ASPI | Afarand Scholarly Publishing Institute; Turkey
ISSN: 2538-4384; Geographical Researches. 2025;40(1):73-83. 10.58209/geores.40.1.73

Environmental Capability Assessment of the Arasbaran Forests for Ecotourism Development Using the Multi-Criteria Evaluation Model

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Aryanpooya M.[1] *MSc*
Pazhouhan I.[1]* *PhD*

How to cite this article
Aryanpooya M, Pazhouhan I. Environmental Capability Assessment of the Arasbaran Forests for Ecotourism Development Using the Multi-Criteria Evaluation Model. Geographical Researches. 2025;40(1):73-83.

[1]Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran

***Correspondence**
Address: Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, 4th km of Malayer–Arak Road, Malayer, Iran. Postal Code: 6574184621
Phone: +98 (81) 32457300
imanpazhouhan@gmail.com

Article History
Received: February 1, 2025
Accepted: March 10, 2025
ePublished: March 15, 2025

ABSTRACT

Aims The Arasbaran Protected Area, with over 65% forest cover and high biodiversity, is considered one of Iran's most valuable ecosystems. The accelerating degradation of this region highlights the urgent need for sustainable management and environmental assessment. This study aims to evaluate the ecological capability of the Arasbaran forests for ecotourism development, as a strategy to promote environmental conservation and enhance the livelihoods of local communities.

Methodology Initially, relevant indicators were identified using the Delphi method. The criterion maps were then digitized in a Geographic Information System (GIS) environment and normalized using fuzzy logic. By applying the Multi-Criteria Evaluation (MCE) model and Weighted Linear Combination (WLC), prioritization and zoning of the area were carried out with an ecotourism approach.

Findings The results indicated that the "physical environment" criterion had the highest importance with a weight of 0.579, followed by "environmental" (0.251) and "infrastructural" (0.168) criteria. Among the physical sub-criteria, slope (0.144), soil (0.136), and distance to rivers (0.135) had the highest weights. The distance to protected areas (0.522) was the most significant environmental sub-criterion. Within the infrastructural category, land use (0.41) and distance to villages (0.121) received the highest and lowest weights, respectively. Final zoning results showed that only 14% of the area was classified as "highly suitable", 23% as "moderately suitable", and 63% as unsuitable for ecotourism.

Conclusion Only a limited portion of the Arasbaran forests has a "highly suitable" capacity for ecotourism development, while more than half of the area lacks such potential. Physical and ecological criteria had the greatest influence in assessing the region's ecotourism potential.

Keywords Ecological Capability; Geographic Information System (GIS); Environmental Indicators; Arasbaran Protected Area

CITATION LINKS

[Abdollahi *et al.*, 2012] Surveying the recreational ...; [Ahmadi Sani *et al.*, 2011] Ecological possibility of ...; [Amiri *et al.*, 2015] A stratving spatial ...; [Baral *et al.*, 2021] An ecosystem services perspective ...; [Bhuiyan *et al.*, 2011] Ecotourism development in ...; [Cengiz *et al.*, 2020] A fuzzy AHP approach for ...; [Chandel *et al.*, 2023] Assessing sustainable ecotourism opportunities ...; [Chang, 1996] Applications of the extent analysis ...; [Das & Chatterjee, 2015] Ecotourism: A panacea or a ...; [DoE, 2020] Iran's protected areas database ...; [Eastman, 2006] IDRISI Andes ...; [Eastman, 2012] Manual for the IDRISI Selva Geographic ...; [Eskandari, 2013] Evaluation of outdoor recreation potential of Zarrin Abad forests in Neka based on Iranian ...; [Farrell & Marion, 2001] Identifying and assessing ecotourism visitor impacts at eight ...; [Hajarian *et al.*, 2016] Strategic criteria affecting the development of community-based ...; [Hernandez *et al.*, 2018] Ecotourism in a country rich in both biodiversity ...; [Khalili *et al.*, 2014] Assessment of ecotourism capability of Traditional Ghoori Ghale basin ...; [Malczewski., 1999] GIS and multicriteria ...; [Mobaraki & Eslami, 2016] Identification and analysis of the ...; [Mokhdoum *et al.*, 2001] Environmental assessment and planning ...; [Mozaffarian, 1996] A dictionary of Iranian ...; [Pir Mohammad *et al.*, 2011] Environmental capability evaluation appropriate ...; [Talebi *et al.*, 2021] Predicting of areas with ecotourism capability ...; [UNESCO, 2020] Arasbaran biosphere reserve ...; [Wickramasinghe, 2012] Ecotourism as a tool for sustainable ...; [Yasin & Woldemariam, 2023] GIS-based ecotourism potentiality ...; [Rasuly *et al.*, 2010] Detecting of Arasbaran forest changes ...; [Sahani, 2020] Application of analytical hierarchy ...; [Yekani Motlagh *et al.*, 2016] Impacts of ecotourism development in the Arasbaran ...; [Zarabi & Safarabadi, 2014] Assessment of sustainable ecotourism ...;

Copyright© 2025, the Authors | Publishing Rights, ASPI. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

ارزیابی توان محیط زیستی جنگل‌های ارسباران برای توسعه اکوتوریسم با استفاده از مدل ارزیابی چندمعیاره

مهدی آرین‌پویا MSc
گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
ایمان پژوهان* PhD
گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

چکیده
اهداف: منطقه حفاظت‌شده ارسباران با پوشش جنگلی بالغ بر ۶۵٪ و تنوع زیستی بالا، یکی از زیست‌بوم‌های ارزشمند ایران محسوب می‌شود. روند تخریب فزاینده آن، ضرورت مدیریت پایدار و ارزیابی محیط زیستی را نمایان ساخته است. هدف این پژوهش، ارزیابی توان محیط زیستی جنگل‌های ارسباران برای توسعه اکوتوریسم به عنوان راهبردی در راستای حفاظت محیط زیست و ارتقای معیشت جوامع محلی است.
روش‌شناسی: در ابتدا شاخص‌های موثر با روش دلفی شناسایی شدند. سپس نقشه‌های معیارها در محیط GIS رقومی‌سازی و به روش فازی نرمال‌سازی گردیدند. با بهره‌گیری از مدل ارزیابی چندمعیاره (MCE) و ترکیب خطی وزنی (WLC)، اولویت‌بندی و پهنه‌بندی منطقه با رویکرد اکوتوریسم انجام شد.
یافته‌ها: معیار «محیط فیزیکی» با وزن ۰/۵۷۹ بیشترین اهمیت را داشته، در حالی که معیارهای «محیط زیستی» (۰/۲۵۱) و «محیط زیربنایی» (۰/۱۶۸) در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. در میان زیرمعیارهای فیزیکی، شیب (۰/۱۴۴)، خاک (۰/۱۳۶) و فاصله تا رودخانه (۰/۱۳۵) دارای بالاترین وزن بودند. فاصله تا مناطق حفاظت‌شده (۰/۵۲۲) نیز مهم‌ترین زیرمعیار زیستی شناخته شد. در محیط زیربنایی، کاربری اراضی (۰/۴۱) و فاصله تا روستا (۰/۱۲۱) به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن را کسب کردند. پهنه‌بندی نهایی نشان داد که تنها ۱۴٪ منطقه در طبقه «کاملاً مناسب»، ۲۳٪ در طبقه «نسبتاً مناسب» و ۶۳٪ فاقد توان برای اکوتوریسم هستند.
نتیجه‌گیری: بخش محدودی از جنگل‌های ارسباران دارای توان «کاملاً مناسب» برای توسعه اکوتوریسم بوده و بیش از نیمی از منطقه فاقد توان اکوتوریسم هستند. معیارهای محیط فیزیکی و زیستی بیشترین تأثیر را در ارزیابی توان اکوتوریسم منطقه داشته‌اند.

کلیدواژگان: توان اکولوژیک، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، شاخص‌های زیست‌محیطی، منطقه حفاظت‌شده ارسباران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۰
*نویسنده مسئول: imanpazhouhan@gmail.com

مقدمه
در دهه‌های اخیر، افزایش فشارهای انسانی بر منابع طبیعی و روند نگران‌کننده تخریب زیست‌بوم‌ها، توجه برنامه‌ریزان و پژوهشگران را به یافتن شیوه‌هایی معطوف کرده است که ضمن بهره‌برداری اقتصادی از این منابع، پایداری بلندمدت آنها را تضمین نماید. در این میان، اکوتوریسم به عنوان یکی از شاخه‌های گردشگری پایدار، با تاکید بر بهره‌برداری مسئولانه از منابع طبیعی و فرهنگی، ارتقای آگاهی زیست‌محیطی، و مشارکت جوامع محلی، جایگاه ویژه‌ای در سیاست‌گذاری محیط زیستی و توسعه محلی یافته است [Cengiz *et al.*, 2020]؛ اکوتوریسم با ظرفیت بالای خود برای ایجاد اشتغال، حفظ تنوع زیستی و کاهش فشار بر منابع طبیعی، ابزاری موثر در تحقق توسعه پایدار به شمار می‌آید.

