نتایج معیار توپوگرافی نشان داد که از نظر شیب تنها ۱۱/۳۴ درصد در طبقه شیب بیش از ۵۰ درصد و ۸۸/۶۶ درصد از سطح منطقه در طبقه‌های صفر تا ۵۰ درصد (طبق مدل مخدوم شیب مناسب برای همه فعالیت‌های تفریحی تا ۵۰ درصد است) قرار گرفت است. بنابراین می‌توان گفت منطقه مورد مطالعه از نظر شیب برای تفرج گسترده در شرایط مناسبی قرار دارد. بسیاری از محققان شیب را عامل مهمی در قابلیت‌سنجی یک منطقه جهت تفرج و بوم‌گردی بیان کردند. عبداللهی و همکاران (۲۰۲۲)، آنگسا و همکاران (۲۰۲۲)، رضایی و همکاران (۲۰۱۷) ولی در مقابل این محققین طالبی و همکاران (۲۰۲۱)، فرازمنند و همکاران (۲۰۱۹)؛ محمودخانی (۲۰۱۸) و ایلدرمی و همکاران (۲۰۱۶) شیب را عامل محدود کننده تفرج منطقه مورد مطالعه‌شان بیان کردند که دلیل این اختلاف می‌تواند در نتیجه اختلاف در طبقه‌بندی معیار توپوگرافی باشد. مهمترین اثر جهت شیب در میزان بازیافت نور خورشید و اثرات ناشی از آن و از جمله پیدایش اقلیم محلی یا موضعی است، جهت‌های شمالی و شرقی برای تفرج تابستانه و جهت‌های جنوبی و غربی برای تفرج زمستانه مناسب هستند (۲۴). در منطقه مورد مطالعه هر چهار جهت به صورت تقریباً برابر مشاهده شده که نشان دهنده این است منطقه هم از نظر تفرج تابستانه و هم از نظر تفرج زمستانه مناسب است. عبداللهی و همکاران (۲۰۲۲)، طالبی و همکاران (۲۰۲۱) و کوماری و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که جهات شیب از جمله عوامل موثر در فرایند ارزیابی بوم‌گردی می‌باشد. ارتفاع در منطقه نیز به عنوان یکی از ابعاد مهم جاذبه است و چشم اندازها و جاذبه‌های طبیعی، تحت تاثیر آن شکل می‌گیرد (۱۸). نتایج مطالعه در منطقه نشان می‌دهد منطقه در محدوده ارتفاعی ۱۱۷۰ تا ۲۵۷۰ متر از سطح دریا قرار دارد بنابراین منطقه دارای تنوع ارتفاعی است. یافته‌های این تحقیق با نتایج عبداللهی و

همکاران (۲۰۲۲)، طالبی و همکاران (۲۰۲۱)، فرازمنند و همکاران (۲۰۱۹)، سلجیگ و همکاران (۲۰۱۹) و رضایی و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. یکی از عوامل مهم در جذب گردشگران سرسبزی محیط و پوشش گیاهی است. در این مطالعه نیز پوشش گیاهی به عنوان یک عامل مهم در ارزیابی توان بوم‌گردی منطقه به کار گرفته شد. نتایج بررسی پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که حدود ۳۲/۶۶ درصد شامل اراضی زراعی و باغ است که باعث نامناسب بودن منطقه برای تفرج است و ۶۷/۳۴ درصد از سطح منطقه دارای پوشش جنگل و مرتع با تراکم تاج-پوشش بین ۵ تا ۵۰ درصد برای تفرج گسترده طبقه یک و دو مناسب است. در مطالعات آنسیبی و همکاران (۲۰۲۲)، آنگسا و همکاران (۲۰۲۲)، طالبی و همکاران (۲۰۲۱) و سلجیگ و همکاران (۲۰۱۹) پوشش گیاهی از عوامل مهم در جذابیت و زیبایی منظره هستند و دلیل تطابق آن این است که، اکثر مناطق مناسب تفرج در مناطق جنگلی و مرتعی قرار گرفته‌اند که برای این مناطق برنامه‌ریزی تفرجی می‌تواند در نظر گرفته شود؛ اما در مطالعات عبداللهی و همکاران (۲۰۲۲)، فرازمنند و همکاران (۲۰۱۹) و سنایی و همکاران (۲۰۱۴) پوشش گیاهی از عوامل محدود کننده تفرج بیان شد که دلیل این اختلاف، دسترسی بیشتر و دخالت افراد به شیوه‌های مختلف (چرای مفرط، چرای زودرس، شخم و تبدیل مراتع) که مورد تخریب انسان و دام قرار گرفته و باعث کاهش درصد پوشش گیاهی گونه‌های دارای ارزش جاذبه‌ای و هجوم گونه‌های مهاجم و خاردار به منطقه شده و از لحاظ مرتعی، چشم‌انداز چندان سرسبزی را ندارند. خاک بستر بسیاری از جاذبه‌های پوشش گیاهی و دیگر جاذبه‌های موجود در مراتع است (۳۳). خاک‌هایی با بافت لومی و رسی لومی با زهکشی کامل و عمیق مناسب‌ترین خاک‌ها برای تفرج است (۲۴). براساس نتایج، ۷۰/۷۹ درصد از سطح منطقه مورد مطالعه دارای خاک مناسب برای تفرج و ۲۹/۲۱ درصد دارای خاک متوسط تا نیمه سنگین است بنابراین در منطقه مورد مطالعه محدودیتی در بافت خاک برای بوم‌گردی وجود ندارد. یافته‌های این تحقیق با نتایج سیروسی و همکاران (۲۰۱۹)، محمودخانی (۲۰۱۸)، رضایی و همکاران (۲۰۱۷) و سنایی و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد اما در مقابل عبداللهی و

گردشگران نشود. گسل‌ها و دکل برق فشار قوی از جمله عوامل محدود کننده در منطقه هستند. گسل‌ها باعث ناپایداری در زمین می‌شوند لذا باید سعی شود این مناطق از گسل و دکل برق فشار قوی فاصله لازم را داشته باشند؛ بنابراین در این مطالعه پس از شناسایی گسل‌ها و دکل‌های برق فشار قوی در منطقه و با توجه به شرایط موجود در منطقه فاصله از این عوامل محدود کننده در چهار طبقه قرار گرفتند مناطقی با بیشترین فاصله تا گسل و دکل برق فشار قوی در طبقه بالاتر و فاصله کمتر تا گسل و دکل برق فشار قوی در طبقه پایین‌تر قرار گرفتند. یافته‌های این تحقیق با نتایج سیروسی و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد. براساس نظر کارشناسان این حوزه در ارزیابی توان منطقه برای بوم‌گردی سنگ آهک بهتر از سایر سنگ‌ها است. با توجه به نتایج این مطالعه ۵۸/۴۸ درصد از سنگ‌های منطقه از سنگ آهک هستند و به طور کلی می‌توان بیان کرد فاکتور سنگ‌شناسی در منطقه مورد مطالعه باعث ایجاد محدودیت نشد. در مطالعات مانسینی و همکاران (۲۰۲۲) و سیروسی و همکاران (۲۰۱۹) نیز به اهمیت سنگ‌شناسی منطقه پرداخته شد. نتیجه مدل‌سازی شاخص‌های مؤثر در ارزیابی توان بوم‌سازگان با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی با تعداد ۵ برآوردگر نشان داد با مقدار ضریب تبیین (۰/۷۵) حاصل شده و درصد مجذور میانگین مربعات خطا (۹/۹۶٪) میزان درصد تغییرات مربعات خطا در نقطه تقریبی ۵۰ درخت برای داده‌های آموزش و آزمون روند ثابتی پیدا می‌کند، به همین دلیل تعداد مذکور درخت به‌عنوان تعداد درخت بهینه انتخاب شد. در مطالعات شی (۲۰۲۲) نیز از الگوریتم جنگل تصادفی برای برنامه‌ریزی مسیر شخصی بوم‌گردی روستایی استفاده شد و نشان داد که الگوریتم جنگل تصادفی یک راه‌حل تقریبی و سریع است که می‌تواند داده‌های بزرگ و پیچیده را مدیریت کند اما به اندازه الگوریتم سنتی دقیق نیست. فان و لو (۲۰۲۲) نیز در مطالعات خود از الگوریتم جنگل تصادفی برای تجزیه تحلیل خوشه‌بندی داده‌های گردشگری به این نتیجه دست یافتند که این روش در مقایسه با روش‌های سنتی، برآزش و اثر پیش‌بینی بهتری دارد. نتایج به‌دست آمده از مدل‌سازی با الگوریتم ماشین‌بردار پشتیبان نیز نشان داد در مقایسه کرنل‌های مختلف ضریب تبیین (۰/۹۳) برای کرنل پایه