در این راستا، ارزیابی توان زیست‌محیطی مناطق مستعد اکوتوریسم، به‌ویژه نواحی جنگلی با ارزش اکولوژیکی بالا، ضرورتی بنیادین در برنامه‌ریزی فضایی محسوب می‌شود. این ارزیابی نیازمند تحلیل همزمان شاخص‌های محیطی، فیزیکی، اجتماعی و زیرساختی و بهره‌گیری از ابزارهای تصمیم‌گیری مکان‌محور است [Chandel et al, 2023]. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، در تلفیق با مدل‌های ارزیابی چندمعیاره (MCE) نظیر AHP، WLC و FAHP، بستر مناسبی برای شناسایی نواحی مستعد و اولویت‌بندی پهنه‌ها از منظر اکوتوریسم فراهم می‌سازد [Eastman, 2006; Malczewski, 1999].

در سطح جهانی، کاربرد این روش‌ها در مطالعات مختلف به شناسایی ظرفیت‌های بالقوه اکوتوریسم در مناطق گوناگون انجامیده است. برای مثال *قریشی* و همکاران [Sahani, 2020] در شمال هند، با استفاده از مدل AHP و GIS، شاخص‌هایی چون توپوگرافی، پوشش گیاهی و دسترسی را در تحلیل مکان‌یابی در نظر گرفتند. *چنگیز* و همکاران [Cengiz *et al.*, 2020] در سواحل ترکیه، با بهره‌گیری از مدل فازی AHP، بر اهمیت همزمان عوامل محیطی و انسانی در انتخاب مکان‌های مناسب اکوتوریستی تاکید کردند. همچنین، *یاسین* و ولدمریم [Yasin & Woldemariam, 2023] و *گیامفی* و همکاران [Chandel *et al*, 2023] در اتیوپی و غنا، با استفاده از رویکرد MCE و GIS، مناطق مستعد را شناسایی و اولویت‌بندی کردند.

در ایران نیز، مطالعات متعددی با رویکردهای مشابه انجام شده‌اند. با این حال، در خصوص جنگل‌های ارسباران، پژوهش‌های جامعی که با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و تحلیل مکانی به ارزیابی توان اکوتوریسمی پرداخته باشند، محدود است. اغلب مطالعات انجام‌شده در این منطقه بر جنبه‌های بوم‌شناسی، تنوع زیستی [Ahmadi Sani *et al.*, 2011] یا تهدیدات انسانی [Yekani *et al*, 2016] متمرکز بوده‌اند و کمتر به تلفیق داده‌های محیط زیستی و مکانی برای مدیریت پایدار گردشگری پرداخته‌اند.

جنگل‌های ارسباران، واقع در شمال غرب ایران و ثبت‌شده در فهرست ذخیره‌گاه‌های زیست‌کره یونسکو، با برخورداری از تنوع زیستی منحصر به فرد، چشم‌اندازهای طبیعی زیبا، و ارزش‌های فرهنگی و تاریخی غنی، از پتانسیل بالایی برای توسعه اکوتوریسم برخوردارند [UNESCO, 2020] اما بهره‌برداری بی‌رویه، نبود زیرساخت مناسب و فقدان برنامه‌ریزی علمی در جهت حفاظت و استفاده پایدار، این اکوسیستم ارزشمند را با تهدیداتی جدی مواجه ساخته است. در حال حاضر، فعالیت‌های گردشگری در برخی نقاط ارسباران بدون

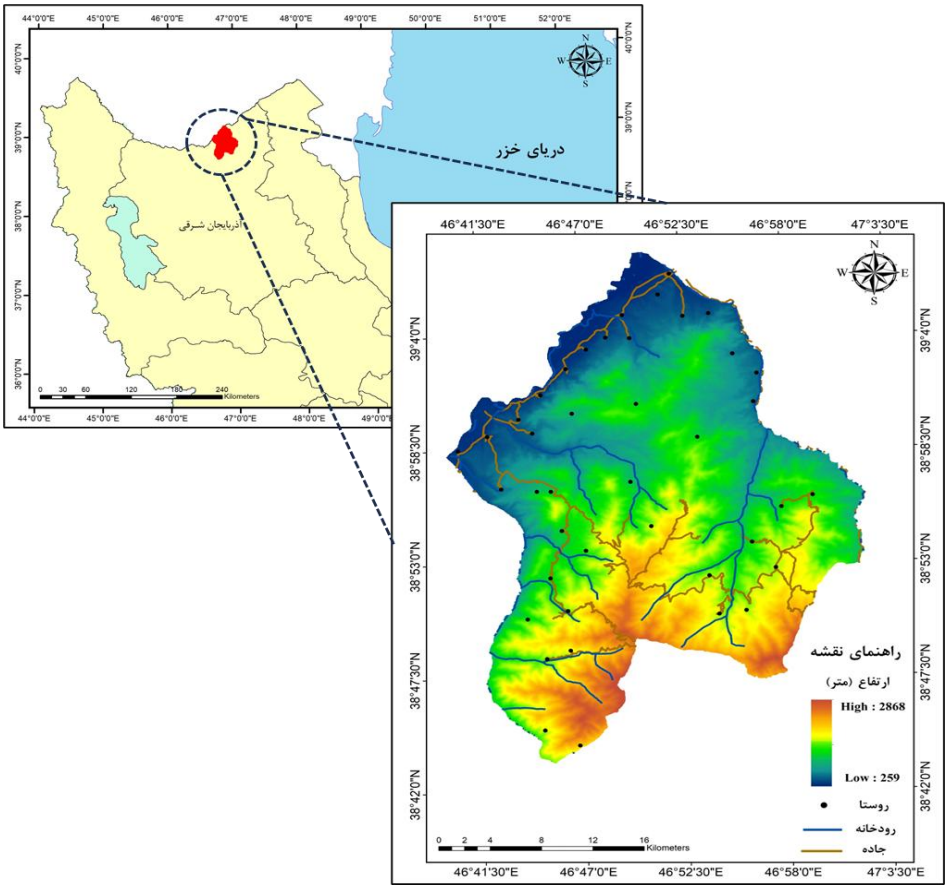
ارزیابی‌های علمی صورت می‌گیرد، در حالی که نواحی دارای توان بالا، اغلب مغفول مانده‌اند.

بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی توان زیست‌محیطی جنگل‌های ارسباران با رویکرد اکوتوریسم و با بهره‌گیری از مدل تحلیل چندمعیاره (MCE) در محیط GIS، انجام شد تا با تحلیل همزمان عوامل فیزیکی، زیست‌محیطی و زیربنایی، نقشه‌ای دقیق از نواحی مستعد توسعه اکوتوریسم ارایه دهد. نتایج این مطالعه می‌تواند مبنایی کاربردی برای برنامه‌ریزی کاربری اراضی، حفاظت موثر از منابع طبیعی، و هدایت سیاست‌های توسعه پایدار در این منطقه و مناطق مشابه باشد.

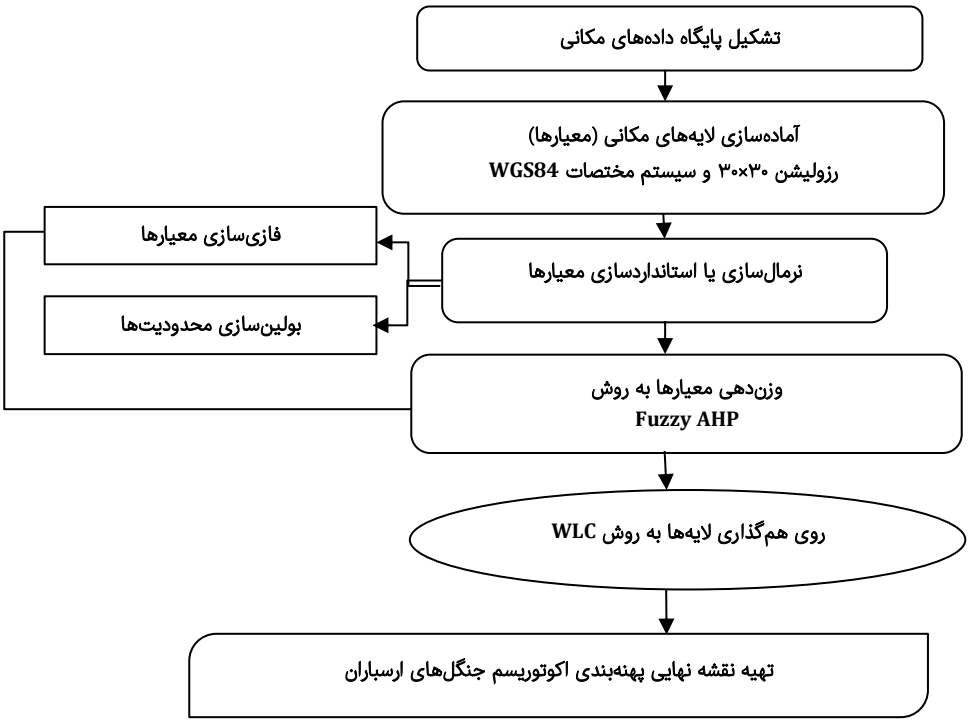
روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و در سال ۱۴۰۲ در منطقه حفاظت‌شده ارسباران انجام شد. منطقه حفاظت‌شده ارسباران با وسعتی بالغ بر ۷۲,۵۴۷ هکتار، در شمال شرق استان آذربایجان شرقی و در محدوده شهرستان کلیبر واقع شده و از جمله غنی‌ترین مناطق ایران از نظر تنوع زیستی و ویژگی‌های اکولوژیکی به شمار می‌رود [DoE, 2020]. این منطقه بین طول‌های جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۲ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۱ دقیقه شمالی قرار دارد و از شمال به رودخانه ارس و مرز ایران-ارمنستان و جمهوری آذربایجان محدود می‌شود [Zamani *et al.*, 2020]. ارسباران با دارابودن اقلیم‌های متنوع از نیمه‌مرطوب تا مرطوب سرد و میانگین بارندگی سالانه حدود ٤٦٠ میلی‌متر، دارای چشم‌اندازهای کوهستانی، جنگل‌های هیرکانی بازمانده، مراتع غنی و گونه‌های جانوری کمیاب است (شکل ۱) [Mozaffarian, 1996].

این منطقه به دلیل حضور گونه‌های نادری چون پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*)، خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos*) و گونه‌های پرندگان ارزشمندی مانند سیاه‌خروس قفقازی (*Tetrao mlokosiewiczi*) در سال ۱۹۷٦ توسط یونسکو به عنوان ذخیره‌گاه زیست‌کره (Biosphere Reserve) ثبت شد [UNESCO, 2020]. افزون بر ویژگی‌های بوم‌شناختی و تنوع زیستی، ارسباران از جاذبه‌های گردشگری متعددی برخوردار است که نقش مهمی در ظرفیت‌های اکوتوریسمی آن دارند. قلعه تاریخی بابک در ارتفاعات کوهستانی کلیبر، جنگل‌های انبوه و بکر «ایلان‌داغ»، چشمه‌های آب گرم «میزاب» و «آبش‌احمد»، روستای پلکانی «اسفنجان»، رودخانه‌های دایمی و چشم‌اندازهای بدیع دره‌ها و ییلاق‌ها از جمله این جاذبه‌ها هستند. همچنین تنوع اقوام، فرهنگ‌های بومی و آیین‌های محلی، به‌ویژه در روستاهای کوهستانی، بر غنای تجربه اکوتوریسمی در این منطقه افزوده‌اند [Pirmohammadi *et al*, 2011]. با توجه به حساسیت‌های اکولوژیکی و چشم‌اندازهای طبیعی منحصر به فرد، این منطقه پتانسیل بالایی برای توسعه اکوتوریسم پایدار دارد، مشروط بر آنکه برنامه‌ریزی فضایی مبتنی بر ارزیابی توان محیطی به‌درستی انجام گیرد [Baral *et al.*, 2021].



شکل ۱) منطقه مورد مطالعه



شکل ۲) فلوچارت مراحل اصلی پژوهش

پژوهش حاضر در بخش‌های مختلف صورت گرفته است که در نمودار مشخص شده است (شکل ۲).

به منظور ایجاد پایگاه داده مورد نیاز این پژوهش، لایه‌های رقومی لازم از سازمان نقشه‌برداری کشور، اداره کل حفاظت محیط زیست و سازمان جنگل‌ها و مراتع استان آذربایجان شرقی گردآوری شد. بخشی از داده‌ها نیز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و تصاویر ماهواره‌ای به‌دست آمد. در ادامه، با اعمال اصلاحاتی نظیر رقومی‌سازی داده‌ها، یکسان‌سازی اندازه سلول‌ها، هماهنگ‌سازی سیستم مختصات جغرافیایی و برش تصاویر، لایه‌های اولیه برای اجرای مدل آماده شدند. در این پژوهش، معیارها نقش مبنای اصلی تصمیم‌گیری را ایفا می‌کنند که قابل سنجش و ارزیابی بوده و در دو دسته محدودیت‌ها (Constraints) و عوامل (Factors) طبقه‌بندی می‌شوند. به منظور ایجاد پایگاه داده مورد نیاز این پژوهش، لایه‌های رقومی لازم از سازمان نقشه‌برداری کشور، اداره کل حفاظت محیط زیست و سازمان جنگل‌ها و مراتع استان آذربایجان شرقی گردآوری شد. بخشی از داده‌ها نیز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و تصاویر ماهواره‌ای به‌دست آمد. در ادامه، با اعمال اصلاحاتی نظیر رقومی‌سازی داده‌ها، یکسان‌سازی اندازه سلول‌ها، هماهنگ‌سازی سیستم مختصات جغرافیایی و برش تصاویر، لایه‌های اولیه برای اجرای مدل آماده شدند. در این پژوهش برای تدوین قانون تصمیم و بهره‌گیری از روش ارزیابی چندمعیاره، لازم است معیارها به طور دقیق تعریف و تعیین شوند. در این راستا، سه دسته معیار اصلی در نظر گرفته شد:

۱. معیارهای فیزیکی: شیب زمین، جهت جغرافیایی (Aspect)، ارتفاع از سطح دریا، بافت خاک، جنس سنگ بستر، فاصله تا رودخانه، فاصله تا گسل، میزان بارش سالانه و دما

۲. معیارهای زیستی: تراکم پوشش گیاهی و فاصله تا مناطق حفاظت‌شده

۳. معیارهای زیربنایی: کاربری اراضی، فاصله تا جاده، فاصله تا روستا و فاصله تا جاذبه‌های توریستی

کلیه نقشه‌های مربوط به این معیارها با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه و در محیط GIS 10.7 مورد استفاده قرار گرفتند.

استانداردسازی (Fuzzy) معیارها و زیرمعیارها

با توجه به تفاوت واحدهای اندازه‌گیری معیارها، لازم است که در فرآیند تصمیم‌گیری، این معیارها به صورت استاندارد تبدیل شوند. برای این منظور، از توابع عضویت فازی استفاده می‌شود [Malczewski, 1999]. انتخاب نوع تابع عضویت مناسب به دانش کاربر درباره نحوه تغییر مطلوبیت هر فاکتور بستگی دارد. در این پژوهش، فرآیند استانداردسازی براساس سطح مطلوبیت معیارهای مرتبط با پتانسیل گردشگری منطقه انجام گرفته است. علاوه بر این، فضای تصمیم‌گیری با درنظرگرفتن مجموعه‌ای از محدودیت‌هایی که بر متغیرهای تصمیم اعمال می‌شوند، تعریف می‌گردد. در این راستا، فاکتورها براساس روش فازی به مقیاسی پیوسته از ۰ تا ۱ نرمال‌سازی می‌شوند، در حالی که محدودیت‌ها تنها در دو طبقه مطلوب (۱) و نامطلوب (۰) طبقه‌بندی می‌گردند.

وزن‌دهی معیارها به روش Fuzzy AHP

در این مرحله از پژوهش، برای وزن‌دهی به سه معیار اصلی و پانزده زیرمعیار تعریف‌شده، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (Fuzzy AHP) استفاده شد.

در گام نخست، پرسش‌نامه‌های مقایسات زوجی میان معیارها و زیرمعیارها با بهره‌گیری از منطق فازی تهیه و میان ۱۴ نفر از خبرگان حوزه‌های مرتبط توزیع گردید.