همکاران (۲۰۲۲) و طالبی و همکاران (۲۰۲۱) بافت خاک را از عوامل محدود کننده در منطقه مورد مطالعه‌اشان بیان کردند که دلیل این اختلاف کم عمق بودن خاک، نامناسب بودن بافت خاک، حاصلخیزی کم و سنگریزه عنوان شد و از آنجایی که خاکی حساس به فرسایش باشد در اثر تردد گردشگران، مشکلات فرسایشی بیشتری ایجاد خواهد کرد در نتیجه باعث ایجاد محدودیت برای کاربری بوم‌گردی در منطقه بیان شد. منابع آب اعم از رودخانه‌ها و چشمه‌ها خود یکی از منابع جاذبه ای در مراتع هستند و عامل مهمی در جذب گردشگران می‌باشند (۳۴). در واقع بدون دسترسی به منابع آب سالم نمی‌توان انتظار داشت گردشگران از جاذبه‌های یک منطقه استفاده کرد (۳۷). نتایج مطالعات در منطقه مورد مطالعه نشان داد فاصله از منابع آبی یکی از عوامل کلیدی در ارزیابی توان بوم‌گردی است که با مطالعات عبداللهی و همکاران (۲۰۲۲)، فرازمنند و همکاران (۲۰۱۹) و سنایی و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد که دلیل این تطابق، کوهستانی بودن منطقه و در نتیجه دارای منابع آب (چشمه‌های طبیعی) فراوان با پراکنش مناسب می‌باشد. دسترسی به منطقه یکی دیگر از مهمترین فاکتورها در افزایش تناسب گردشگری یک منطقه است (۲۲). مسیرهای دسترسی در برنامه ریزی بوم‌گردی و تقاضای تفریحی یک منطقه حائز اهمیت است. نتایج این تحقیق نیز نشان داد که جاده و مسیرهای دسترسی یکی از عوامل مهم در ارزیابی توان بوم‌گردی است. اما در مقابل رضایی و همکاران (۲۰۱۷) و سنایی و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقات خود به این نتیجه دست یافتند که به علت وجود جاده خاکی نامناسب، شبکه دسترسی نامناسب، جاده و مسیرهای دسترسی جزء عوامل محدود کننده در مناطق مورد مطالعه ایشان است. در این مطالعه فاصله از مناطق مسکونی عامل مؤثری در ارزیابی قابلیت بوم‌گردی بوده است و مناطقی که دارای فاصله کمتری از مناطق مسکونی بودند در طبقات بالاتر قرار گرفتند. نتایج این تحقیق در راستای مطالعات عبداللهی و همکاران (۲۰۲۲)، طالبی و همکاران (۲۰۲۱) و فرازمنند و همکاران (۲۰۱۹) است که بیان کردند، حفظ فاصله مناسب از مناطق مسکونی به منظور توسعه فیزیکی منطقه برای تفرج از قبیل اردو زدن، کمپینگ، پیکنیک مدنظر قرار گیرد تا منجر به نارضایتی مردم محلی از حضور