پاسخ‌دهندگان ارزیابی‌های خود را با استفاده از اعداد فازی مثلثی ارایه دادند تا عدم قطعیت و ابهام موجود در قضاوت‌های انسانی به‌خوبی در نظر گرفته شود. روش Fuzzy AHP توسعه‌یافته روش AHP سنتی است که به منظور غلبه بر ضعف این روش در مواجهه با قضاوت‌های مبهم و نادقیق طراحی شده است. در این روش، مقایسات زوجی با استفاده از مقیاس فازی مثلثی انجام می‌شود که در آن، هر ارزیابی به صورت یک عدد فازی با سه مولفه (کمینه، مقدار محتمل و بیشینه) بیان می‌گردد. این رویکرد باعث می‌شود عدم قطعیت در نظرات کارشناسان به صورت کمّی مدل‌سازی شده و نتایج تصمیم‌گیری از دقت و قابلیت اطمینان بالاتری برخوردار باشند. پس از تکمیل ماتریس‌های مقایسه زوجی فازی، وزن نهایی هر معیار با استفاده از روش‌هایی نظیر رویکرد میانگین وزنی فازی استخراج شد [Chang, 1996].

روش ترکیب خطی وزنی (WLC)

روش ترکیب خطی وزن‌دار (Weighted Linear Combination, WLC) رایج‌ترین تکنیک در تحلیل ارزیابی چندمعیاره (Multi-Criteria Evaluation, MCE) است. در این روش، وزن فاکتور و محدودیت در معیارها اعمال می‌گردد. ابتدا همه معیارها در وزن فاکتور (وزن جبران) ضرب می‌شود که در رابطه ۱، S نشان‌دهنده میزان مطلوبیت، Wi نشان‌دهنده وزن فاکتور i و Xi امتیاز معیار در فاکتور i است. سپس با ضرب‌کردن در نتایج محدودیت، مناطق دارای ارزش صفر حذف می‌شوند و فقط مناطق مناسب باقی می‌ماند [Eastman, 2012].

$$S=\sum Wi\,.\,Xi$$ **رابطه ۱)**

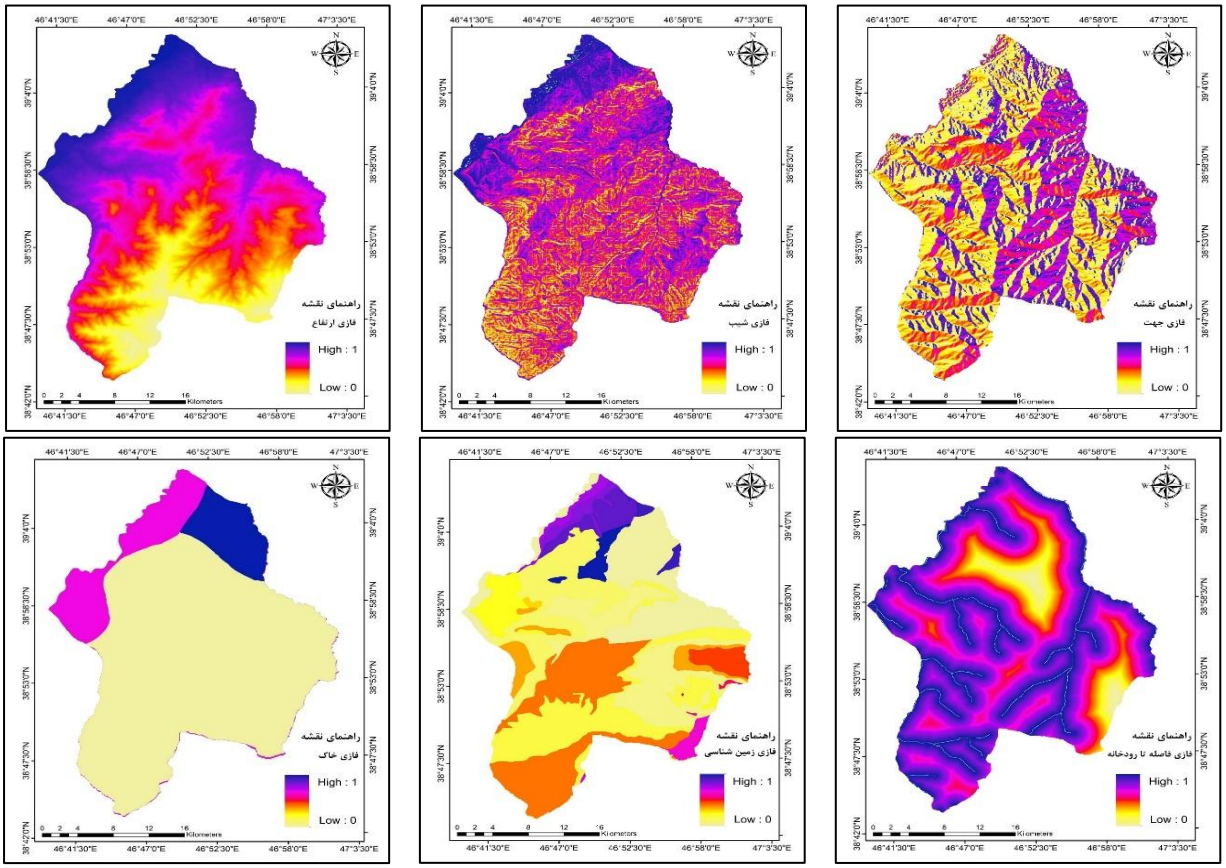
در رابطه ۲، Cj نشان‌دهنده امتیاز مربوط به محدودیت j و $\prod$ حاصل ضرب محدودیت‌ها است. در این روش میزان جبران بین فاکتورها کامل و میزان ریسک ۵۰٪ در نظر گرفته می‌شود.

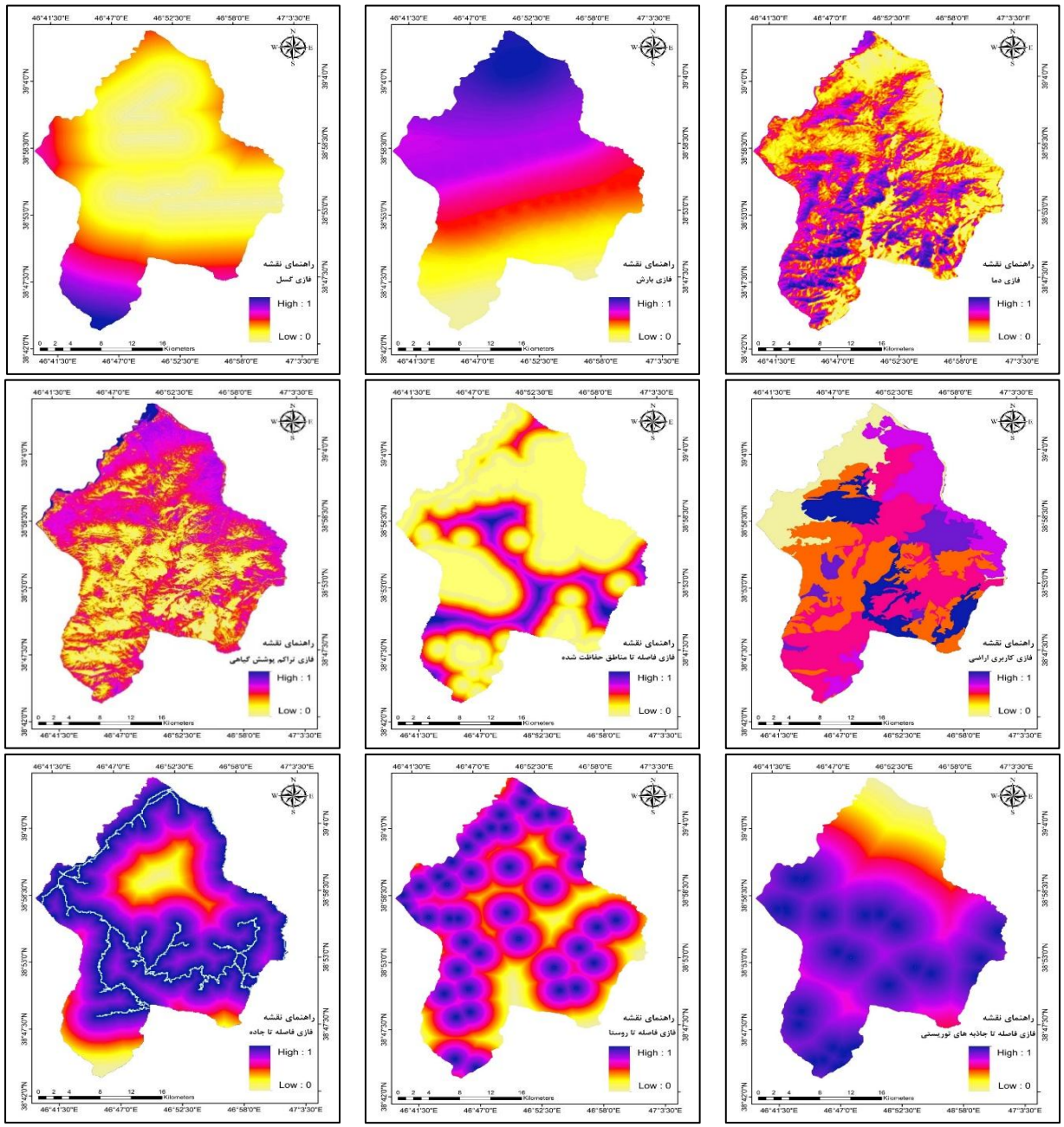
$$S=\sum Wi\,.\,Xi\,.\,\prod Ci$$ **رابطه ۲)**