در راستای نتایج حاصل از پژوهش حاضر در نظر گرفتن بوم‌گردی در مراتع به عنوان یک معیشت جایگزین می‌تواند به افزایش بهره‌وری از این اراضی کمک کند؛ لذا باید به عوامل محیطی و بوم‌شناختی و ارزیابی توان و قابلیت بوم‌گردی توجه کرد؛ زیرا عدم توجه می‌تواند منجر به هدر رفت منابع و تخریب سرزمین شود. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد علاوه بر روش‌های رایج مورد استفاده در ارزیابی بوم‌گردی، مدل‌سازی با استفاده از الگوریتم‌های ناپارامتریک می‌تواند در این زمینه به عنوان یک روش مبتنی بر ماشین و دارای قابلیت تعمیم اطلاعات و پیش‌بینی داده‌های جدید استفاده شود. همچنین روش شبکه عصبی به دلیل قابلیت این روش در مدل‌سازی و روابط غیر خطی بین متغیرها و پدیده‌ها می‌تواند به عنوان یک روش برای ارزیابی سریع و آرایه مدل ارزیابی بوم‌گردی برای هر منطقه استفاده شود. طبق نتایج به دست آمده از پژوهش، می‌توان پیشنهاد کرد که سازمان‌های تأثیرگذار و تصمیم‌گیرنده در روند رشد و توسعه بوم‌گردی در کشور، برای رسیدن به مدل برنامه‌ریزی و مدیریت مناسب، از روش‌های به کار رفته در این تحقیق برای مراتع دیگر استفاده کنند و بر اساس نتایج، برنامه‌های مدیریتی مناسبی را با هدف توسعه بوم‌گردی در کشور فراهم نمایند. با توجه به اهمیت بوم‌گردی در مراتع، توسعه بوم‌گردی در مراتع و افزایش درآمد حاصل از آن در طول سال باعث کاهش وابستگی خانوارهای مرتع‌دار به مراتع می‌شود؛ لذا توسعه و تنوع بوم‌گردی مراتع مورد توجه قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود در صورت مناسب بودن منطقه، با سرمایه‌گذاری مناسب باعث جذب گردشگران به این مناطق شویم.

شعاعی دارای بیشترین مقدار است. نتایج مدل‌سازی شاخص‌های مؤثر در ارزیابی توان بوم‌سازگان منطقه با استفاده از الگوریتم‌های ناپارامتریک نشان داد مدل شبکه عصبی مصنوعی $R^2=0/94$ و $RMSE\%=9/99$ بیشترین دقت را دارد. همچنین از میان فاکتورهای مورد بررسی در مدل‌سازی با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی عامل آب بیشترین تأثیر (۱۰۰ درصد) را در ارزیابی توان بوم‌سازگانی منطقه مورد پژوهش نشان داد. نتیجه حاصل شده با پژوهش طالبی و همکاران (۱۴۰۰) همخوانی دارد. بر اساس مطالعه ایشان نیز شبکه عصبی RBF یک شبکه عصبی پیشخور جدید است که با دقت ۰/۹۸ درصد در ارزیابی توان بوم‌سازگان جنگلی بهترین عملکرد را دارد. همچنین در مطالعه کان و لی (۲۰۲۱) و لی و چنگ (۲۰۲۲) شبکه عصبی مصنوعی یک روش جدید برای ارزیابی منطقی منابع بوم‌گردی معرفی شد که با دقت بالا (۰/۹۹ درصد) در کشف منابع بالقوه بوم‌گردی شناخته شده است. همچنین اذعان داشتند شبکه عصبی مصنوعی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک تکاملی چند گونه‌ای می‌تواند برای ارزیابی جامع منابع بوم‌گردی فعلی مفید باشد و برای برنامه‌ریزی کلی توسعه منابع بوم‌گردی اهمیت علمی دارد. شی تینگ (۲۰۱۴) در پژوهشی نشان داد مجموعه شبکه‌های عصبی به طور قابل توجهی دقت پیش‌بینی را نسبت به روش‌های آماری سنتی و روش‌های یادگیری ماشین سنتی از جمله شبکه عصبی پس انتشار تک (BP) (Back-Propagation) بهبود می‌بخشد چنین روشی انتخاب بهتری را برای مدل‌سازی پیش‌بینی دقیقتر تقاضای گردشگری چین فراهم می‌کند.