یافته‌ها

نتایج استانداردسازی زیرمعیارهای پژوهش

وضعیت فضایی زیرمعیارهای استانداردشده در سه گروه فیزیکی، زیستی و زیربنایی بررسی شد. در گروه فیزیکی، شاخص‌هایی مانند شیب، فاصله تا رودخانه، و بافت خاک در بخش‌های مرکزی و جنوبی منطقه از مطلوبیت بیشتری برخوردار بودند. در گروه زیستی، تراکم پوشش گیاهی و نزدیکی به مناطق حفاظت‌شده بیشتر در نواحی شرقی و شمالی دیده می‌شد. در گروه زیربنایی نیز نواحی نزدیک به جاده‌ها و جاذبه‌های توریستی از امتیاز بالاتری برخوردار بودند. تمامی معیارها به‌صورت فازی استاندارد شده و در بازه ۰ تا ۱ طبقه‌بندی گردیدند، به‌گونه‌ای که مقادیر نزدیک به ۱ بیانگر مطلوبیت بیشتر برای توسعه اکوتوریسم بودند (شکل ۳).





شکل ۳) نقشه استانداردشده (فازی) زیرمعیارهای پژوهش

محاسبه اوزان فازی و نرمال

در این گام ابتدا میانگین هندسی اعداد فازی هر سطر ماتریس را محاسبه می‌کنیم و سپس هر میانگین هندسی حاصل را بر مجموع میانگین‌های هندسی تقسیم می‌کنیم تا وزن فازی حاصل شود سپس هر وزن فازی را با استفاده از رابطه $\frac{l+2m+u}{4}$ غیرفازی می‌کنیم و برای نرمال‌سازی هر وزن غیرفازی کافیست آن وزن را بر مجموع وزن‌های غیرفازی تقسیم کنیم (شکل ۴).

براساس شکل ۴، از بین سه معیار اصلی در نظر گرفته‌شده، بیشترین امتیاز مربوط به محیط فیزیکی با وزن ۰/۵۷۹ بود. معیار زیست‌محیطی با وزن ۰/۲۵۱ در رتبه دوم و در نهایت محیط زیربنایی با وزن ۰/۱۶۸ رتبه سوم را داشت. این محاسبات به طریق مشابهی برای زیرمعیارهای در نظر گرفته‌شده در هر معیار صورت می‌گیرد که در ادامه آورده شده است.

شکل ٤) وزن فازی معیارهای اصلی (محیط) مورد نظر در ارزیابی توان اکولوژیک منطقه با رویکرد اکوتوریسم

وزن زیرمعیارهای فیزیکی

براساس جدول ۱، از بین زیرمعیارهای فیزیکی، زیرمعیار شیب، دارای بیشترین امتیاز با وزن ۰/۱۴۴ بود و بعد از آن زیرمعیار خاک، فاصله تا رودخانه و گسل که به‌ترتیب دارای وزن ۰/۱۳۶، ۰/۱۳۵ و ۰/۱۳۴ بودند. زیرمعیار بارش و ارتفاع نیز کمترین امتیاز را به خود اختصاص دادند (جدول ۱).

وزن زیرمعیارهای زیستی

از بین دو زیرمعیار زیستی در نظر گرفته‌شده، زیرمعیار فاصله تا مناطق حفاظت‌شده از اهمیت بیشتری برخوردار بود (جدول ۲).

وزن زیرمعیارهای زیربنایی

از بین زیرمعیارهای در نظر گرفته‌شده در محیط زیربنایی، کاربری اراضی با وزن ۰/۴۱ بیشترین و فاصله تا روستا با وزن ۰/۱۲۱ دارای کمترین امتیاز از بین معیارهای این محیط بودند (جدول ۳).

اوزان نهایی زیرمعیارها

اوزان نهایی زیرمعیارها از ضرب وزن معیارهای اصلی در وزن نرمال زیرمعیارها حاصل شد (شکل ۵).

جدول ۱) وزن فازی و غیرفازی زیرمعیارهای فیزیکی

نام معیار	میانگین هندسی $\left(\left(\prod_{j=1}^{n}\tilde{P}_{ij}\right)^{1/n}\right)$	وزن فازی $(\widetilde{W})$	وزن غیرفازی	وزن نرمال
شیب	(۲/۳۶۹، ۱/۸۱۳، ۱/۳۴۳)	(۰/۲۷۲، ۰/۱۵۷، ۰/۰۸۸)	۲/۲۶۸	۰/۱۴۴
جهت	(۱/۰۵۷، ۰/۷۹۴، ۰/۶)	(۰/۱۲۱، ۰/۰۶۹، ۰/۰۳۹)	۱/۴۷۴	۰/۰۹۴
ارتفاع	(۰/۹۳۴، ۰/۷۰۵، ۰/۵۳۴)	(۰/۱۰۷، ۰/۰۶۱، ۰/۰۳۵)	۱/۳۶۶	۰/۰۸۷
بافت خاک	(۲/۰۲۶، ۱/۵۳۹، ۱/۱۴۶)	(۰/۲۳۳، ۰/۱۳۳، ۰/۰۷۵)	۲/۱۴۳	۰/۱۳۶
جنس سنگ بستر	(۱/۴۸۷، ۱/۱۳۷، ۰/۸۶۱)	(۰/۱۷۱، ۰/۰۹۸، ۰/۰۵۶)	۱/۶۰۶	۰/۱۰۳
فاصله تا رودخانه	(۱/۶۸۶، ۱/۲۹۸، ۰/۹۷۷)	(۰/۱۹۳، ۰/۱۱۲، ۰/۰۶۴)	۲/۱۲۰	۰/۱۳۵
فاصله تا گسل	(۱/۵۴، ۱/۱۷۹، ۰/۸۹۳)	(۰/۱۷۷، ۰/۱۰۲، ۰/۰۵۹)	۲/۱۰	۰/۱۳۴
بارش	(۱، ۰/۷۴۱، ۰/۵۵۵)	(۰/۱۱۵، ۰/۰۶۴، ۰/۰۳۶)	۱/۱۷۰	۰/۰۷۴
دما	(۱/۱۶۲، ۰/۸۷۲، ۰/۶۶۸)	(۰/۱۳۳، ۰/۰۷۵، ۰/۰۴۴)	۱/۵۸۲	۰/۱۰۱
$\sum\left(\prod_{j=1}^{n}\tilde{P}_{ij}\right)^{1/n}$	(۱۵/۲۶۲، ۱۱/۵۶۵، ۸/۷۱۵)			

جدول ۲) وزن فازی و غیرفازی زیرمعیارهای زیستی

نام معیار	میانگین هندسی $\left(\left(\prod_{j=1}^{n}\tilde{P}_{ij}\right)^{1/n}\right)$	وزن فازی $(\widetilde{W})$	وزن غیرفازی	وزن نرمال
تراکم پوشش گیاهی (NDVI)	(۱/۲۸۹، ۱/۰۴۹، ۰/۸۶۹)	(۰/۵۰۶، ۰/۳۳۹، ۰/۲۳۳)	۱/۰۵۳	۰/۴۷۷
فاصله تا مناطق حفاظت‌شده	(۱/۹۸۹، ۱/۶۴۹، ۱/۳۳۶)	(۰/۳۵۹، ۰/۲۴۲، ۰/۱۶)	۰/۱۵۱	۰/۵۲۲
$\sum\left(\prod_{j=1}^{n}\tilde{P}_{ij}\right)^{1/n}$	(۳/۷۳۸، ۳/۰۹۲، ۲/۵۵)			