References

1. Abdullahi, V., H. Arzani & J. Motamedi, 2022. Evaluation of the capability of mountain pastures in South Khorasan for nature tourism exploitation. Rangeland and Watershed, Iranian Journal of Natural Resources, 75(2): 283-298.
2. Admasu, S., 2020. Ecotourism as a tool to substantially funding conservation endeavors in Ethiopia. Journal Tourism Hospit, 9(3): 432 p.
3. Amiri, F. & H. Arzani., 2018. Merit model for the use of medicinal and industrial plants in the pastures of Qara-Agach, Semiram. Rangeland and Watershed, Journal of Natural Resources of Iran, 72(1): 15-28.
4. Aneseyee, B. A., A. Abebaw & B. Tesfaye Haile, 2022. Identification of suitable sites for the community-based ecotourism developments in Abijiata-Shalla Lakes National Park, Ethiopia. Remote Sensing Applications, Society and Environment, 26: 100750.

5. Angessa, A. T., B. Lemma, K. Yeshitela & M. Endrias, 2022. Community perceptions towards the impacts of ecotourism development in the central highlands of Ethiopia: the case of Lake Wanchi and its adjacent landscapes. *Heliyon*, 8(2): e08924.
6. Ariapour, A., M. Hadidi, E. Karami, G. Kheradmand & M. Godarzi, 2017. Integrated ecotourism modeling using AHP and GIS in Venaii, Boroujerd, Lorestan Province. *Journal of Rangeland*, 10(3): 328-347.
7. Bricker, K., 2016. Travel and tourism research association: advancing tourism research globally. In *The International Ecotourism Society (Eds), Ecotourism Outlook 2015*. The International Ecotourism Society, Retrieved from https://scholarworks.umass.edu/ttra/2015marketing/White_Papers/4.
8. Bunruamkaew, K. & Y. Murayam, 2011. Site suitability evaluation for ecotourism using GIS & AHP: A case study of Surat Thani Province, Thailand. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 21:269-278.
9. Chaaban, F., H. Darwishe, Y. Battiau-Queney, B. Louche, E. Masson, J. El Khattabi & E. Carlier, 2012. Geographical information system approach for environmental management in coastal area. *Journal of Environmental Earth Sciences* 65: 183–193.
10. Comino, E., M. Bottero, S. Pomarico & M. Rosso, 2014. Land Use Policy exploring the environmental value of ecosystem services for a river basin through a spatial multicriteria Environ Monit Assess. *Land Use Policy*, 36:381–395.
11. Das, M. & B. Chatterjee., 2015. Ecotourism: A panacea or a predicament?. *Tourism Management Perspectives*, 14(1): 3–16.
12. Detailed-executive studies of Kojour Nowshahr, (2011). General Department of Natural Resources of Mazandaran Province Nowshahr, 104 p.
13. Fan, Z. & L. Lu., 2022. Tourism Data Clustering Analysis Based on Random Forest Algorithm. In *2022 IEEE Asia-Pacific Conference on Image Processing, Electronics and Computers (IPEC)*, 1211-1214.