جدول ۳) وزن فازی و غیرفازی زیرمعیارهای زیربنایی

نام معیار	میانگین هندسی $\left(\left(\prod_{j=1}^{n}\tilde{P}_{ij}\right)^{1/n}\right)$	وزن فازی $(\widetilde{W})$	وزن غیرفازی	وزن نرمال
کاربری اراضی	(۱/۵۷، ۱/۳۲۲، ۱/۰۸۳)	(۰/۶۱۶، ۰/۴۲۸، ۰/۲۹)	۳/۲۴	۰/۴۱۰
فاصله تا جاده	(۰/۸۷۹، ۰/۷۲۱، ۰/۵۹۷)	(۰/۳۴۵، ۰/۲۳۳، ۰/۱۶)	۱/۵۴۳	۰/۱۹۵
فاصله تا روستا	(۱/۹۸۹، ۱/۶۴۹، ۱/۳۳۶)	(۰/۳۵۹، ۰/۲۴۲، ۰/۱۶)	۰/۹۵۱	۰/۱۲۱
فاصله تا جاذبه‌های توریستی	(۱/۲۸۹، ۱/۰۴۹، ۰/۸۶۹)	(۰/۵۰۶، ۰/۳۳۹، ۰/۲۳۳)	۲/۳۵۴	۰/۲۹۸
$\sum\left(\prod_{j=1}^{n}\tilde{P}_{ij}\right)^{1/n}$	(۳/۷۳۸، ۳/۰۹۲، ۲/۵۵)			

نقشه نهایی محدودیت منطقه برای کاربری اکوتوریسم

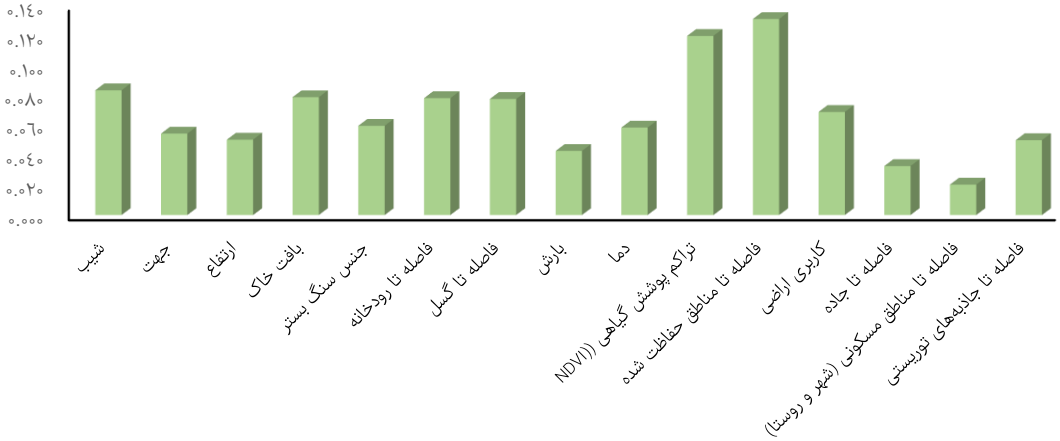
از بین نقشه‌های معیار مورد نیاز برای پهنه‌بندی توسعه اکوتوریسم منطقه مورد مطالعه، نقشه بولین فقط برای لایه‌های شیب، مناطق حفاظت‌شده، گسل (زمین لغزش) و رودخانه (حریم ۵۰۰ متر) تهیه شد و برای سایر لایه‌ها به دلیل نداشتن محدودیت در منطقه نقشه بولین تهیه نشد. این نقشه‌ها در محیط GIS، با استفاده از عملگر AND تلفیق کرده و نقشه نهایی محدودیت منطقه برای اکوتوریسم شکل ۶ الف در دو طبقه مناسب و نامناسب تهیه شد. بیشترین مساحت منطقه برابر با ۴۴۴/۰۵ کیلومتر مربع (۵۹/۹۷٪) برای فعالیت‌های اکوتوریسمی دارای محدودیت و مساحت ۲۹۶/۷ کیلومتر مربع (۴۰/۰۲٪) از منطقه بدون محدودیت است.

پهنه‌بندی اکوتوریسم منطقه با مدل MCE

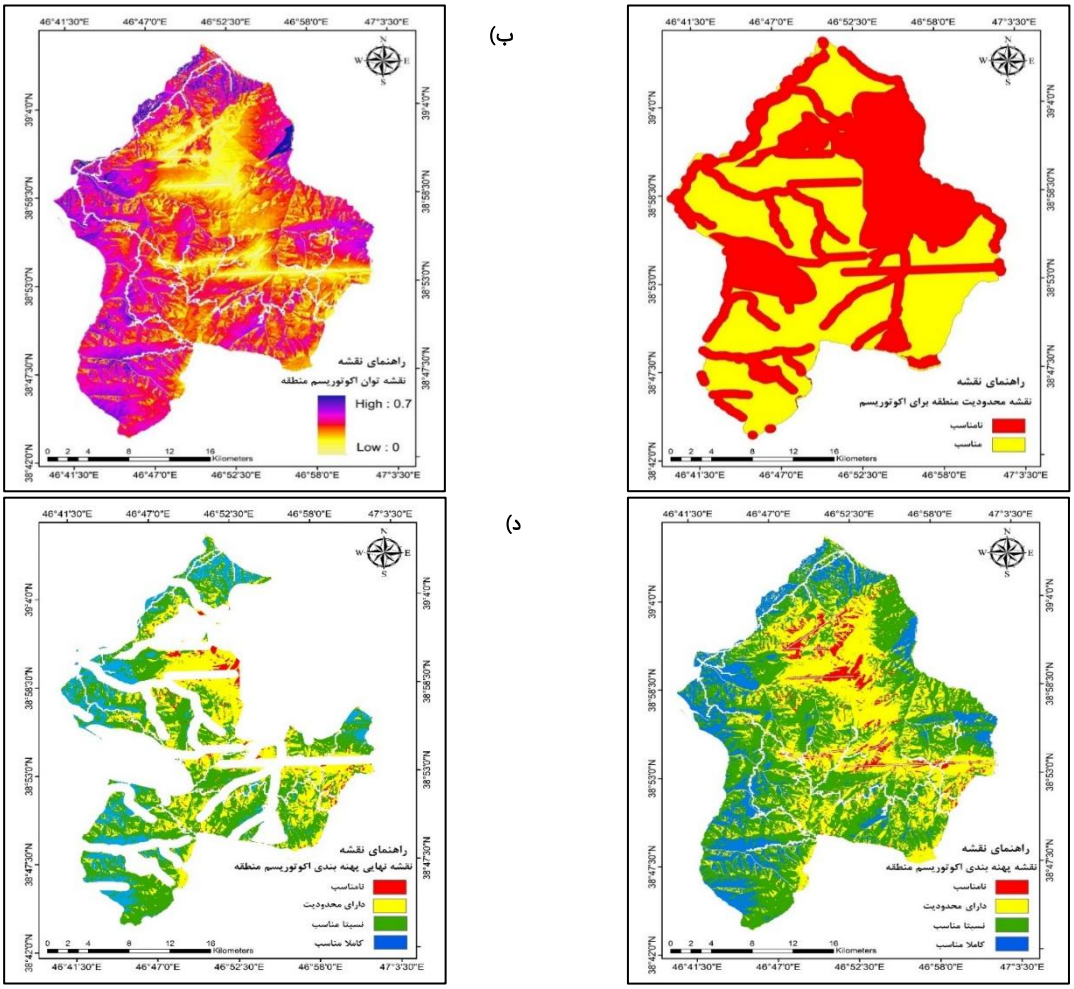
بعد از استانداردسازی تمام معیارها و زیرمعیارها، باید لایه‌های فازی‌شده با درنظرگرفتن امتیاز (وزن) هر لایه، تلفیق شوند و سپس نقشه نهایی توان منطقه برای اکوتوریسم حاصل گردد. نقشه نهایی فازی حاصل از روی هم‌گذاری لایه‌ها با استفاده از مدل WLC قابل

مشاهده است (شکل ۶ ب). سپس با طبقه‌بندی این نقشه به ۴ طبقه نامناسب، دارای محدودیت، نسبتاً مناسب، و کاملاً مناسب، نقشه پهنه‌بندی (طبقه‌بندی‌شده) اکوتوریسم منطقه تهیه شد (شکل ۶ ج).

با تلفیق نقشه پهنه‌های نامناسب حاصل از روش بولین (شکل ۶ الف) و نقشه پهنه‌بندی اکوتوریسم منطقه با روش WLC (شکل ۶ ج)، نقشه نهایی پهنه‌بندی اکوتوریسم در به‌دست آمد (شکل ۶ د). براساس مساحت محاسبه‌شده هر طبقه، تقریباً بیش از نصف مساحت منطقه (۶۳٪) دارای محدودیت و فاقد توان برای کاربری اکوتوریسم بود و تنها ۱۴٪ منطقه را می‌توان به این کاربری با عنوان مناطق کاملاً مناسب اختصاص داد و ۲۳٪ از مساحت منطقه در طبقه نسبتاً مناسب قرار گرفتند.



شکل ۵) وزن نهایی فازی زیرمعیارهای پژوهش



شکل ۶) الف) نقشه محدودیت نهایی منطقه برای کاربری اکوتوریسم، ب) نقشه نهایی فازی توان اکوتوریسم منطقه مورد مطالعه، ج) نقشه نهایی پهنه‌بندی توان اکوتوریسم منطقه مورد مطالعه و د) نقشه نهایی پهنه‌بندی اکوتوریسم منطقه با حذف مناطق نامناسب

بحث

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی توان زیست‌محیطی جنگل‌های ارسباران با رویکرد اکوتوریسم و با بهره‌گیری از مدل تحلیل چندمعیاره (MCE) در محیط GIS، انجام شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تنها حدود ۱۴٪ از سطح منطقه حفاظت‌شده ارسباران برای کاربری اکوتوریسم کاملاً مناسب است. این یافته با نتایج مطالعات پیشین نظیر *ضرابی* و *سفرآبادی* [Zarabi & Safarabadi, 2014] و *عبداللهی* و همکاران [Abdollahi *et al.*, 2012] همخوانی دارد، به طوری که در این مطالعات نیز نسبت‌های مشابهی (بین ٦٪ تا ۱۷٪) برای اراضی کاملاً مناسب جهت اکوتوریسم گزارش شده است. چنین نسبتی، بیانگر محدودیت‌های طبیعی متعدد و قابل توجهی در منطقه ارسباران است که توسعه فعالیت‌های اکوتوریستی را در وسعت گسترده محدود می‌سازد. این محدودیت‌ها شامل شیب‌های تند، حساسیت بالای اراضی به فرسایش، وضعیت ژئومورفولوژیکی خاص و وجود اکوسیستم‌های جنگلی شکننده است [Mokhdoum *et al.*, 2001]. از آنجا که بخش‌های وسیعی از اراضی منطقه دارای شیب بیش از ۲۵٪ هستند، توان اکولوژیکی لازم برای استقرار زیرساخت‌های اکوتوریسمی مانند مسیرهای تفرجی، اردوگاه‌ها، سکوهای بازدید و حتی دسترسی‌های جاده‌ای در این نواحی وجود ندارد [Talebi *et al.*, 2021]. این وضعیت، لزوم رویکردی مکان‌محور و مبتنی بر اصول ارزیابی زیست‌محیطی را در سیاست‌گذاری‌ها و طرح‌های توسعه‌ای گوشزد می‌کند.

از سوی دیگر، نتایج این مطالعه نشان داد که حدود ٦۳٪ از اراضی منطقه دارای محدودیت شدید یا فاقد توان برای توسعه اکوتوریسم بودند. این الگو با نتایج مطالعات قبلی در همین منطقه، از جمله پژوهش‌های *امیری* و همکاران [Amiri *et al.*, 2015] و *خلیلی* و همکاران [Khalili *et al.*, 2014]، سازگاری دارد. درصد بالای اراضی با توان کم یا فاقد توان، لزوم اتخاذ سیاست‌های احتیاطی و پایدار در توسعه گردشگری را برجسته می‌سازد. در چنین شرایطی، هرگونه مداخله بدون بررسی‌های دقیق زیست‌محیطی ممکن است پیامدهای جبران‌ناپذیری برای ساختار اکولوژیکی منطقه به همراه داشته باشد. بر این اساس، تاکید بر توسعه محدود، کنترل‌شده و در چارچوب ظرفیت اکولوژیکی منطقه اجتناب‌ناپذیر است [Wickramasinghe, 2012].

کاربرد روش‌های نوین مانند سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCE) در این مطالعه، امکان تحلیل فضایی دقیق‌تری از عوامل موثر در ارزیابی توان اکوتوریسم را فراهم کرد [Pir Mohammad *et al.*, 2011; Eskandari, 2013]. ترکیب این روش‌ها با منطق بولین در تدوین لایه‌های محدودکننده، موجب شد نقشه نهایی پهنه‌بندی اکوتوریسم منطقه با دقت و قابلیت اتکای بالاتری تولید شود. این رویکرد یک الگوی تلفیقی موفق برای کاربرد در مناطق حفاظت‌شده مشابه نیز به شمار می‌رود، به‌ویژه در شرایطی که دسترسی به داده‌های میدانی با محدودیت همراه است.

مقایسه نتایج این پژوهش با مطالعات بین‌المللی نیز اطلاعات ارزشمندی ارایه می‌دهد. برای مثال، در مطالعه‌ای بر جنگل‌های بارانی کاستاریکا [Ferrel & Marion, 2001]، حدود ٤۰٪ از اراضی برای فعالیت‌های اکوتوریسم مناسب ارزیابی شده‌اند. اگرچه این رقم بالاتر از یافته‌های حاضر است، اما باید توجه داشت که شرایط فیزیوگرافی و اقلیمی متفاوت، میزان مداخله انسانی، زیرساخت‌های گردشگری، و میزان حفاظت اکولوژیکی، عوامل تعیین‌کننده‌ای در این تفاوت‌ها هستند. همچنین مطالعات مشابه در آمریکای جنوبی و جنوب شرقی آسیا، از جمله در جنگل‌های آمازون و مناطق استوایی سریلانکا، نیز ظرفیت بالای اکوتوریسم را گزارش داده‌اند؛ با این حال، همگی این مطالعات بر ضرورت مدیریت جامع، نظارت دقیق، و اجرای برنامه‌های آموزش زیست‌محیطی برای گردشگران تاکید دارند [Hernandez *et al.*, 2018; Bhuiyan *et al.*, 2011].

با این وجود، نباید از این نکته غافل شد که اکوتوریسم، صرفاً یک فعالیت اقتصادی یا تفریحی نیست، بلکه می‌تواند به عنوان ابزاری موثر در حفاظت منابع طبیعی، ارتقای آگاهی‌های زیست‌محیطی و تقویت معیشت جوامع محلی ایفای نقش کند. در منطقه ارسباران، وجود تنوع زیستی استثنایی، زیستگاه‌های ویژه مانند جنگل‌های هیرکانی، مسیرهای مهاجرتی پرندگان، و عناصر فرهنگی و تاریخی، مزیت‌هایی منحصر به فرد برای توسعه اکوتوریسم پایدار فراهم کرده‌اند. این ظرفیت‌ها در صورت بهره‌برداری اصولی می‌توانند به ارتقای برند منطقه در گردشگری طبیعت‌محور کمک کرده و ارزش‌های حفاظتی آن را افزایش دهند.

با این حال، همان‌گونه که *داس* و *چاترجی* [Das & Chatterjee, 2015] و *مبارکی* و *اسلامی* [Mobaraki & Eslami, 2016] نیز تاکید کرده‌اند، توسعه بدون برنامه‌ریزی و فاقد پیوست‌های محیط زیستی، می‌تواند منجر به تغییر کاربری اراضی، تخریب زیستگاه‌های حساس، افزایش آلودگی، و در نهایت کاهش تاب‌آوری اکولوژیکی منطقه شود. فشار روزافزون بر منابع خاک، آب و پوشش گیاهی نیز می‌تواند منجر به نابودی تدریجی ظرفیت‌های گردشگری منطقه گردد. بنابراین، وجود زیرساخت‌هایی مانند دسترسی جاده‌ای و شبکه ارتباطی مناسب [Hajarian *et al.*, 2016]، گرچه از منظر گردشگری یک مزیت محسوب می‌شود، اما در صورت عدم کنترل و برنامه‌ریزی صحیح، ممکن است منجر به ورود گردشگران غیرمسئول و تخریب منابع طبیعی گردد.

در چنین شرایطی، به‌کارگیری مفاهیمی نظیر «ظرفیت تحمل گردشگری»، «برنامه‌ریزی مشارکتی با جوامع محلی»، و «زیرساخت‌های سبز» باید در اولویت سیاست‌گذاران قرار گیرد. ظرفیت تحمل (carrying capacity) به‌ویژه در مناطق حساس زیست‌محیطی، ابزاری کلیدی برای سنجش آستانه پایداری سیستم‌های طبیعی در برابر فشار گردشگری است. عدم توجه به این مفهوم، موجب از بین رفتن تدریجی جذابیت‌های اکوتوریستی و کاهش رضایتمندی بازدیدکنندگان خواهد شد.