14. Farajzadeh Asl, M. & R. Karimpanah., 2008. Analysis of suitable areas for ecotourism development in Kurdistan Province using GIS. *Journal of Natural Geographical Research*, 65: 33-50.
15. Farazmand, A., H. Arzani, S.A. Javadi & A. Sandgol, 2018. Investigating the suitability of Jellisland pastures for tourism and recreation. *Scientific Quarterly Journal of Pasture and Desert Research in Iran*, 26(1): 187-200.
16. Hajarian, A., 2021. Examining the challenges and obstacles of rangeland ecotourism from the point of view of experts and stakeholders (a case study of rural rangelands in the cities of Isfahan province. *Rangeland and Watershed, Journal of Natural Resources of Iran*, 74(3): 513-527.
17. Hamidi, S. K., E.K. Zenner, M. Bayat & A. Fallah, 2021. Analysis of plot-level volume increment models developed from machine learning methods applied to an uneven-aged mixed forest. *Annals of Forest Science*, 78(1): 1-16.
18. Ildoromi, A., A. Dall Oghli & M. Ghorbani, 2016. Evaluation of the ecological and ecotourism capability of Lashgardar protected area in Malayer. *Geographic Space*, 16(54): 325-347.
19. Kan, X. & L. Li., 2021. Comprehensive evaluation of tourism resources based on multispecies evolutionary genetic algorithm-enabled neural networks. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2021.
20. Kumari, S., M.D. Behera & H.R. Tewari, 2010. Identification of potential ecotourism sites in West District, Sikkim using geospatial tools. *Tropical Ecology*, 51 (1): 75-85.
21. Li, G. & J. Chen., 2022. Research on Tourism Resource Evaluation Based on Artificial Intelligence Neural Network Model. *Advances in Meteorology*.
22. Mahdavi, A., M. Niknejad & O. Karami, 2015. A fuzzy multi-criteria decision method for ecotourism development locating. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 13 (3): 221-236.
23. Mahmoudkhani, M., B. Majnounian, M. Makhdoom & A. Abdi, 2017. Tourist use of Mal-Ro road network in Patam sector as a sidewalk. *Human and Environment Quarterly*.
24. Makhdoom, M., 2010. *The Foundation of Land Planning*. Publication of Tehran University, 289p. (In Persian).
25. Mancini, M. S., D. Barioni, C. Danelutti, A. Barnias, V. Bracanov, G.C. Pisce & A. Galli, 2022. Ecological Footprint and tourism: Development and sustainability monitoring of ecotourism packages in Mediterranean Protected Areas. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 100513.
26. Mohammadi, J., 2007. Investigating the possibility of estimating some quantitative characteristics of the forest in order to create a spatial forecasting model using satellite spectral data (study area: Loveh Gorgan oak forests). Master's thesis, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Faculty of Natural Resources (In Persian).
27. Nematollahi, S., S. Afghari, F. Kienast & S. Fakheran, 2022. Spatial Prioritization for Ecotourism through Applying the Landscape Resilience Model. *Land*, 11(10):1682.

28. Parvaresh, H., M. Dehghani & A. Nohegar, 2016. Comparison of physical survey method (geomorphology) and soil survey method to evaluate the ecological capacity of Nesa watershed in Hormozgan province. *Amayesh Sarzameen*, 2(2): 27-50.
29. Peng, C. & X. Wen., 1999. Recent applications of artificial neural networks in forest resource management: an overview. American Association for Artificial Intelligence (AAAI) Technical Report: WS-99-07, Available at: [<https://www.aaai.org/Papers/Workshops/1999/WS-99-07/WS99-07-003.pdf>].
30. Rezaei, M., H. Arzani, H. Azarnivand, K. Najafi Shabankar & R. Mahdavi Najafabadi, 2016. Assessing the ability of dry and semi-dry pastures for tourism use in Hormozgan. *Marta Scientific Research Journal*, 11(1):73-82.
31. Roseta, P., B.B. Sousa & L. Roseta, 2020. Determiners in the consumer's purchase decision process in ecotourism contexts: a Portuguese case study. *Geosciences*, 10(6): 224.
32. Salehi, M., H. Arzani, A. Tavali & M. Ghorbani, 2016. Investigating the potential of pasture for beekeeping using the Analytical Hierarchy (AHP) method. *Rangeland and Watershed, Journal of Natural Resources of Iran*, 70(3):711-722.
33. Senai, A., H. Arzani, & A. Tavali, 2013. Evaluating the ecotourism potential of Middle Taleghan region using geographic information system technique. *Marta Scientific Journal*, 8(3): 272-284.
34. Sharply, R., 2002. Rural tourism and the challenges of tourism diversification. *Tourism Management*, 23(3): 233-244.
35. Shi-Ting, L., 2014. Management of tourism resources and demand based on neural networks. In 2014 7th International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation ,348-351.
36. Siljeg, A., B. Cavric, S. Siljeg, I. Maric & M. Barada, 2019. Land suitability zoning for ecotourism planning and development of Dikgatlong Dam, Botswana. *Geographica Pannonica*, 23 (2): 76-86.
37. Sirousi, H., G. Heshmati, & A. Salman Mahini, 2018. Assessing the naturalization capability of pastures using a multi-criteria evaluation model based on fuzzy logic (study area: pastures of Jahan-nama protected area). *Iran Pasture and Desert Research Journal*, 26(2):367-378.
38. Stronza, A. L., C.A. Hunt & L.A. Fitzgerald, 2019. Ecotourism for conservation? *Annual Review of Environment and Resources*, 44(1): 229-253.
39. Talebi, M., B. Majnounian, M. Makhdoom, A. Abdi & M. Omid, 2021. Prediction of potential ecotourism areas with artificial neural network. *Environmental Research*, 12 (23): 55-66.
40. Tavakoli, M., M. Monavari, F. Farsad & M. Robati, 2022. Ecotourism spatial-time planning model using ecosystem approaches and landscape ecology. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(2): 1-14.
41. Terkenli, T. S. & A.M. d'Hautesserre., 2006. *Landscapes of a new cultural economy of space*. Dordrecht: Springer Netherlands.
42. Teshome, E., M. Astery & A. Worku, 2015. Community based ecotourism as a tool for biodiversity conservation in Wunania-Kosoye natural attraction site, Ethiopia. *Ethiopian Renaissance Journal of Social Sciences and the Humanities*, 2(1).
43. Tiryaki, S. & A. Aydin., 2014. An artificial neural network model for predicting compression strength of heat-treated woods and comparison with a multiple linear regression model. *Construction and Building Materials*, 62: 102-108.
44. Townsend, P.A., 2002. Estimating forest structure in wetlands using multitemporal SAR. *Remote Sensing of Environment*, 79(2): 288-304.
45. Vafakhah, M. & H. Saidian., 2015. Forecasting of runoff and sediment using neural network and multi regression in Aghajari Marls. *Journal of Range and Watershed Management*, 67(3): 487-499 (In Persian).
46. Wondirad, A., 2019. Does ecotourism contribute to sustainable destination development, or is it just a marketing hoax? Analyzing twenty-five years contested journey of ecotourism through a meta-analysis of tourism journal publications. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 24(11):1047-1065.
47. Xie, N., 2022. Personalized Route Planning of Rural Ecotourism Using Mobile Computing and Random Forest Algorithm. *Wireless Communications and Mobile Computing*.
48. Zacarias, D.A. & R. Loyola., 2017. How ecotourism affects human communities. In *Ecotourism's Promise and Peril*. Springer International Publishing, Rio de Janeiro, 133-151.
49. Ziegler, J., G. Araujo, J. Labaja, S. Snow, J.N. King, A. Ponzio & P. Dearden, 2021. Can ecotourism change community attitudes towards conservation?. *Oryx*, 55(4): 546-555.