جمع‌بندی کلی یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که توسعه اکوتوریسم در منطقه حفاظت‌شده ارسباران تنها در محدوده‌هایی خاص و با رعایت اصول دقیق توسعه پایدار امکان‌پذیر است. در این راستا، ارزیابی‌های علمی توان تفرجی، استفاده از مدل‌های تلفیقی مکانی، طراحی زیرساخت‌های حداقلی با مصالح طبیعی، اجرای نظام‌های نظارتی محیط زیستی، و توانمندسازی جوامع محلی، از مهم‌ترین ابزارهای اجرایی محسوب می‌شوند. با توجه به پتانسیل‌های بالقوه منطقه، پیشنهاد می‌شود:

۱. مطالعات تفصیلی‌تری درباره ظرفیت‌های بیوفیزیکی منطقه انجام شود.

۲. آموزش‌های زیست‌محیطی برای ساکنان بومی و گردشگران طراحی و پیاده‌سازی گردد.

۳. مدل‌های اقتصادی اکوتوریسم مشارکتی با بهره‌گیری از ظرفیت‌های محلی اجرا شوند.

٤. شبکه‌ای از مناطق قابل توسعه با اولویت حفاظتی تدوین شود.

٥. و نهایتاً، سازوکارهای ارزیابی پسینی برای کنترل اثرات گردشگری بر محیط اجرا گردد.

از جمله محدودیت‌های اصلی این پژوهش می‌توان به عدم دسترسی به داده‌های میدانی دقیق به‌ویژه در خصوص شاخص‌های اجتماعی و اقتصادی جوامع محلی اشاره کرد که می‌توانست در تحلیل جامع‌تر توان اکوتوریسم منطقه مؤثر باشد. همچنین، به‌روز نبودن برخی از داده‌های مکانی نظیر کاربری اراضی و شبکه زیرساخت‌ها و دشواری در تهیه اطلاعات مربوط به ظرفیت تحمل محیط زیستی، از دیگر چالش‌های پیش‌روی این مطالعه بودند.

نتیجه‌گیری

بخش محدودی از جنگل‌های ارسباران دارای توان «کاملاً مناسب» برای توسعه اکوتوریسم هستند و بیش از نیمی از منطقه فاقد توان اکوتوریسم می‌باشد. معیارهای محیط فیزیکی و زیستی بیشترین تاثیر را در ارزیابی توان اکوتوریسم منطقه داشته‌اند.

تشکر و قدردانی: نویسندگان مقاله مراتب سپاس و قدردانی خود را از سازمان جنگل‌ها و مراتع استان آذربایجان شرقی به دلیل همکاری و در اختیار قراردادن اطلاعات مورد نیاز ابراز می‌دارند.

تاییدیه اخلاقی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: مهدی آرین‌پویا (نویسنده اول)، پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۵۰٪)؛ ایمان پژوهان (نویسنده دوم)، روش‌شناس/پژوهشگر کمکی (۵۰٪)

منابع مالی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

- Abdollahi H, Matinkhah SH, Bashari H, Hosseini SM (2012). Surveying the recreational priorities in Gavkhooni region through Analytical Hierarchy Process (AHP). Journal of Natural Environment. 65(1):95-110. [Persian]
- Ahmadi Sani N, Babai Kafaki S, Mataji A (2011). Ecological possibility of ecotourism activities in the northern Zagros forests using MCDM, GIS and RS. Town and Country Planning. 3(4):45-64. [Persian]
- Amiri MJ, 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[11]):39-50. [Persian]
- Baral H, Rodela R, Miria F, Keenan RJ (2021). An ecosystem services perspective for classifying and valuing forest ecosystem services in protected areas. Ecosystem Services. 47:101242.
- Bhuiyan AH, Siwar C, Ismail SM, Islam R (2011). Ecotourism development in recreational forest areas. American Journal of Applied Sciences. 8(11):1116-1121.
- Cengiz T, Erdin C, Kahraman C (2020). A fuzzy AHP approach for ecotourism site selection. Ecological Indicators. 117:106561.
- Chandel RS, Kanga S, Singh SK, Đurin B, Oršulić OB, Dogančić D, et al. (2023). Assessing sustainable ecotourism opportunities in western Rajasthan, India, through advanced geospatial technologies. Sustainability:15(14):11473.
- Chang DY (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European journal of operational research. 95(3):649-655.
- Das M, Chatterjee B (2015). Ecotourism: A panacea or a predicament?. Tourism Management Perspectives. 14: 3-16.
- DoE (2020). Iran's protected areas database [Internet]. Tehran: Department of Environmental Islamic Republic of Iran [cited 2025 June 4]. Available from: https://www.doe.ir. [Persian]
- Eastman JR (2006). IDRISI Andes tutorial. Worcester: Clark University.
- Eastman JR (2012). Manual for the IDRISI Selva Geographic Information System. Massachusetts: Clark University.
- Eskandari S (2013). Evaluation of outdoor recreation potential of Zarrin Abad forests in Neka based on Iranian ecological model for recreation. Environment and Development Journal. 4(7):83. [Persian]
- Farrell TA, Marion JL (2001). Identifying and assessing ecotourism visitor impacts at eight protected areas in Costa Rica and Belize. Environmental conservation. 28(3): 215-225.
- Hajarian M, Khaledi Koureh F, Hosseinzadeh O, Alijanpour A (2016). Strategic criteria affecting the development of community-based ecotourism in Arasbaran forests. Forest Research and Development. 2(2):111-129. [Persian]
- Hernandez I, Cortés P, Sosa S (2018). Ecotourism in a country rich in both biodiversity and hope. Journal of Case Studies. 36(3):29-43.
- Khalili Z, Oladi Qadikalayi J, Hosseini Nasr M, Takikhah J (2014). Assessment of ecotourism capability of Traditional Ghoori Ghale basin with emphasis on water resources factor. Natural Ecosystems of Iran. 5(4):47-62. [Persian].
- Malczewski J (1999). GIS and multicriteria decision analysis. New York: Wiley.
- Mobaraki DO, Eslami M (2016). Identification and analysis of the tourism potentials of Arasbaran region.

https://en.unesco.org/biosphere/aspac/arasbaran.
- Wickramasinghe K (2012). Ecotourism as a tool for sustainable forest management in Sri Lanka. Journal of Environmental Professionals Sri Lanka. 1(2):16.
- Yasin KH, Woldemariam GW (2023). GIS-based ecotourism potentiality mapping in the East Hararghe Zone, Ethiopia. Heliyon. 9(8)
- Rasuly A, Naghdifar R, Rasoli M (2010). Detecting of Arasbaran forest changes applying image processing procedures and GIS techniques. Procedia Environmental Sciences. 2:454-464.
- Sahani N (2020). Application of analytical hierarchy process and GIS for ecotourism potentiality mapping in Kullu District, Himachal Pradesh, India. Environment, Development and Sustainability. 22(7):6187-6211.
- Yekani Motlagh E, Hajjarian M, Hosseinzadeh O, Alijanpour A (2016). Impacts of ecotourism development in the Arasbaran region using BOCR. Iranian Journal of Forest. 8(2):153-167. [Persian]
- Zarabi A, Safarabadi A (2014). Assessment of sustainable ecotourism development in the Kermanshah city. Journal of Geography and Planning. 17(46):147-170. [Persian]
Geography and Territorial Spatial Arrangement. 5(17):131-148. [Persian]
- Mokhdoum A, Darvish-Safat A, Jafarzadeh H, Mokhdoum A (2001). Environmental assessment and planning with geographic information systems. Tehran: University of Tehran Press. [Persian]
- Mozaffarian V (1996). A dictionary of Iranian plant names. Tehran: FARHANG MO'ASER. [Persian]
- Pir Mohammad Z, Faghihi J, Zahedi Amiri Q (2011). Environmental capability evaluation appropriate to ecotourism in Zagros forests (case study: Saman-e-Orfie Cham-Haji of Kakareza forest in Lorestan Province). Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 18(2):214-230. [Persian]
- Talebi M, Majnounian B, Makhdoum M, Abdi E, Omid M (2021). Predicting of areas with ecotourism capability using artificial neural network. Environmental Researches. 12(23):55-66. [Persian]
- UNESCO (2020). Arasbaran biosphere reserve [Internet]. Paris: The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [cited 2025 June 4]. Available from: