



Evaluating Geotourism Capabilities of Kermanshah County Using a Hybrid ANP-WLC Approach

Shiva Khosravi¹ , Ali Ahmadabadi² , Amir Saffari³ , Esmacil Najafi⁴

1. Department of Physical Geography, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Email: shiva8khosravi@gmail.com

2. Department of Physical Geography, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University Tehran, Iran.

Email: ahmadabadi@khu.ac.ir

3. Department of Physical Geography, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Email: saffari@khu.ac.ir

4. (Corresponding Author) Department of Geomorphology, Faculty of Earth Sciences, Damghan University, Iran.

Email: es.najafi@du.ac.ir

Article Info

Article Type:

Research Article

Article History:

Received:

8 Nov 2025

Received in revised form:

18 Feb 2026

Accepted:

13 May 2026

pp.72-96

Keywords:

Geotourism,

Geosite,

Hybrid ANP-WLC Approach,

Kermanshah County.

ABSTRACT

Today, tourism is considered one of the largest and most profitable industries in the world, and due to its importance and role, many countries have included it in their development strategies and programs. Geotourism emphasizes geosites and geomorphological landscapes, and this form of tourism can play an important role in regional development and in diversifying the regional economy through proper planning and recognition of the advantages and limitations. The aim of this research is to evaluate the geotourism capabilities and identify the areas of Kermanshah County that are susceptible to geotourism development. The research method is descriptive-analytical, and data collection was carried out through library and field observations. The combined ANP-WLC approach was used in data analysis. The results of the study showed that the studied area is divided into four zones with low, medium, high, and very high potential in terms of geotourism. These zones account for 78.4 percent (3.74 square kilometers), 8.4 percent (3.8 square kilometers), 6.8 percent (3.6 square kilometers), and 6.4 percent (1.6 square kilometers) of the area of Kermanshah County, respectively. In other words, more than 12 percent of the studied area has high and very high potential for the development of geotourism. Furthermore, regarding the spatial distribution of suitable and capable areas, it should be noted that the northeastern and southern regions of Kermanshah County have the greatest ability and potential for the development of geotourism.

Cite this article: Khosravi, S; Ahmadabadi, A; Saffari, A and Najafi, E. (2026). Evaluating Geotourism Capabilities of Kermanshah County Using the Hybrid ANP-WLC Model, *Quantitative Geomorphological Research*, 15(1), 72-96.

Doi: [10.22034/gmpj.2026.558487.1592](https://doi.org/10.22034/gmpj.2026.558487.1592)

Extended Abstract

Introduction

Geotourism, as an emerging and sustainable branch of tourism, is grounded in geological and geomorphological heritage as well as natural landscapes. Its primary objectives include promoting a culture of environmental conservation, public education, and local economic development. Kermanshah County, located within the folded and high Zagros tectonic zone, possesses exceptional geomorphological diversity, including limestone formations, karstic springs, caves, rocky landforms, and historical-natural attractions such as Taq-e Bostan. Despite these rich assets, the county's geotourism potential has not yet been systematically evaluated or effectively utilized. This study aims to present an Hybrid model to assess the geotourism capabilities of Kermanshah County and identify spatially suitable zones for sustainable geotourism development.

Methodology

The current research is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in nature with a spatial approach. Qualitative data were prepared through a pairwise comparison questionnaire based on the 1-9 hour spectrum and spatial data from the country's mapping organization, geological organization and Google Earth satellite images. The reliability of the tool was also checked by calculating the inconsistency rate (CR) in ANP matrices, which was found to be less than 0.1 at all levels, which indicates the acceptable consistency of experts' judgments. Data were collected through library-based methods (including literature review, synoptic climatic data, geological maps, and land-use maps) and fieldwork (direct observation and inventory of geotourism attractions). For multi-criteria spatial evaluation, a hybrid model combining the Weighted Linear Combination (WLC) and the Analytic Network Process (ANP) was employed. Nine key criteria—precipitation, slope, geology, proximity to tourism attractions, distance from roads, distance from settlements, distance from rivers, distance from springs, and land use/protected areas—

were identified and grouped into four thematic clusters: climatic, geomorphological, socio-economic, and environmental. Criterion weights were determined using ANP in the SuperDecisions software, while spatial analysis and layer integration were performed using the WLC model within the ArcGIS environment.

Results and discussion

After preparing each of the required maps in the evaluation process, assigning their respective weights, calculating the parameter weights, and constructing the three supermatrices—the unweighted supermatrix, the weighted supermatrix, and the limit supermatrix—using the Analytic Network Process (ANP) model, the weights of the elements (alternatives) within each cluster were calculated through the Weighted Linear Combination (WLC) model using Equation (4-1) (see Table 3):

$$S_{ij} = \sum W_k X_{ijk}$$

The modeling results showed that 78.4% of the area falls into the low-potential class, 8.4% into the moderate class, 6.8% into the high class, and 6.4% into the very high class. The highest concentration of high-potential zones is observed in the northeastern and southern districts of the county. The spatial distribution of criterion weights also indicates the predominance of precipitation indicators (0.2532), distance from waterways (0.2241), and proximity to geotourism attractions (0.2135). These spatial patterns reflect the simultaneous influence of tectonic, hydrological, and accessibility criteria. Comparison with similar studies shows that integrating ANP with WLC has a higher sensitivity in identifying environmental interactions compared to static methods such as AHP. Furthermore, the alignment of the results with field observations at 10 sample points confirms the operational validity of the model.

According to the results presented in the aforementioned table, among the evaluated elements and alternatives for assessing the geotourism potential of Kermanshah County, the element “favorable climate (including precipitation)” has the highest

weight, with a value of 0.2532. Other significant elements, ranked in descending order of importance based on their weights, include:

- Distance from rivers (weight: 0.2241),
- Distance from tourism attractions (weight: 0.2135),
- Lithology (weight: 0.1833), and
- Distance from residential areas (weight: 0.1684).

These elements have thus been prioritized for subsequent stages of the evaluation.

The findings reveal that the study area can be classified into four distinct geotourism potential zones: low, moderate, high, and very high. These zones cover 78.4% (74.3 km²), 8.4% (8.3 km²), 6.8% (6.3 km²), and 6.4% (6.1 km²) of Kermanshah County's total area (94 km²), respectively. Notably, over 12% of the county exhibits high to very high geotourism potential. Spatially, the most promising areas are concentrated in the northeastern and southern parts of the county, which benefit from favorable geomorphological features, proximity to water resources, accessibility, and the presence of cultural-geological attractions. The integration of ANP and WLC offers a robust methodological framework: ANP captures the interdependencies among evaluation criteria, while WLC enables precise and flexible spatial analysis in GIS. The findings align closely with similar geotourism studies conducted in other Iranian regions such as Dehgolan, Bisotun, and Simereh, thereby enhancing the credibility and transferability of this approach. Nevertheless, challenges—including insufficient tourism infrastructure, inadequate marketing, lack of officially designated geoparks, and limited investment—continue to hinder the sustainable utilization of this potential.

Conclusion

Over the past decades in Iran, the tourism industry—which is regarded globally as the cleanest and most sustainable industry—was largely neglected due to various factors, including economic sanctions, the imposed war and subsequent reconstruction efforts, negative publicity, overreliance on a single-

commodity economy dependent on oil exports, and insufficient attention to the country's strong and effective tourism potentials. However, since the Fourth Development Plan, we have witnessed increased attention from both public and private sectors aimed at developing tourism and leveraging natural attractions, particularly ecotourism and geotourism. Establishing tourism committees and designating model tourism areas to attract visitors have been placed on the agenda of the Cultural Heritage, Handicrafts, and Tourism Organization.

This study demonstrates that Kermanshah County possesses significant, albeit underutilized, geotourism potential. The proposed Hybrid ANP-WLC model provides a comprehensive and scientifically sound framework for regional planning, geological heritage conservation, and sustainable tourism development. Strategic application of these findings can support evidence-based decision-making for public and private stakeholders. To fully realize this potential, coordinated efforts among government agencies, private investors, and local communities are essential. Key actions include infrastructure development, tourist education, production of geotourism maps and promotional materials, and active promotion of geotourism culture. Ultimately, while natural attractions constitute a necessary foundation, they are not sufficient on their own; successful geotourism development requires deliberate, Hybrid, and sustainable planning across economic, social, and environmental dimensions.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

ارزیابی قابلیت‌های ژئوتوریسم شهرستان کرمانشاه با استفاده از رویکرد ترکیبی ANP-WLC

شیوا خسروی^۱، علی احمدآبادی^۲، امیر صفاری^۳، اسماعیل نجفی^۴ ✉۱- گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. رایانامه: shiva8khosravi@gmail.com۲- گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. رایانامه: ahmadabadi@khu.ac.ir۳- گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. رایانامه: saffari@khu.ac.ir۴- نویسنده مسئول، گروه ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان، ایران. رایانامه: es.najafi@du.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۰۸/۱۷

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۴/۱۱/۲۹

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۵/۰۲/۲۳

صص. ۷۲-۹۶

واژگان کلیدی:

ژئوتوریسم،

ژئوسایت،

رویکرد ترکیبی ANP-WLC،

شهرستان کرمانشاه.

امروزه گردشگری یکی از بزرگترین و سودآورترین صنایع دنیا به حساب می‌آید و به خاطر اهمیت و نقش این صنعت، بسیاری از کشورها آن را در استراتژی‌ها و برنامه‌های توسعه گنجانده‌اند. ژئوتوریسم بر ژئوسایت‌ها و چشم‌اندازهای ژئومورفولوژیکی تأکید دارد و این شکل از گردشگری به واسطه برنامه‌ریزی مناسب و شناخت مزیت‌ها و محدودیت‌ها می‌تواند نقش مهمی در توسعه منطقه‌ای و تنوع بخشیدن به اقتصاد منطقه ایجاد کند. هدف در این پژوهش، ارزیابی قابلیت‌های ژئوتوریستی و شناسایی پهنه‌های مستعد شهرستان کرمانشاه برای توسعه زمین‌گردشگری است. روش پژوهش توصیفی-تحلیلی و گردآوری داده‌ها به روش کتابخانه‌ای و مشاهدات میدانی صورت گرفته است. در تحلیل اطلاعات از رویکرد ترکیبی ANP-WLC استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان داد که منطقه مورد مطالعه از نظر دارا بودن پتانسیل ژئوتوریسمی به چهار پهنه دارای پتانسیل کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم شده است. به طوری که این پهنه‌ها به ترتیب ۷۸/۴ درصد (۷۴/۳ کیلومترمربع)، ۸/۴ درصد (۸/۳ کیلومترمربع) زیاد ۶/۸ (۶/۳ کیلومترمربع) و خیلی زیاد ۶/۴ (۶/۱ کیلومترمربع) از مساحت شهرستان کرمانشاه را به خود اختصاص داده‌اند. به بیانی دیگر بیش از ۱۲ درصد مساحت منطقه مورد مطالعه دارای پتانسیل زیاد و خیلی زیادی برای توسعه ژئوتوریسم است. همچنین به لحاظ پراکندگی مکانی مناطق مناسب و توانمند بایستی عنوان نمود که مناطق شمال شرق و جنوب شهرستان کرمانشاه دارای بیشترین توانایی و پتانسیل به منظور توسعه ژئوتوریسم هستند.

استناد: خسروی، شیوا؛ احمدآبادی، علی؛ صفاری، امیر و نجفی، اسماعیل. (۱۴۰۵). ارزیابی قابلیت‌های ژئوتوریسم شهرستان کرمانشاه با استفاده از رویکرد ترکیبی ANP-WLC، پژوهشهای ژئومورفولوژی کمی، ۱۵(۱)، ۷۲-۹۶.

Doi: 10.22034/gmpj.2026.558487.1592

مقدمه

امروزه ژئوتوریسم به‌عنوان یکی از راهبردهای توسعه پایدار منطقه‌ای، با تأکید بر حفاظت از میراث زمین‌شناسی و بهره‌برداری مسئولانه از ژئوسایت‌ها، نقش مهمی در تنوع‌بخشی به اقتصاد محلی ایفا می‌کند. ژئوتوریسم نوعی گردشگری مبتنی بر طبیعت از منظر و اشکال زمین است که بر استفاده پایدار از ژئوسایت‌ها، از جمله ژئومورفوسایت‌ها، تأکید دارد (تامانگ^۱ و همکاران، ۲۰۲۳). اشکال زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی از دیدگاه انسانی دارای ارزش علمی، زیبایی‌شناختی، فرهنگی و اقتصادی هستند و به عنوان ژئومورفوسایت در نظر گرفته می‌شوند (گلی مختاری و همکاران، ۱۳۹۷؛ فراندو^۲ و همکاران، ۲۰۲۵). همچنین ژئوتوریسم گزینه شاخص بخش گردشگری است که مهم‌ترین اهداف آن، پایداری، افزایش سودمندی، کاهش اثرات مخرب حین استفاده از منابع زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیک و ایجاد کمترین تغییرات در محیط طبیعی است (اکبریان، ۱۴۰۰). گردشگری یکی از مهم‌ترین منابع درآمد تعداد زیادی از کشورهای جهان به حساب می‌آید. محدود بودن بسیاری از منابع همچون گاز و کانی‌های معدنی، دولت‌ها را به تفکر واداشته است که از منابع معدنی همچون گاز و کانی‌های معدنی و ...، منابع پایداری‌تری چون میراث فرهنگی و طبیعی خود بهره‌برداری نموده و با انواع برنامه‌ریزی‌ها، این میراث و جذابیت‌های آن را تبدیل به منابع درآمد اقتصادی نماید. علاوه بر این، با این روش به حفاظت از میراث فرهنگی و طبیعی خود بپردازد. ژئوتوریسم یکی از روش‌های نو در ارائه جاذبه‌های گردشگری است، این شاخه از صنعت گردشگری پس از معرفی ژئوپارک‌ها توسط یونسکو مورد توجه و مطالعه قرار گرفته و به طور ضمنی بر ویژگی‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی، به عنوان بستر کلیه فعالیت‌های انسانی و خصیصه‌های جغرافیایی تأکید دارد (ثروتی و همکاران، ۱۳۸۵: ۵-۶).

کشور ما با برخورداری از انواع مختلف جاذبه‌های گردشگری، تاکنون نتوانسته از این مزیت به خوبی استفاده کند. با وجود اینکه مناطق طبیعی کشور ما می‌تواند یکی از جاذبه‌های ارزشمند برای جذب گردشگران داخلی و خارجی به حساب آید، اما برنامه‌ریزی برای استفاده از این شرایط هنوز در ابتدای راه است و کار مهم و اساسی برای بهره‌برداری از جاذبه‌های طبیعی صورت نگرفته است (بابلی موخر و نگهبان، ۱۴۰۱). یکی از مکان‌های که مرتب یک گردشگر با آن در ارتباط است جاذبه‌های طبیعی به خصوص اشکال ژئومورفولوژیکی است که توجه جهانگردان را به خود جلب کرده است. طرح رابطه مسائل ژئومورفولوژیک با توریسم از جمله حیطه‌های مطالعاتی بین رشته‌ای مطرح در سال‌های اخیر است با برقراری چنین ارتباطی مکان‌های توریستی ژئومورفولوژیکی به صورت اشکال و فرآیند‌های ژئومورفولوژیکی تعریف می‌شوند که بنابر درک انسان از عوامل تأثیرگذار زمین‌شناسی-ژئومورفولوژیکی، تاریخی-اجتماعی این مکان‌ها ارزش زیبا شناختی علمی-فرهنگی و اجتماعی-اقتصادی پیدا می‌کند (نگهبان و همکاران، ۱۳۹۷؛ مختاری، ۱۳۸۹). شهرستان کرمانشاه با توجه به محدوده زاگرس از تنوع طبیعی زیادی برخوردار است این تنوع طبیعی، تنوع ژئوتوریسمی را ایجاد کرده است. این شهرستان منطقه‌ای جذاب است که با داشتن خاک حاصلخیز، سفره‌های فراوان آب‌های زیرزمینی، تنوع منابع طبیعی و پوشش گیاهی متنوع، محیط مناسبی را فراهم آورده است. وجود سازندهای آهکی در این منطقه، زمینه را برای تشکیل اشکال کارستی متعددی نظیر چشمه‌های کارستی، غارها و دره‌های انحلالی مهیا کرده است. همچنین، این شهرستان دارای جاذبه‌های طبیعی و تاریخی برجسته‌ای مانند مجموعه تاریخی طاق بستان است که در دامنه کوهی به همین نام واقع شده است. با توجه به

1. Tamang

2. Ferrando

اهمیت ژئوتوریسم اینکه بتوان براساس یک مدل، قابلیت‌های ژئوتوریسمی را شناسایی کرد، دارای اهمیت زیادی است. با وجود تنوع بالای ژئومورفولوژیک و جاذبه‌های طبیعی شهرستان کرمانشاه، فقدان چارچوبی نظام‌مند برای ارزیابی کمی و پهنه‌بندی فضایی پتانسیل ژئوتوریسم، مانع از برنامه‌ریزی هدفمند و تخصیص بهینه منابع در این حوزه شده است. شهرستان کرمانشاه به دلیل قرارگیری در کمربند کوهزایی زاگرس، دارای تنوع بی‌نظیری از پدیده‌های زمین‌شناختی (غارها، آبشارها، سازندهای رسوبی و تکتونیکی) است. با این حال، فقدان یک سند آمایشی مبتنی بر شواهد علمی، منجر به توسعه نامتوازن، آسیب به ژئوسایت‌ها و هدررفت پتانسیل‌های اقتصادی شده است. جنبه کاربردی این پژوهش، ارائه یک نقشه تصمیم‌یار فضایی به سازمان میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع‌دستی و سازمان محیط‌زیست استان است تا بتوانند اولویت‌های سرمایه‌گذاری، حفاظت و ایجاد زیرساخت‌های ژئوتوریستی را بر اساس پهنه‌های شناسایی شده در این مطالعه، هدفمند کنند. در سطح جهان و در سطح ایران تحقیقات زیادی در رابطه با ارزیابی توانمندی‌های ژئوتوریسم در نواحی مختلف صورت گرفته است که از مهم‌ترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد. در بررسی منابع خارجی، راس داوولینگ و دیوید نیوسام در کتاب ژئوتوریسم (۲۰۰۶) آشکارا ژئوتوریسم را گردشگری زمین‌شناختی (نه گردشگری جغرافیایی) دانسته‌اند.

دی وجی چیچ و همکاران^۱ (۲۰۱۱) در پژوهشی با عنوان، ارزیابی مقدماتی ژئوسایت‌ها با استفاده از مدل GAM^۲ و کاربرد آن در کوه‌های گورا فروسکا^۳، قابلیت‌های ژئوتوریسم را نشان دادند و بیان کرده‌اند که مدل مذکور، علاوه بر این که به ارزیابی ژئومورفوسایت‌ها می‌پردازد، می‌تواند کمک ارزشمندی به حفظ موارث طبیعی و گردشگری کند و مسیری را برای آینده نشان دهد. پیرا و همکاران^۴ (۲۰۱۳) با استفاده از روش Grid (شبکه‌بندی) به ارزیابی ژئوتوریسم و ژئودایورسیتی در کشور برزیل پرداختند و با استفاده از نقشه‌های مختلف، قابلیت منطقه از نظر ژئوتوریسم و نقش فرایندهای ژئومورفولوژیک در توانمندسازی ژئوتوریستی منطقه مورد تأیید قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که شرق منطقه با تراکم بیش از ۲۵ واحد در هر Grid دارای بیشترین جذابیت ژئومورفولوژیکی، زمین ساختی و سایر شاخص‌های مورد بررسی بوده است. کوبالیکوا^۵ (۲۰۱۵) در یک تحقیق به ارزیابی ژئوسایت و ژئومورفوسایت‌ها به عنوان یک ابزار برای حفاظت از زمین و اهداف ژئوتوریستی در غرب جمهوری چک پرداخت. در این تحقیق، برای انتخاب بهترین منطقه برای توسعه فعالیت ژئوتوریستی از یک روش ساده ارزیابی استفاده شد و بر اساس آن قدرت‌ها، ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدات شناسایی گردید. نتایج نشان داد که ژئوسایت‌هایی که خارج از مناطق حفاظت‌شده و ژئوپارک‌ها هستند دارای جذابیت‌های بالایی هستند. کوبالیکوا و کرچنر^۶ (۲۰۱۶) با استفاده از روش کوبالیکوا به ارزیابی ژئوسایت و ژئومورفوسایت‌های شرق کشور جمهوری چک پرداختند. در این پژوهش شش ژئوسایت را مورد ارزیابی قرار داده‌اند و در پایان ضمن ارزیابی آنها، توانمندی‌های و نقاط ضعف آنها را مورد ارزیابی قرار داده‌اند.

مختاری و همکاران^۷ (۲۰۱۹) در پژوهشی به بررسی نقش آموزش در پایداری مقصدهای گردشگری در شمال استان ایلام پرداخته‌اند. چهارچوب نظری تحقیق بر اساس دانش زیست‌محیطی، رفتار زیست‌محیطی، فشارهای هنجاری، امکانات، فرصت و مدل رفتار محیط زیستی طراحی گردید. نتایج تحقیق نشان داد که بین رفتارهای محیط زیستی گردشگران و

1. D. Vujičić et al

2. Geosite Assessment Model

3. Fruska gora

4. Pereira et al

5. Kubalíková

6. Kubalíkova & Kirchner

7. Mokhtari et al

متغیرهای مستقل (فشارهای هنجاری، فرصت، دانش ژئوتوریستی، ارزش منابع ژئوتوریستی) رابطه معنی‌داری وجود دارد. در پایان به دلیل پیچیدگی در فرایندهای مولد، درک وجودی منابع ژئوتوریسم پیچیده‌تر از آن است که بدون آموزش به گردشگران فهمیده شوند. در واقع وقتی گردشگران از فرایندهای مولد منابع ژئوتوریسم باخبر نباشند بهره‌برداری درست حاصل نخواهد شد. آلبانی و همکاران^۱ (۲۰۲۰) به ارزیابی کمی ژئو سایت‌ها در شهرستان ژوآو دورادو (باهیا- برزیل) پرداختند. نتایج نشان داد از ۲۴ مکان ارزیابی شده در این مطالعه، ۲۳ مورد به عنوان مکان‌هایی با پتانسیل بالا برای جذب بازدیدکنندگان طبقه‌بندی شدند. احمدی و همکاران^۲ (۲۰۲۲) در پژوهشی به ارزیابی تنوع ژئودایورسیتی و حفاظتی زمین در شمال غرب رشته‌کوه زاگرس، ایران با تحلیل روش شبکه‌ای و فازی پرداختند. نتایج نشان داد که ۷۳٪ از منطقه دارای شاخص تنوع ژئودایورسیتی در سطح متوسط تا بالا است که عمدتاً در شمال و جنوب منطقه قرار دارد. این مناطق ویژگی‌های زیبایی‌شناسانه ژئومورفولوژیکی و تکتونیکی و همچنین زمین‌های غنی، منابع معدنی، پوشش گیاهی بکر و آب‌وهوای معتدل را دارا هستند. الکسووا^۳ و همکاران (۲۰۲۵)، در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی اولیه ژئوسایت‌ها برای گردشگری مبتنی بر طبیعت در پارک‌های ملی ماوروو و شارپالانینا، مقدونیه شمالی با استفاده از روش سوات^۳ به این نتیجه رسیدند که ژئوسایت‌های با امتیاز بالا دارای ارزش‌های علمی، آموزشی و توریستی قابل توجهی هستند که آن‌ها را به کاندیداهای اصلی برای حفاظت و توسعه تبدیل می‌کند. برعکس، برخی از سایت‌ها ارزش‌های متوسطی را نشان دادند. بنابراین در حالی که اکثر ژئوسایت‌ها با خطرات متوسط تا کم مواجه هستند، برخی آسیب‌پذیرتر هستند و نیاز به اقدامات حفاظتی پیشرفته‌تری دارند.

امری کاظمی (۱۳۸۵) کتاب اطلس ژئوتوریسم ایران را تألیف کرده و همچنین مطالعات تأسیس ژئوپارک قشم را انجام داده است. مختاری (۱۳۸۹) به ارزیابی توانمندی اکوتوریستی مکان‌های ژئومورفیکی حوضه‌ی آبریز آسیاب خرابه در شمال غرب ایران به روش پراونگ پرداخته است. نگارنده در پایان به این نتیجه رسیده است که به دلیل ارزش بالایی آسیاب خرابه و کم بودن ارزش سایر ژئومورفوسایت‌ها، در خطر هجوم گردشگران قرار دارد و نیازمند برنامه‌ریزی و حفاظت بیشتر است. شایان و همکاران^۴ (۱۳۸۹) در پژوهشی به ارزیابی توانمندی ژئومورفوتوریستی لندفرم‌ها بر اساس روش پراونگ در شهرستان داراب پرداختند و در پایان به این نتیجه رسیدند که در محدوده مورد مطالعه شش لندفرم ژئومورفوتوریستی وجود دارد که در این میان لندفرم گنبد نمکی داراب گرد به علت ارزش باستان‌شناسی، سابقه تاریخی و چشم‌اندازهای طبیعی بالاترین امتیاز رتبه‌بندی و با اهمیت‌ترین لندفرم ژئومورفوتوریستی منطقه ارزیابی شد.

مقصودی و همکاران^۵ (۱۳۹۰) به پتانسیل سنجی مناطق بهینه‌ی ژئوتوریسم در سایت‌های منتخب در منطقه‌ی مرنجاب با روش سلسله مراتبی پرداختند. یمانی و همکاران (۱۳۹۱) قابلیت‌های ژئوتوریستی منطقه سیمره را با استفاده از روش پراونگ مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که نبود زیر ساخت‌ها و تبلیغات مناسب دلیل اصلی عدم گسترش ژئوتوریسم در منطقه است. فتوحی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی منطقه نمونه گردشگری بیستون شناسایی و وضعیت توانمندی‌های ژئومورفورتریسمی آنها بر اساس روش پراونگ مورد ارزیابی قرار دادند. بر این اساس لندفرم کوه بیستون به علت وجود آثار تاریخی و باستان‌شناسی، پدیده‌های ژئومورفولوژیکی و وجود چشم‌اندازهای زیبای

1. Albani et al
2. Aleksova
3. SWOT

طبیعی با میانگین ارزش گردشگری ۰/۷۹ و میانگین ارزش بهره‌وری ۰/۸۱ دارای بالاترین ارزش ژئومورفوتوریسمی است. نجفی و خسروی (۱۴۰۰) در پژوهشی به بررسی و تحلیل عوامل مؤثر بر گردشگری شهرستان کرمانشاه با تأکید جاذبه‌های ژئوتوریسمی پرداختند. یافته‌های پژوهش نشان داد، مهم‌ترین جاذبه ژئوتوریستی مؤثر در سفر به شهرستان کرمانشاه در میان جامعه نمونه، مربوط به جاذبه‌های زمین‌شناسی و مورفولوژیک، چشم‌اندازهای طبیعی و بکر، غارهای طبیعی و تاریخی و آب و هوای مطبوع این منطقه است. کمترین جاذبه‌های مؤثر در این امر نیز مربوط به شاخص‌های چشمه‌ها و سرابها، تنوع پوشش گیاهی و آبشارها بوده است.

راهداری و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی ارزیابی چندمعیاره قابلیت طبیعت‌گردی به روش ترکیب خطی وزن دار و ترکیب آن با روش فازی پرداختند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که مناطق با قابلیت خیلی زیاد و زیاد با وسعت ۲۷۰۱ و ۷۱۰۱ هکتار در مجاورت منابع آب، سایر مناظر زیبای طبیعی و راه‌های دسترسی قرار گرفته‌اند. شریفی پیچون و قادری (۱۴۰۱) در پژوهشی به ارزیابی قابلیت‌های زمین‌گردشگری سایت‌های ژئومورفولوژیکی کویری بر اساس روش کامنسکوی اصلاح شده (مطالعه موردی کویرهای استان یزد) پرداختند. نتایج حاصل از بررسی‌ها و ارزیابی سایت‌های کویری استان یزد بر اساس مدل کامنسکوی اصلاح‌شده نشان داد که از میان ۱۵ کویر و دق شاخص این استان، بیشترین قابلیت برای توسعه ژئوتوریسم در کویر بافق و بعد از آن کویرهای اردکان، ساغند و ابرکوه در رتبه‌های بعدی قرار دارند. نجفی و احمدی دهرشید (۱۴۰۲) به ارزیابی پتانسیل گردشگری شهرستان دهگلان با تأکید بر جاذبه‌های ژئوتوریسمی پرداختند. یافته‌های پژوهش بیانگر آن بود که کوه سرمه‌لی و کوه شیدا در هر دو مدل کوبالیکوا و کومانسکو دارای بیشترین امتیاز بوده است. نظافت تکه و همکاران (۱۴۰۴) به تحلیل و ارزیابی رقابت‌پذیری پتانسیل‌های ژئوتوریستی و ژئومورفولوژیکی استان گیلان با استفاده از مدل پاولووا، مدل کوبالیکوا و مدل فیولت پرداختند، نتایج این پژوهش نشان داد که بر اساس نتایج حاصله از مدل پاولووا در فاکتور مثبت رقابت‌پذیری، شهرستان ماسال با کسب بیش‌ترین امتیازات در زیرشاخص‌های ثروت طبیعی (۹/۴) و مناطق حفاظت شده (۵۴/۴) از توان رقابت‌پذیری بالایی در منطقه برخوردار است. رجبی و همکاران (۱۴۰۴) به ارزیابی توان ژئوتوریسمی و ارائه الگوهای بهینه توسعه ژئوتوریسم (مطالعه موردی: استان کرمانشاه) پرداختند. نتایج ارزیابی ژئوسایت‌ها نشان داد که ژئوسایت‌های چشمه بل، غار قوری قلعه و سراب طاق بستان به ترتیب، با ارزش‌ترین ژئوسایت‌های استان کرمانشاه محسوب می‌شوند. تحقیقات جهانی و داخلی نشان می‌دهند که ژئوتوریسم نه تنها به حفظ میراث طبیعی کمک می‌کند، بلکه نقش مهمی در توسعه اقتصادی و اجتماعی مناطق مختلف دارد. در سطح جهانی، مدل‌های ارزیابی مانند GAM و ... برای شناسایی قابلیت‌ها و چالش‌ها استفاده شده‌اند. در ایران نیز، مطالعات گسترده‌ای بر روی ژئوسایت‌ها و ژئومورفوسایت‌ها انجام شده که پتانسیل بالای کشور در این حوزه را نشان می‌دهد. در این پژوهش اقدام به ارائه مدل تلفیقی (مدل WLC و روش ANP) برای ارزیابی قابلیت‌های ژئوتوریسم شهرستان کرمانشاه شده است.

بررسی روندهای جهانی نشان می‌دهد که ژئوتوریسم در دو دهه اخیر به یکی از زیرشاخه‌های مهم گردشگری پایدار تبدیل شده است. بر اساس مرور نظام‌مند (Quesada-Valverde & Quesada-Román, 2023)، تعداد انتشارات علمی در این حوزه بین سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳ بیش از ۱۱۰۰ درصد رشد داشته که نشان‌دهنده بلوغ علمی و افزایش توجه نهادهای بین‌المللی به حفاظت از میراث زمین‌شناسی است. با این حال، این مطالعه انتقادی نشان می‌دهد که بیشتر پژوهش‌ها هنوز در مرحله فهرست‌برداری از ژئوسایت‌ها باقی مانده‌اند و فاقد رویکردهای تحلیلی و مدل‌سازی فضایی پیشرفته هستند (Gupta et al., 2024). این شکاف پژوهشی دقیقاً در منطقه زاگرس و به‌ویژه شهرستان کرمانشاه که تنوع زمین‌ریخت‌شناختی بالایی دارد، مشهود است. در سطح جهانی، مدل‌های ارزیابی ژئوتوریسم از روش‌های ساده امتیازدهی

(مانند پرالونگ و GAM) به سمت رویکردهای تصمیم‌گیری چندمعیاره فضایی تکامل یافته‌اند. Quesada-Valverde & Quesada-Román, 2023. تأکید می‌کنند که مدل‌های نوین باید توانایی در نظر گرفتن وابستگی‌های متقابل میان معیارهای محیطی، اقتصادی و اجتماعی را داشته باشند. در این راستا، فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) به دلیل قابلیت مدل‌سازی بازخورد میان خوشه‌های معیار، نسبت به روش‌های سلسله‌مراتبی (AHP) برتری دارد (جمینی و همکاران، ۱۴۰۴). همچنین، مطالعات اخیر در مناطقی با شرایط زمین‌ساختی مشابه زاگرس (مانند آناتولی شرقی ترکیه) نشان داده‌اند که تلفیق ANP با روش ترکیب خطی وزنی (WLC) در محیط GIS، دقت پهنه‌بندی را افزایش می‌دهد (Sihotang et al., 2025). بر اساس مرور انتقادی منابع، سه شکاف اساسی شناسایی می‌شود:

اول: بیشتر مطالعات داخلی (مانند نجفی و خسروی، ۱۴۰۰؛ رجبی و همکاران، ۱۴۰۴) بر روی ژئوسایت‌های منفرد یا مسیرهای خاص متمرکز بوده‌اند و ارزیابی پهنه‌ای در مقیاس شهرستان که مبنای برنامه‌ریزی منطقه‌ای است، مغفول مانده است.

دوم: علیرغم توصیه‌های محققان بین‌المللی (Nyulas et al., 2025) و (Gupta et al., 2024) مبنی بر لزوم بومی‌سازی مدل‌های MCDM بر اساس شرایط محلی، در ایران همچنان از مدل‌های استاندارد و غیرتلفیقی (بیشتر پرالونگ) استفاده می‌شود که قادر به مدل‌سازی همزمان معیارهای اقلیمی، مورفولوژیک، اجتماعی-اقتصادی و زیست‌محیطی نیستند.

سوم: فقدان اعتبارسنجی مکانی در پژوهش‌های پیشین مشاهده می‌شود. به عبارت دیگر، نقشه‌های نهایی پتانسیل ژئوتوریسم به ندرت با موقعیت عینی ژئوسایت‌های شاخص اعتبارسنجی می‌شوند (جمینی و همکاران، ۱۴۰۴). پژوهش حاضر با تطبیق پهنه‌های دارای پتانسیل «زیاد و خیلی زیاد» با مکان‌هایی مانند طاق بستان، غار پراو و سراب نیلوفر، این شکاف را پر کرده است. هدف پژوهش حاضر، ارزیابی و پهنه‌بندی پتانسیل ژئوتوریسم شهرستان کرمانشاه و شناسایی مناطق اولویت‌دار برای توسعه ژئوتوریسم با تکیه بر مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره (رویکرد ترکیبی ANP-WLC) و تحلیل مکانی در GIS است؛ به گونه‌ای که خروجی پژوهش بتواند مبنای علمی برای برنامه‌ریزی فضایی، مدیریت پایدار منابع و جهت دهی سرمایه‌گذاری گردشگری در مقیاس شهرستان فراهم کند.

مواد و روش‌ها

شهرستان کرمانشاه از مناطق مستعد برای گردشگری می‌باشد که در ضلع غربی ایران بین ۳۳ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۲ متر است. لذا با توجه به موقعیت منطقه و تنوع محیط زمین‌شناسی و وجود کوه‌های بلند و دشتهای پهناور و رودخانه‌های مختلف همگی در کنار هم شرایط جغرافیایی ویژه‌ای را برای گسترش ژئوتوریسم به وجود آورده است و وجود اشکال ژئومورفولوژی نظیر چشمه‌های کارستی، غارهای آهکی، آثار انحلال آهک‌های کارستی و وجود آثار باستانی فراوان و مناظر طبیعی بی نظیر شرایط لازم برای توسعه گردشگری زمین‌شناسی را دارا است (عابدینی و کاظمی، ۱۳۹۱). این شهرستان از شمال به استان کردستان و شهرستان روانسر، از غرب به شهرستان دالاهو و اسلام‌آباد غرب، از جنوب به سفیدکوه و از شرق به استان همدان محدود می‌شود. جمعیت شهر کرمانشاه در سال ۱۳۹۵ به ۹۴۶۶۵۱ نفر و مساحت آن بیش از ۹۰ کیلومتر مربع است (Kermanshah.farhang.gov.ir). کرمانشاه بخشی از زاگرس مرتفع است و شامل ارتفاعات طاقدیسی و دشت‌های ناودیسی می‌شود. این منطقه به دلیل موقعیت کوهستانی، دارای تنوع زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی است که شامل کوه‌های مرتفع، دره‌های عمیق و دشت‌های حاصلخیز است. این ویژگی‌ها باعث شده که کرمانشاه از نظر زمین‌شناسی و طبیعت، منطقه‌ای غنی و متنوع باشد. شهرستان کرمانشاه به دلیل موقعیت جغرافیایی و تاریخی خود، دارای

جاذبه‌های طبیعی و تاریخی متعددی است که برخی از مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: سراب و دیواره طاق بستان (مجموعه‌ای از سنگ‌نگاره‌ها و سنگ‌نبشته‌های دوره ساسانی که در دامنه کوه فرخ‌شاد قرار دارد)، سراب نیلوفر (دریاچه‌ای زیبا با گل‌های نیلوفر آبی) و یآوری، غار پراو (به دلیل داشتن مسیر سخت و صعب‌العبور آن را از سایر غارهای ایران متمایز کرده است) و دو اشکفت، همچنین دیواره بیستون (شکل‌های ۲-۷)، علاوه بر موارد فوق، می‌توان به ژئوسایت‌های دره‌های هزارخانی و چالابه، تنگه مستعلی، ارتفاعات سفید کوه و پراو، رودخانه‌های، قره‌سو، رازآور و مرگ، دشت‌های کرمانشاه، ماهیدشت، سراب‌های طاق بستان، نیلوفر، قنبر، تالاب هشیلان در شهرستان کرمانشاه اشاره کرد (رجبی و همکاران، ۱۴۰۴). ژئوسایت‌های شاخص شهرستان کرمانشاه از نظر فرآیندهای زمین‌ریخت‌شناختی:

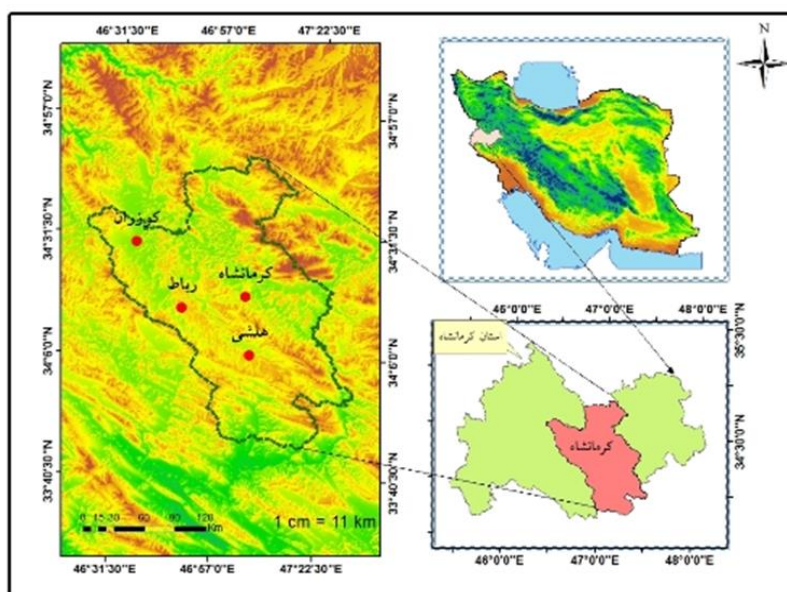
غار پراو: این غار در سازند آهکی آسماری (میوسن) توسعه یافته است. فرآیند غالب، انحلال شیمیایی (کارستی شدن) در امتداد درزه‌ها و گسل‌های منطقه است. عمق زیاد آن حاصل انحلال در شرایط نفوذ عمودی آب و ریزش‌های متوالی سقف تالارها است. وجود استالاکتیت‌ها و استالاکمیت‌های فعال نشان‌دهنده ادامه فرآیند انحلال و رسوب‌گذاری مجدد کربنات کلسیم است.

دیواره بیستون: یک صخره بزرگ ساختاری به ارتفاع حدود ۶۰ متر است که در اثر فرسایش تفاضلی بین لایه‌های سخت آهکی (سازند بیستون - کرتاسه) و لایه‌های نرم مارنی ایجاد شده است. وجود ساختارهای ریزشی قدیمی در پای دیواره و چشمه کارستی دائمی در دامنه، حاصل تقاطع سفره آب زیرزمینی با سطح توپوگرافی است.

سراب طاق بستان: یک چشمه کارستی است که آب حاصل از ذوب برف و بارش در ارتفاعات پراو، پس از نفوذ به درون شکاف‌های آهکی و گردش در سیستم مجاری انحلالی، در این نقطه با فشار خارج می‌شود. دبی بالای این چشمه، نشان‌دهنده توسعه یک شبکه زهکشی زیرزمینی کارستی در پشت دیواره آهکی است.

دره هزارخانی: این منطقه به دلیل ترکیب سنگ‌آهک‌های ضخیم و فعالیت‌های تکتونیک زاگرس، پتانسیل بالایی برای داشتن سیستم‌های غار و چشمه‌های کارستی دارد که از نظر علمی بسیار ارزشمند هستند.

تنگه مستعلی: تمرکز اصلی این ژئوسایت بر روی فرآیند فرسایش است. نحوه برخورد آب با سنگ‌های آهکی و ایجاد این تنگه‌های عمیق، یک آزمایشگاه زنده برای دانشجویان زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی محسوب می‌شود.



شکل ۱. نقشه موقعیت شهرستان کرمانشاه در کشور ایران و استان کرمانشاه



شکل ۲. سراب نیلوفر (Google Image) شکل ۳. غار پراو (Google Image) شکل ۴. سراب و دیواره طاق بستان (Google Image)



شکل ۵. دیواره بیستون (Google Image) شکل ۶. غار دو اشکفت (Google Earth) شکل ۷. سراب یآوری (Google Earth)

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی-توسعه‌ای و از نظر ماهیت و روش، توصیفی-تحلیلی است. داده‌های کیفی از طریق پرسشنامه مقایسات زوجی مبتنی بر طیف ۱ تا ۹ ساعتی و داده‌های مکانی از سازمان نقشه‌برداری کشور، سازمان زمین‌شناسی و تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث تهیه گردید. پایایی ابزار نیز با محاسبه نرخ ناسازگاری (CR) در ماتریس‌های ANP بررسی گردید که مقدار آن در تمامی سطوح کمتر از ۰/۱ به دست آمد که نشان‌دهنده سازگاری قابل قبول قضاوت‌های خبرگان است. داده‌ها از طریق روش‌های کتابخانه‌ای (شامل مرور ادبیات، داده‌های اقلیمی همدیدی، نقشه‌های زمین‌شناسی و نقشه‌های کاربری زمین) و کار میدانی (مشاهده مستقیم و تهیه فهرست جاذبه‌های ژئوتوریسم) جمع‌آوری شد. برای ارزیابی فضایی چند معیاره، از مدل ترکیبی ANP-WLC استفاده شده است. ۹ معیار کلیدی - بارش، شیب، زمین‌شناسی، نزدیکی به جاذبه‌های گردشگری، فاصله از جاده‌ها، فاصله از سکونتگاه‌ها، فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از چشمه‌ها و کاربری اراضی/مناطق حفاظت‌شده- شناسایی و در چهار خوشه موضوعی: اقلیمی، ژئومورفولوژیکی، اجتماعی-اقتصادی و محیطی گروه‌بندی شدند. معیارهای پژوهش بر اساس سه مرحله انتخاب شدند: (۱) مرور سیستماتیک ادبیات جهانی و داخلی در حوزه ژئوتوریسم، (۲) بررسی قابلیت‌های داده‌های مکانی موجود در منطقه مورد مطالعه و (۳) انتخاب معیارها از طریق مطالعات علمی مرتبط با موضوع پژوهش و مصاحبه با ۱۰ نفر از افراد خبره در ژئومورفولوژی و علوم زمین، برنامه‌ریزی گردشگری و GIS. وزن معیارها با استفاده از ANP در نرم افزار SuperDecisions تعیین شد، در حالی که تجزیه و تحلیل فضایی و ادغام لایه‌ها با استفاده از مدل WLC در محیط ArcGIS انجام شد. در این پژوهش، از رویکرد ترکیبی (Hybrid Approach) استفاده شده است؛ بدین صورت که مدل ANP به دلیل توانایی در بررسی وابستگی‌های درونی و بیرونی معیارها، برای تعیین وزن دقیق شاخص‌ها به کار رفته و خروجی آن (بردار وزن)، به عنوان ورودی اصلی در مدل WLC در محیط GIS جهت استانداردسازی و همپوشانی لایه‌ها استفاده شده است. این فرآیند اگرچه تلفیق ریاضی مستقیم نیست، اما یک زنجیره تصمیم‌گیری مکمل و استاندارد در ارزیابی سرزمین محسوب می‌شود. مبنای روش شناختی مطالعه، تلفیق دانش زمین‌شناسی (برای شناسایی پدیده‌ها) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (برای تحلیل فضایی) در چارچوب تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) است. مراحل اجرا

شامل: ۱) مرور ادبیات و استخراج معیارها، ۲) گردآوری داده‌های مکانی و توصیفی، ۳) استانداردسازی لایه‌ها، ۴) وزن‌دهی با ANP، و ۵) تولید نقشه نهایی با WLC است. در این پژوهش، برای استانداردسازی لایه‌ها در محیط نرم‌افزار (ArcGIS)، از توابع عضویت فازی (Fuzzy Membership Functions) استفاده شده است.

روش ترکیب خطی - وزنی (WLC^۱) یکی از پرکاربردترین تکنیک‌های مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) است که بر پایه میانگین وزنی عمل می‌کند و گاهی «روش امتیازدهی وزنی» نیز نامیده می‌شود. در این روش، تصمیم‌گیرنده با توجه به اهمیت نسبی هر معیار، وزنی بین صفر تا یک به آن اختصاص می‌دهد (به‌طوری‌که مجموع کل وزن‌ها برابر با ۱ شود). سپس، مقدار استاندارد شده هر معیار در وزن متناظر آن ضرب شده و جمع مقادیر حاصل، امتیاز نهایی هر گزینه (یا سلول مکانی) را تعیین می‌کند. گزینه‌ای که بیشترین امتیاز را کسب کند، به‌عنوان مناسب‌ترین گزینه برای هدف مورد نظر (پتانسیل ژئوتوریسم) انتخاب می‌شود. روش WLC علاوه بر اینکه همه پارامترها یا لایه‌ها را باهم تلفیق می‌کند، اهمیت هر یک از پارامترها را بر اساس وزنی که به آن پارامتر داده می‌شود را نیز در نظر می‌گیرد (مبوقی و قاسم پور، ۱۳۹۱). شاخص‌ها و زیرمعیارهای به‌کار رفته در این پژوهش شامل: فاصله از جاذبه‌های گردشگری، بارندگی، فاصله از رودخانه، زمین‌شناسی، فاصله از جاده، فاصله از مناطق مسکونی، مناطق حفاظت شده، فاصله از چشمه و شیب زمین است. در نهایت، با تلفیق و هم‌پوشانی لایه‌های استاندارد شده در محیط نرم‌افزار ArcGIS و به‌کارگیری مدل WLC، پهنه‌بندی مناطق با پتانسیل ژئوتوریسم انجام شده است.

مدل ANP (Analytic Network Process) یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) است (محمدمرادی و اخترکاو، ۱۳۸۸) که برای تحلیل مسائل پیچیده با در نظر گرفتن وابستگی‌ها و بازخوردها بین معیارها و گزینه‌ها استفاده می‌شود. هدف این تکنیک تعیین وزن شاخص‌های تصمیم‌است و جهت تعیین وزن این شاخص‌ها ابتدا از مقایسات زوجی استفاده می‌شود. در فرایند تحلیل شبکه امکان در نظر گرفتن وابستگی‌های متقابل بین سطوح معیارها و گزینه و همچنین روابط درونی میان شاخص‌ها نیز وجود دارد. به منظور اجرای مدل ANP مراحل (شناسایی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها، تشکیل ماتریس مقایسات زوجی، محاسبه وزن‌ها و بررسی سازگاری، تشکیل سوپرماتریس و تحلیل اولویت‌بندی نهایی) می‌بایستی به ترتیب انجام گیرد. در این روش تعاملات، وابستگی‌های درونی و بیرونی، بین عناصر و خوشه‌ها و همچنین وابستگی‌های بین گزینه‌ها و معیارها وجود دارد. این کار به انتخاب گزینه‌ی برتر در فضایی نزدیک به واقع کمک خواهد کرد (مومنی و شریفی سلیم، ۱۳۹۰). در پژوهش حاضر همه معیارها و زیرمعیارها در چهار خوشه شامل اقلیم، مورفولوژی، اقتصادی-اجتماعی و زیست‌محیطی قرار گرفته‌اند. بدین صورت که پارامتر بارندگی در خوشه اقلیم، پارامترهای شیب و لیتولوژی در خوشه ژئومورفولوژی، پارامترهای فاصله از جاده، فاصله از مناطق مسکونی و فاصله از جاذبه‌های گردشگری در خوشه اقتصادی-اجتماعی و در نهایت فاصله از رودخانه، فاصله از چشمه، فاصله از مناطق حفاظت شده و کاربری اراضی در خوشه زیست‌محیطی با هم مقایسه گردیدند. سپس به‌منظور تعیین وزن کلاس‌های مختلف هر پارامتر از مدل WLC استفاده شده است. مراحل انجام کار به شرح زیر است:

۱. آماده‌سازی داده‌ها (تولید لایه‌های رستری و استانداردسازی زیر معیارها)
۲. مرحله دوم (تهیه نقشه قابلیت و توانایی ژئوتوریسمی منطقه مورد مطالعه)
۳. مرحله سوم (نقشه نهایی پتانسیل ژئوتوریسم شهرستان کرمانشاه): محاسبه وزن معیارها و زیر معیارها با ANP و تلفیق نهایی با WLC و تولید نقشه پهنه‌بندی

رابطه ترکیب خطی وزنی (WLC) به صورت زیر بیان می‌شود:

$$S_{ij} = \sum W_k X_{ijk}$$

که در آن S_{ij} امتیاز نهایی پتانسیل در سلول (i, j) W_k وزن نرمال شده معیار k از خروجی ANP، و X_{ijk} مقدار استاندارد شده معیار k در سلول مذکور است. این رابطه در محیط Raster Calculator نرم‌افزار ArcGIS پیاده‌سازی گردید.

نتایج

مرحله اول: آماده سازی داده‌ها (تولید لایه‌های رستری و استانداردسازی زیر معیارها)

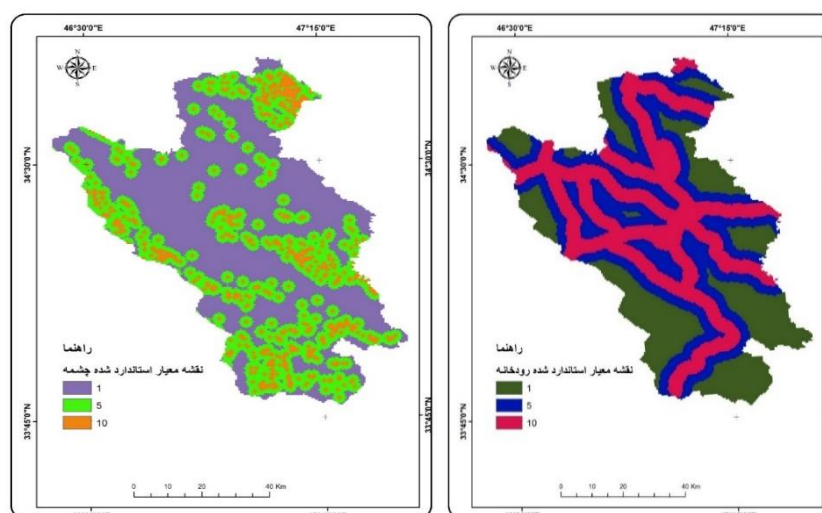
در ابتدا معیارهای مورد نظر جهت ارزیابی پتانسیل ژئوتوریسم در شهرستان کرمانشاه با استفاده از رویکرد ترکیبی ANP-WLC آماده سازی شدند.

فاصله از رودخانه‌ها

فاصله از رودخانه هرچه کمتر باشد بهتر است، زیرا مطلوبیت پهنه برای توسعه ژئوتوریسم بیشتر است. رودخانه‌ها علاوه بر تأمین منابع آب یک محدوده، دارایی جاذبیت‌های طبیعی و تفریحی نیز هستند و فضاهای مجاور آن‌ها برای ژئوتوریسم مطلوب است. بر این اساس بیشتر منطقه شهرستان کرمانشاه برای توسعه ژئوتوریسم شرایط قابل قبولی دارد. در نقشه فاصله از رودخانه به دو طبقه تقسیم شده است، کمترین فاصله از رودخانه با بیشترین امتیاز و بیشترین فاصله از رودخانه با امتیاز صفر در صد مشخص شده است. نقشه بدست آمده از نرمال سازی رودخانه، نشان می‌دهد که مناطق جنوب و مرکز و شمال شرقی از قابلیت ژئوتوریسم بیشتری برخوردار هستند، چون که تعداد رودخانه در این مناطق بیشتر از سایر مناطق شهرستان است. در نقشه نرمال سازی رودخانه، به سه طبقه تقسیم شده است که هر طبقه را با رنگ خاص مشخص شده است، طبقه سبز عدد یک، بنفش عدد پنج، طبقه قرمز عدد ده، همان طور که در نقشه مشاهده می‌شود در طبقه یک، کمترین مقدار نرمال سازی رودخانه با مقدار یک درصد و در طبقه سوم بیشترین میزان نرمال سازی رودخانه با مقدار ده درصد است (شکل ۸).

فاصله از چشمه‌ها

وجود چشمه‌ها یکی از مؤلفه‌های افزایش‌دهنده جاذبیت و پشتیبان قابلیت‌های ژئوتوریسم است. چشمه‌ها خود می‌توانند به‌عنوان ژئوسایت‌های هیدروژئولوژیک مطرح باشند و همچنین وجود آن‌ها در مناطق کارستی، با شکل‌گیری برخی ژئومورفوسایت‌های خاص (مانند غارها و دره‌های انحلالی) همبستگی دارد. علاوه بر این، منابع آب شیرین در بهبود تجربه بازدیدکنندگان و توسعه زیرساخت‌های گردشگری (مانند کمپینگ و خدمات رفاهی) نقش بسزایی دارند. با توجه به نقشه نرمال سازی چشمه‌ها، برای شهرستان کرمانشاه، نقشه بدست آمده نشان می‌دهد که هر چه تعداد چشمه‌ها بیشتر باشد، مطلوبیت پهنه برای ژئوتوریسم بیشتر است. مناطق شمال شرق و شرق دارایی بیشترین تعداد چشمه هستند. در مرحله بعد مناطق غرب و جنوب شهرستان دارایی بیشترین قابلیت برای توسعه ژئوتوریسم هستند. با توجه به ساختمان زمین‌شناسی منطقه، شهرستان کرمانشاه از نظر آب‌های زیرزمینی غنی است. عواملی چون دشت‌های وسیع با بسترهای آبرفتی عمیق، میزان بارندگی سالانه، وجود کوه‌های آهکی و طبقات غیرقابل نفوذ زیرزمینی در آبرفت‌های منطقه، باعث ایجاد آب‌های زیرزمینی شده است. چشمه‌ها می‌توانند بخشی از جاذبه‌های ژئوتوریسمی منطقه را تشکیل دهند. طبعاً فضاهای مجاور آن‌ها، از امتیاز مهمی در حوزه ژئوتوریسم برخوردارند. در نقشه نرمال سازی چشمه‌ها، به سه طبقه تقسیم شده است که هر طبقه با رنگ خاص مشخص شده است، طبقه بنفش عدد یک، طبقه سبز عدد پنج و طبقه نارنجی عدد ده را نشان می‌دهد. همان طور که در نقشه مشاهده می‌شود در طبقه بنفش ما کمترین نرمال سازی چشمه با مقدار یک درصد و در طبقه سوم بیشترین نرمال سازی چشمه با مقدار ده درصد است (شکل ۹).



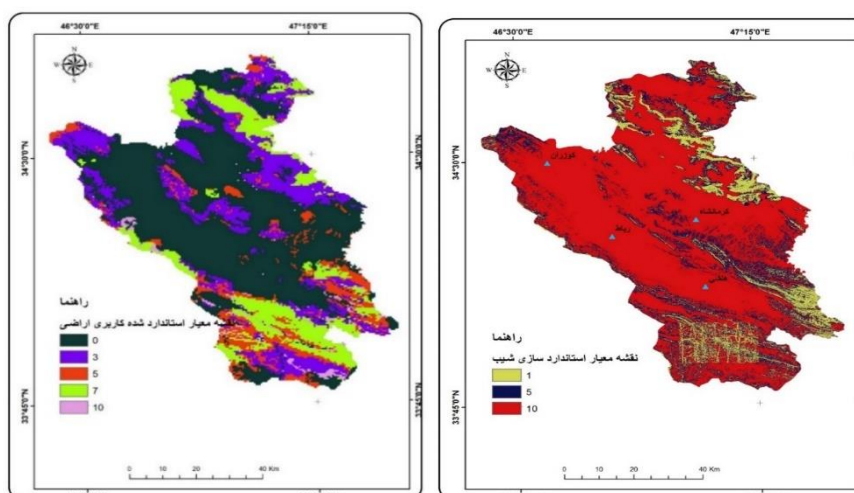
شکل ۸. نقشه نرمال سازی فاصله از رودخانه‌ها شکل ۹. نرمال سازی نرمال سازی فاصله از چشمه‌ها

شیب

نقشه نرمال سازی شیب نشان می‌دهد که هر چه مقدار شیب بیشتر باشد مطلوبیت پهنه برای ژئوتوریسم کمتر است، اکثر مناطق شهرستان دارای شیب زیاد هستند در نتیجه مطلوبیت پهنه برای ژئوتوریسم کمتر است و شهرستان کرمانشاه از نظر شیب دارای کمترین قابلیت برای توسعه ژئوتوریسم است. در نقشه نرمال سازی شیب به سه طبقه تقسیم شده است که هر طبقه با رنگ خاص مشخص شده است. طبقه زرد عدد یک، طبقه آبی عدد پنج و طبقه قرمز عدد ده را نشان می‌دهد. همان طور که در شکل ۹ نشان داده شده است، در طبقه یک کمترین مقدار نرمال سازی شیب با مقدار یک درصد و در طبقه سوم بیشترین مقدار نرمال سازی شیب با مقدار ده درصد است (شکل ۱۰).

کاربری اراضی

کاربری اراضی با تعیین نحوه استفاده از زمین، مستقیماً بر حفاظت، دسترسی، کیفیت و پایداری جاذبه‌های ژئوتوریستی تأثیر می‌گذارد. کاربری‌های سازگار (مانند حفاظتی و خدماتی) پتانسیل ژئوتوریسم را افزایش داده است، در حالی که کاربری‌های ناسازگار (مانند معدن کاری یا شهرنشینی بی‌رویه) آن را تضعیف یا از بین می‌برند. نقشه نرمال سازی کاربری اراضی نشان می‌دهد که مناطق جنوب شرق و غرب دارایی بیشترین قابلیت برای جذب ژئوتوریسم نسب به سایر مناطق شهرستان است (شکل ۱۱).



شکل ۱۰. نقشه نرمال سازی لایه شیب شکل ۱۱. نقشه سازی نرمال سازی لایه کاربری اراضی

مناطق حفاظت شده

مناطق حفاظت شده به عنوان یک معیار در ارزیابی قابلیت‌های ژئوتوریسم مورد استفاده قرار می‌گیرند. منطق علمی آن به شرح زیر است:

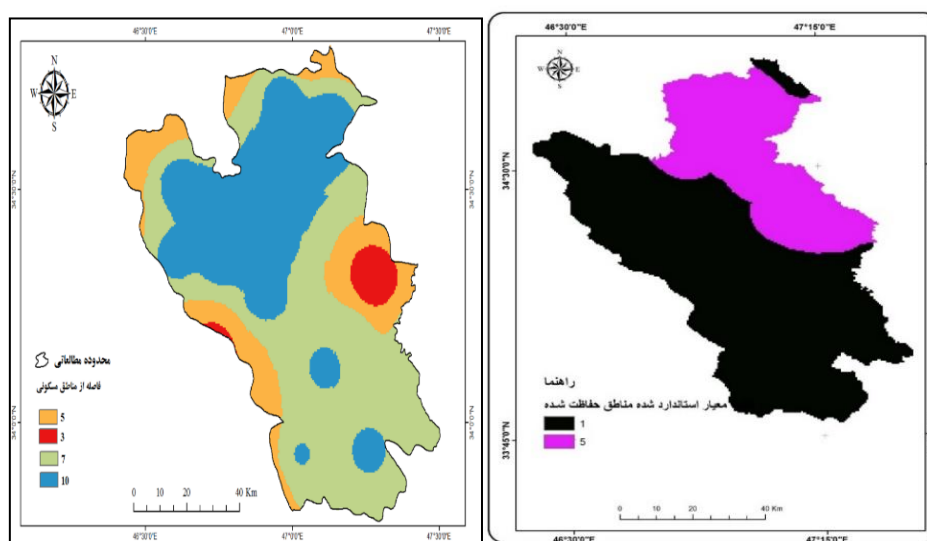
ارزش طبیعی و زیست‌محیطی: مناطق حفاظت شده اغلب دارای اکوسیستم‌های بکر، تنوع زیستی بالا، چشم‌اندازهای طبیعی منحصر به فرد و ژئوسایت‌های دست‌نخورده هستند که ذاتاً جذابیت ژئوتوریستی دارند.

مدیریت و پایداری: وجود این مناطق نشان‌دهنده اولویت حفاظت است و توسعه ژئوتوریسم در آن‌ها می‌تواند با رویکرد پایدار و مسئولانه همراه باشد. در مدل‌سازی و تهیه نقشه، مناطق واقع در داخل این محدوده‌ها امتیاز بیشتری دریافت می‌کنند، زیرا که از پتانسیل طبیعی بالاتری برخوردارند، هرچند که توسعه زیرساخت در آن‌ها ممکن است با محدودیت‌های قانونی همراه باشد که در ملاحظات برنامه‌ریزی آتی باید مدنظر قرار گیرد.

نقشه به دست‌آمده معیار استاندارد شده مناطق حفاظت شده نشان می‌دهد که مناطق شمال شرقی و قسمتی از شرق دارای بیشترین مناطق حفاظت شده هستند و این مناطق از قابلیت بیشتری برای جذب توسعه ژئوتوریسم دارند. جایی که مناطق حفاظت شده هست نمره بیشتری گرفته، مناطق حفاظت شده دارای جاذبه‌های زیادی هستند که روی جاذبه توریستی آن می‌توان کار کرد. مناطق حفاظت شده دارای چشمه و چشم‌اندازهای بدیع است. در این مناطق لندفرم‌های ژئومورفولوژیک متنوعی وجود دارد. این مناطق دارای شیب زیاد، منابع آب فراوان، پوشش گیاهی فراوان، پوشش جنگلی و تمرکزی از چشمه‌ها در این مناطق وجود دارد (شکل ۱۲).

فاصله از مناطق مسکونی (دسترسی و نزدیکی به خدمات و زیرساخت‌ها)

نزدیکی به مناطق مسکونی (در فاصله‌ی متعادل) دسترسی، ایمنی و دسترسی به خدمات و زیرساخت‌های گردشگری را بهبود بخشیده و پتانسیل ژئوتوریسم را افزایش می‌دهد، اما فاصله‌ی بسیار کم ممکن است منجر به فشار انسانی، آلودگی و تخریب میراث زمین‌شناسی شود. در شکل ۱۳ که حاصل نرمال‌سازی فاصله از مناطق مسکونی شهرستان کرمانشاه در محیط ARC GIS است، نشان می‌دهد که منطقه مورد مطالعه به لحاظ فاصله از جاذبه‌های گردشگری به چهار پهنه متفاوت تقسیم شده است. با توجه به شکل مذکور نیمه شمالی شهرستان کرمانشاه دارای بیشترین امتیاز و مناطق شرقی و تاحدودی مرکز محدوده مورد مطالعه از کمترین امتیاز و توانایی جهت توسعه ژئوتوریسم برخوردار هستند.



شکل ۱۲. نقشه نرمال‌سازی مناطق حفاظت شده / شکل ۱۳. نقشه نرمال‌سازی لایه فاصله از مناطق مسکونی

زمین‌شناسی (لیتولوژی)

منظور از زمین‌شناسی، تأکید بر نوع لیتولوژی و سازندهای زمین‌شناسی مانند سازندهای آهکی، مارنی، آواری و پتانسیل آن‌ها در ایجاد ژئومورفوسایتهای دارای جذابیت ژئوتوریستی (مانند قابلیت کارست‌زایی، تشکیل پرتگاه‌ها، دیواره‌های صخره‌ای و چشم‌اندازهای خاص) است. در این پژوهش سازندهای آهکی سخت که قابلیت ایجاد اشکال کارستی و چشم‌اندازهای صخره‌ای را دارند، امتیاز بالاتری دریافت کرده‌اند. حضور کنگلومرای بختیاری در منطقه، علاوه بر ارزش چینه‌شناسی، به دلیل ایجاد چشم‌اندازهای صخره‌ای خشن و رنگ‌آمیزی خاص رسوبات، دارای ارزش زیبایی‌شناختی بالایی برای عکاسی ژئوتوریسم است. همچنین، وجود ساختارهای تکتونیکی مانند تاقدیس و ناودیس در این شهرستان، فرصتی بی‌نظیر برای آموزش زمین‌شناسی ساختاری به دانشجویان و علاقه‌مندان فراهم می‌کند.

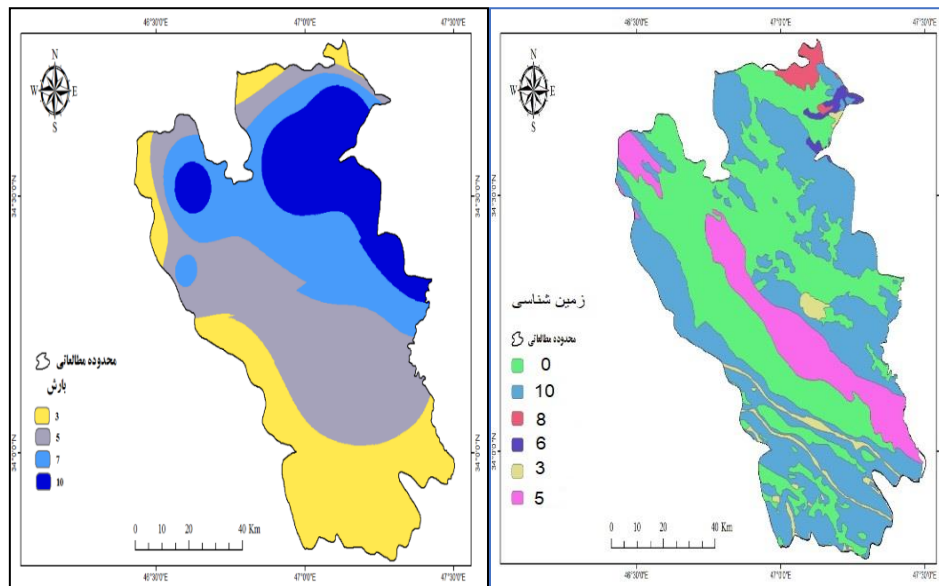
منطقه مورد مطالعه به لحاظ تقسیمات زمین‌شناسی در رشته‌کوه‌های زاگرس (زون زاگرس چین خورده و مرتفع) قرار گرفته است. در این محدوده با توجه به خصوصیات زمین‌شناسی زاگرس سازندهای سخت آهکی که قابلیت صخره‌ای شدن و ایجاد پرتگاه را دارند، به وفور دیده می‌شوند. همان‌گونه که در شکل ۱۴ مشاهده می‌شود، بیشترین مساحت محدوده مورد مطالعه، سازندهای سخت آهکی است. به طوری که مناطق جنوبی، شمال شرق و غرب منطقه را در بر گرفته است. وجود همین سازندهای سخت آهکی منجر به ایجاد لندفرم‌های صخره‌ای و پرتگاهی شده که یکی از جاذبه‌های ژئوتوریسمی شهرستان کرمانشاه، به ویژه به منظور مسابقات صخره‌نوردی است. بنابراین بایستی گفت که به منظور نرمال سازندهای زمین‌شناسی، بالاترین امتیاز به سازندهای سخت آهکی اختصاص داده شد.

بارش شهرستان کرمانشاه

اگرچه بارش به طور مستقیم شاخص تنوع زمین‌شناسی نیست، اما به عنوان یک عامل اقلیمی، از چندین جهت بر پتانسیل ژئوتوریسم منطقه مورد مطالعه تأثیرگذار است:

۱. شکل‌دهی ژئومورفولوژیک: بارش عامل اصلی در فرآیندهای کارستی (مانند غارها و چشمه‌ها) و فرسایشی است که خود موجب ایجاد ژئوسایت‌ها و ژئومورفوسایت‌های متنوع می‌شوند.
۲. ایجاد منابع آبی: بارش، منابع آب زیرزمینی، چشمه‌ها، رودخانه‌ها و پوشش گیاهی را تغذیه می‌کند که عناصر مهمی در جذابیت‌های طبیعی و اکولوژیکی و همچنین رفاه گردشگران هستند.
۳. تأثیر بر شرایط بازدید: رژیم بارش بر دسترسی‌پذیری فصلی و تجربه گردشگری (مانند سرسبزی یا وجود آبشارهای فصلی) تأثیر مستقیم دارد.

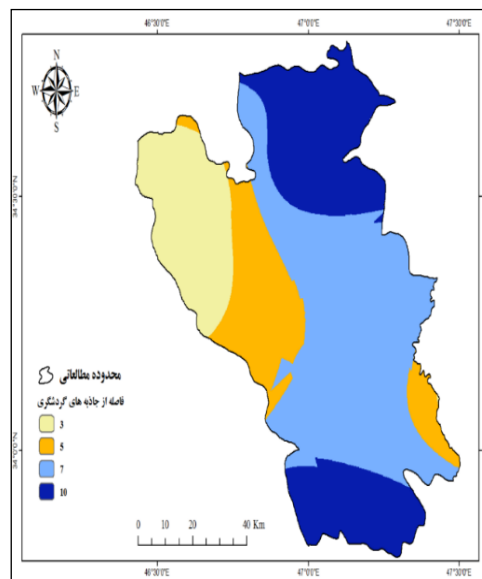
داده‌های مربوط به بارش ایستگاه سینوپتیک شهرستان کرمانشاه نشان می‌دهد که محدوده مورد مطالعه با دارا بودن میانگین ۵۰۲ میلی‌متر بارش سالانه از آب و هوای بالنسبه مطلوبی برای توسعه زمین گردشگری (ژئوتوریسم) برخوردار است. شکل ۱۵ که حاصل درون‌یابی میزان بارش ایستگاه‌های سینوپتیک و باران‌سنجی استان کرمانشاه، با استفاده از روش IDW است، نشان می‌دهد که محدوده مورد مطالعه به چهار پهنه با درجات مطلوبیت متفاوت تقسیم‌بندی شده است. به طوری که بی‌بعد سازی شکل مذکور نشان می‌دهد که مناطق شمال شرق، شمال و تا حدودی مرکز شهرستان کرمانشاه مطلوبیت مناسب‌تری برای توسعه ژئوتوریسم دارا است.



شکل ۱۴: نقشه نرمال سازی زمین شناسی

فاصله از جاذبه‌های گردشگری

منظور از فاصله از جاذبه‌های گردشگری فاصله از جاذبه‌های فرهنگی-تاریخی و طبیعی ثبت شده/شناخته شده در شهرستان کرمانشاه است که شامل آثار تاریخی (مانند طاق بستان) است. شکل ۱۶ که حاصل نرمال سازی فاصله از جاذبه‌های گردشگری شهرستان کرمانشاه در محیط ARC GIS است نشان می‌دهد که منطقه مورد مطالعه به لحاظ فاصله از جاذبه‌های گردشگری به چهار پهنه متفاوت تقسیم شده است. شکل مذکور نشان می‌دهد که مناطق شمال شرق و جنوب و در رده‌های بعدی مناطق مرکزی محدوده مورد مطالعه از بیشترین امتیاز و توانایی جهت توسعه ژئوتوریسم برخوردارند. به عبارت دیگر مناطق شمال شرق و جنوب دارای بیشترین تعداد و کمترین فاصله از جاذبه‌های گردشگری است. بنابراین مناطق مذکور دارای مطلوبیت و توانایی بیشتری برای هدف مورد نظر (ارزیابی توانایی ژئوتوریسم) هستند.



شکل ۱۶: نقشه نرمال سازی فاصله از جاذبه‌های گردشگری

مرحله دوم (تهیه نقشه قابلیت و توانایی ژئوتوریسمی منطقه مورد مطالعه):

در این پژوهش به منظور ارزیابی قابلیت‌های ژئوتوریسمی شهرستان کرمانشاه در نرم‌افزار ARC GIS سه مرحله اصلی به شرح زیر انجام شده است:

- تهیه لایه‌های اطلاعاتی برای هر زیر معیار (شاخص)؛
 - طبقه‌بندی هر لایه اطلاعاتی بر اساس میزان ارزش؛
 - ترکیب همه لایه‌های اطلاعاتی و اعمال ضرایب نهایی مدل ANP و مدل WLC و تهیه نقشه نهایی.
- مرحله اول شامل ساخت لایه‌های اطلاعاتی برای همه زیرمعیارها است. پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی، این لایه‌ها باید طبقه‌بندی گردند. مرحله طبقه‌بندی لایه‌ها از مهم‌ترین مراحل پهنه‌بندی در ARC GIS است. چرا که در این مرحله، لایه‌های اطلاعاتی یک‌بار همانند مدل ANP مورد ارزیابی و سنجش قرار می‌گیرند اما این بار نه خود زیرمعیارها در ارتباط با زیرمعیارها دیگر، بلکه هر زیرمعیارها در داخل خودش و نسبت به خودش با توجه به موضوع و هدف کلی پژوهش (ارزیابی قابلیت ژئوتوریسمی) مورد سنجش واقع می‌گردد. در مدل ANP یک زیرمعیارها را در ارتباط با عنا صر دیگر مقایسه می‌کنند و در نهایت ضریب و ارزش نهایی هر عامل (لایه) به دست می‌آید. هر لایه برحسب نیاز به چند دسته تقسیم می‌گردد و برحسب میزان ارزشی که برای موضوع مورد نظر دارند می‌تواند در طیف‌های عددی مختلف طبقه‌بندی گردند. کلیت کار به این صورت است که کلیه لایه‌های اطلاعاتی طبقه‌بندی شده در یکجا با هم ترکیب شده و سپس ضریب و ارزش نهایی هر عنصر که در مدل ANP تعیین شده است را به این لایه‌ها اعمال می‌گردد. این تحلیل‌ها و ترکیب‌ها توسط ابزار قدرتمند Raster Calculator انجام می‌شود. در این ابزار که کاربردهای بسیار زیادی در مکان‌یابی دارد، به روش‌های مختلف می‌توان لایه‌ها را ترکیب و تحلیل کرد که در اینجا توسط یکی از روش‌های آن که همان جمع لایه‌ها همراه با ضرب آن‌ها در ضرایب ANP است، این فرایند صورت می‌گیرد. ابتدا همه لایه‌های طبقه‌بندی شده روی هم قرار می‌گیرند و سپس وزن نهایی حاصل از مدل ANP به هر کدام از لایه‌ها داده می‌شود.

پس از محاسبه وزن عوامل مؤثر بر ارزیابی توان ژئوتوریسمی منطقه مورد مطالعه و تهیه نقشه‌های مربوط به این عوامل، با استفاده از ترکیب خطی وزنی (WLC) نقشه‌ها با وزن‌های متناظر خود تلفیق شده و در نهایت با ترکیب ضرایب و لایه‌ها، نقشه نهایی ارزیابی قابلیت ژئوتوریسمی به دست می‌آید.

همان‌طوری که قبلاً گفته شد، برای مقایسه زوجی و تعیین ضریب پارامترها از مدل فرایند تحلیل شبکه و برای تعیین سطح تأثیر کلاس‌های هر پارامتر از مدل WLC استفاده شده است. برای اجرای مدل ANP ابتدا بر اساس ماهیت داده‌ها و ارتباطات موجود بین آنها و همچنین با توجه به مطالعات پیشین، و وضعیت منطقه و استفاده از نظرات کارشناسان پارامترها در چهار خوشه اصلی شامل (۱) پارامترهای اقلیمی - (۲) پارامترهای زیست محیطی (۳) پارامترهای اقتصادی - اجتماعی و (۴) پارامترهای ژئومورفولوژیکی دسته‌بندی شدند. در ادامه با مشخص شدن خوشه‌ها، ساختار شبکه‌ای بین خوشه‌ها و پارامترهای در نظر گرفته شده تشکیل شد. تمامی مراحل مربوط به مقایسات زوجی بین خوشه‌ها معیارها و روابط درونی آن‌ها در محیط نرم‌افزار Super Decision صورت گرفته و نتایج کار به صورت جدول ابر ماتریس غیر وزنی، ابر ماتریس وزنی و ابر ماتریس حدی برای ارزیابی توان ژئوتوریسمی منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شد و روابط بین آنها تعیین گردید (جدول ۱-۳).

جدول ۱. نتایج ابر ماتریس وزنی

		هدف	معیار ها (خوشه ها)					زیرمعیارها(شاخص ها)								
		ژئوتوریسم	اقلیم	اقتصادی – اجتماعی	ژئومورفولوژی	زیست محیطی	فاصله از جاده ها	فاصله از رودخانه	کاربری اراضی	زمین شناسی (لیتولوژی)	فاصله از مناطق مسکونی	بارندگی	شیب	مناطق حفاظت شده	فاصله از چشمه	فاصله از جاده
هدف	ژئوتوریسم	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
معیارها(خوشه ها)	اقلیم	۰/۲۶	۰	۰/۱۸	۰/۱	۰/۱۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۰	۰	۰
	اقتصادی- اجتماعی	۰/۳	۰/۱۸	۰	۰/۱۸	۰/۰۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	ژئومورفولوژی	۰/۲۲	۰/۱	۰/۰۵	۰	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	زیست محیطی	۰/۲۲	۰/۰۵	۰/۱	۰/۰۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
زیرمعیارها(شاخص ها)	فاصله از جاذبه ها	۰	۰	۰	۰/۱۷	۰	۰	۰	۰/۰۹	۰	۰/۰۷	۰/۲۲	۰/۰۸	۰/۰	۰	۰
	فاصله از رودخانه	۰	۰/۳۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۸	۰	۰/۱۲	۰/۱۴	۰	۰/۱۴	۰	۰
	کاربری اراضی	۰	۰	۰	۰	۰/۴	۰	۰	۰	۰/۲۸	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۱۴	۰	۰
	زمین شناسی (لیتولوژی)	۰	۰	۰/۵۳	۰	۰	۰	۰	۰/۱۵	۰	۰/۱۷	۰	۰/۲۸	۰/۳	۰	۰
	فاصله از مناطق مسکونی	۰	۰	۰	۰	۰/۱۷	۰	۰	۰/۰۵	۰/۵۴	۰	۰/۲۳	۰/۱۱	۰/۱۱	۰	۰
	بارندگی	۰	۰/۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۱	۰	۰/۱۵	۰/۰۵	۰	۰
	مناطق حفاظت شده	۰	۰	۰	۰/۵	۰	۰	۰/۲۳	۰/۱۳	۰	۰/۰۸	۰/۱۳	۰	۰/۱۲	۰	۱
	شیب	۰	۰/۱۵	۰	۰	۰	۰	۰/۲۸	۰/۰۹	۰	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰	۰
	فاصله از چشمه	۰	۰	۰	۰	۰/۱	۰	۰	۰/۰۳	۰	۰/۱۱	۰	۰	۰	۰	۰
	فاصله از جاده	۰	۰	۰/۱۲	۰	۰	۰	۰/۲۹	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۶	۰	۰/۱۷	۰/۰۷	۰	۰

جدول ۲. نتایج ابر ماتریس غیر وزنی

		معیارها (خوشه‌ها)					زیرمعیارها (شاخص‌ها)										هدف
		ژئوتوریسم	اقلیم	اقتصادی - اجتماعی	ژئومورفولوژی	زیست محیطی	فاصله از جاده‌ها	فاصله از رودخانه	کاربری اراضی	زمین شناسی (لیتولوژی)	فاصله از مناطق مسکونی	بارندگی	شیب	مناطق حفاظت شده	فاصله از چشمه	فاصله از جاده	
معیارها (خوشه‌ها)	ژئوتوریسم	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	هدف
	اقلیم	۰/۲۶	۰	۰/۵۴	۰/۲	۰/۴۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	اقتصادی - اجتماعی	۰/۲	۰/۵۴	۰	۰/۵۴	۰/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	ژئومورفولوژی	۰/۲۲	۰/۲	۰/۱۶	۰	۰/۳۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
	زیست محیطی	۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۲	۰/۱۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
زیرمعیارها (شاخص‌ها)	فاصله از جاذبه‌ها	۰	۰	۰	۰/۲۵	۰	۰	۰	۰/۰۹	۰	۰/۰۹	۰	۰/۰۷	۰/۲۲	۰/۰۸	۰/۰۷	
	فاصله از رودخانه	۰	۰/۵۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۸	۰	۰/۱۲	۰/۱۴	۰	۰/۱۴	۰	۰	
	کاربری اراضی	۰	۰	۰	۰	۰/۵۹	۰	۰	۰	۰/۲۸	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۱۴	۰	۰	
	زمین شناسی (لیتولوژی)	۰	۰	۰/۸	۰	۰	۰	۰	۰/۱۵	۰	۰/۱۷	۰	۳۸/۰	۰/۳	۰	۰	
	فاصله از مناطق مسکونی	۰	۰	۰	۰	۰/۲۵	۰	۰	۰/۰۵	۰/۵۴	۰	۰/۲۳	۰/۱۱	۰/۱۱	۰	۰	
	بارندگی	۰	۰/۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۱	۰	۰/۱۵	۰/۰۵	۰	۰	
	مناطق حفاظت شده	۰	۰	۰	۰/۵	۰	۰	۰/۲۳	۰/۱۳	۰	۰/۰۸	۰/۱۳	۰	۰/۱۲	۰	۱	
	شیب	۰	۰/۲۳	۰	۰	۰	۰	۰/۳۸	۰/۰۹	۰	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰	۰	
	فاصله از چشمه	۰	۰	۰	۰	۰/۱۶	۰	۰	۰/۰۳	۰	۰/۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	
	فاصله از جاده	۰	۰	۰/۲	۰	۰	۰	۰/۲۹	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۶	۰	۰/۱۷	۰/۰۷	۰	۰	

جدول ۳. نتایج ابر ماتریس حدی

[illegible]

پس از تهیه هر کدام از نقشه‌های لازم در فرآیند ارزیابی و همچنین تعیین وزن آنها و محاسبه وزن پارامترها و تشکیل ابرماتریس‌های سه‌گانه (ابر ماتریس غیر وزنی و ابر ماتریس حدی) با استفاده از مدل ANP وزن زیرمعیارها (شاخص‌ها) مربوط به هر خوشه با استفاده از مدل ترکیب خطی وزنی (WLC) محاسبه شد (جدول ۴).

جدول ۴. خوشه‌ها، زیرمعیارها و وزن نهایی گزینه‌ها

معیارها (خوشه‌ها)	زیرمعیارها (شاخص‌ها)	وزن نهایی
اقلیم	بارش	۰/۲۵۳۲
ژئومورفولوژی	زمین‌شناسی (لیتولوژی)	۰/۱۸۳۳
	شیب	۰/۱۱۵۱
اقتصادی- اجتماعی	فاصله از جاده	۰/۱۴۷۸
	فاصله از جاذبه‌های گردشگری	۰/۲۱۳۵
	فاصله از مناطق مسکونی	۰/۱۶۸۴
زیست محیطی	فاصله از رودخانه‌ها	۰/۲۲۴۱
	فاصله از چشمه‌ها	۰/۱۱۹۴
	مناطق حفاظت شده	۰/۱۳۵
	کاربری اراضی	۰/۱۶۴۵

براساس نتایج جدول مذکور از بین زیرمعیارها و گزینه‌های مورد مطالعه به منظور ارزیابی توان ژئوتوریسمی شهرستان کرمانشاه، زیرمعیار وجود اقلیم مناسب از جمله بارش با دارا بودن وزن ۰/۲۵۳۲ دارای بیشترین وزن است. همچنین زیرمعیارهای فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از جاذبه‌های گردشگری، لیتولوژی (سنگ‌شناسی) و فاصله از مناطق مسکونی و به ترتیب با دارا بودن وزن ۰/۲۲۴۱، ۰/۲۱۳۵، ۰/۱۸۳۳ و ۰/۱۶۸۴ به لحاظ اهمیت در مراحل بعدی قرار گرفته‌اند.

مرحله سوم (نقشه نهایی پتانسیل ژئوتوریسم شهرستان کرمانشاه): نقشه نهایی پتانسیل ژئوتوریسم شهرستان کرمانشاه که حاصل تلفیق و همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی فاصله از جاذبه‌های گردشگری، بارندگی، فاصله از رودخانه‌ها، زمین‌شناسی (لیتولوژی)، فاصله از جاده‌ها، فاصله از مناطق مسکونی، مناطق حفاظت شده، فاصله از چشمه‌ها و شیب زمین با استفاده مدل ANP و ضرب این لایه‌ها در وزن متناظر هر کدام از آنها بواسطه روش ترکیب خطی وزنی (WLC) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است، نشان می‌دهد که منطقه مورد مطالعه از نظر دارا بودن پتانسیل ژئوتوریسمی به چهار پهنه کلی شامل: کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم شده است. به طوری که پهنه‌های با پتانسیل کم ۷۸/۴ درصد معادل ۷۴/۳ کیلومترمربع از مجموع مساحت ۹۴ کیلومتر مربع شهرستان کرمانشاه را به خود اختصاص داده است. پهنه‌های با پتانسیل متوسط ۸/۴ درصد (۸/۳ کیلومترمربع) از سطح محدوده مورد مطالعه را در بر گرفته است. همچنین پهنه‌های با پتانسیل ژئوتوریسمی زیاد و خیلی زیاد به ترتیب ۶/۸ (۶/۳ کیلومترمربع) و ۶/۴ (۶/۱ کیلومترمربع) از مساحت شهرستان کرمانشاه را به خود اختصاص داده‌اند. به بیانی دیگر بیش از ۱۲ درصد مساحت منطقه مورد مطالعه از پتانسیل زیاد و خیلی زیادی برای توسعه ژئوتوریسم برخوردار است (جدول‌های ۵ و ۶ و شکل ۱۷). با توجه به شکل ۱۷،

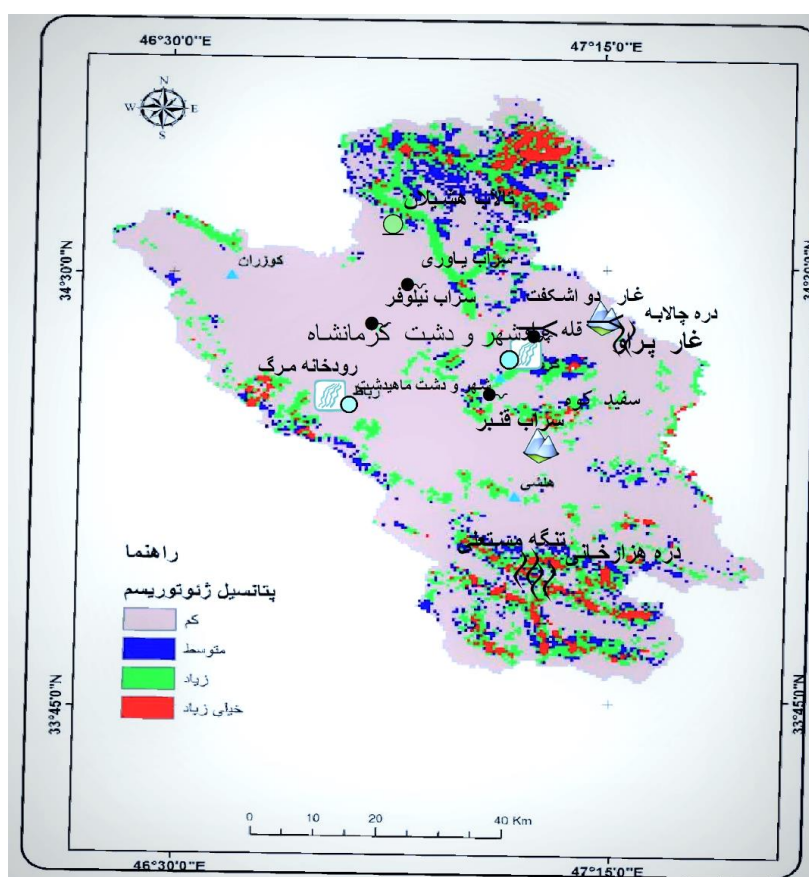
بیشتر جاذبه‌های ژئوتوریسم شهرستان کرمانشاه در پهنه‌های دارای پتانسیل زیاد و خیلی زیاد قرار دارند، که نشان‌دهنده و تاییدکننده نقشه پتانسیل ژئوتوریسم شهرستان کرمانشاه با استفاده از رویکرد ترکیبی ANP-WLC است. همچنین به لحاظ پراکندگی مکانی مناطق مناسب و توانمند بایستی عنوان نمود که مناطق شمال شرق و جنوب شهرستان کرمانشاه بیشترین توانایی و پتانسیل را برای توسعه ژئوتوریسم دارا هستند.

جدول ۵. مساحت طبقات دارای پتانسیل توسعه ژئوتوریسم

طبقه دارای پتانسیل	درصد مساحت	مساحت (km ²)
کم	۷۸/۴	۷۴/۳
متوسط	۸/۴	۸/۳
زیاد	۶/۸	۶/۳
خیلی زیاد	۶/۴	۶/۱
جمع	۱۰۰	۹۴

جدول ۶. شواهد میدانی پهنه‌های با پتانسیل «زیاد و خیلی زیاد» ژئوتوریسم در شهرستان کرمانشاه

مختصات نمونه	ارزش ژئوتوریسمی	شواهد زمین‌ریخت‌شناختی	ژئوسایت‌های شاخص موجود	پهنه مکانی
34°23'14.51"N 47° 7'56.61"E	علمی (ساختارهای تکتونیکی)، زیبایی‌شناختی (ترکیب آب و سنگ)، فرهنگی (نقوش تاریخی)	سنگ‌آهک آسماری با درزه‌های باز، دیواره عمودی با نقوش برجسته ساسانی، چشمه کارستی با دبی بالا	دیواره طاق بستان، سراب طاق بستان، غارهای کوچک انحلالی	مرکز-شرق (منطقه طاق بستان)
34°24'41.19"N 47°14'38.08"E	علمی (رکوردهای جهانی عمق)، آموزشی (فرایندهای کارستی)، ماجراجویانه (غارنوردی فنی)	سازند آهکی ضخیم‌لایه، وجود چاه‌های طبیعی، استالاکتیت و استالاکمیت، شیب زیاد	غار پراو (عمیق‌ترین غار آهکی ایران)، دره‌های انحلالی	مرکز-شرق (منطقه غار پراو)
34°22'44.79"N 47°23'27.21"E	علمی (چینه‌شناسی)، تاریخی (کتیبه داریوش)، ژئومورفولوژیک (پدیده‌های دامنه‌ای)	صخره عظیم آهکی با ساختارهای ریزشی قدیمی، چشمه کارستی دائمی، وجود فسیل در نهشته‌های کنگلومرا	دیواره بیستون، سراب بیستون، غار مر آفتاب	مرکز-شرق (منطقه بیستون)
34°12'30"N 46°55'20"E	علمی (مطالعه فرایندهای کارستی و تکتونیک)، طبیعت‌گردی ماجراجویانه (غارنوردی)	سنگ‌آهک (سازند آسماری/گچساران)، فرسایش کارستی (Karstification)، دره‌های عمیق ناشی از فعالیت‌های تکتونیکی، وجود چاه‌های کارستی و شکاف‌های بزرگ	سیستم‌های کارستی پنهان، دیواره‌های سنگی مرتفع	جنوب شهرستان کرمانشاه (دره هزارخانی)
34°10'45"N 46°53'15"E	آموزشی (ژئومورفولوژی دره‌های تنگ)، اکوتوریسم و عکاسی از مناظر و طبیعت‌گردی ماجراجویانه	فرسایش رودخانه‌ای در سنگ‌های آهکی، ایجاد شیارهای عمیق و تنگ، ساختارهای چین‌خورده تند، دیواره‌های عمودی با پتانسیل ریزش	مجاری آب‌روان تنگ، دیواره‌های صخره‌ای عمودی (کانیون)	جنوب شهرستان کرمانشاه (تنگه مستعلی)



شکل ۱۷. نقشه پتانسیل ژئوتوریسم شهرستان کرمانشاه

بحث

شهرستان کرمانشاه به دلیل قرارگیری در زون چین خورده زاگرس و برخورداری از تنوع لیتولوژیک، اشکال کارستی، منابع آب، چشم‌اندازهای کوهستانی و نیز وجود جاذبه‌های فرهنگی-تاریخی شاخص، ظرفیت بالقوه‌ای برای توسعه ژئوتوریسم دارد. با این حال، نبود ارزیابی مکانی یکپارچه از عوامل مؤثر و تعیین پهنه‌های اولویت‌دار، موجب شده برنامه‌ریزی توسعه ژئوتوریسم مبتنی بر شواهد مکانی کافی نباشد. مهم‌ترین ژئوسایت‌های شهرستان کرمانشاه شامل، سراب و دیواره طاق بستان، سراب‌های نیلوفر، یآوری و خضر زنده، دیواره بیستون، چشمه کوثر، غارهای پراو، دو اشکفت، قیژلان و قلا، دره‌های هزارخانی و چالابه، تنگه مستعلی، ارتفاعات سفید کوه و پراو، رودخانه مرگ، دشت‌های سنجابی و امیرآباد، تالاب هشیلان است.

نتایج مدل‌سازی نشان داد که ۷۸/۴٪ از مساحت منطقه در طبقه پتانسیل کم، ۸/۴٪ متوسط، ۶/۸٪ زیاد و ۶/۴٪ بسیار زیاد قرار گرفته است. بیشترین تمرکز پهنه‌های با پتانسیل بالا در نواحی شمال شرقی و جنوبی شهرستان مشاهده می‌شود. توزیع فضایی وزن معیارها نیز نشان‌دهنده برتری شاخص‌های بارش (۲۵۳۲/۰)، فاصله از آبراهه‌ها (۲۲۴۱/۰) و مجاورت با جاذبه‌های ژئوتوریستی (۲۱۳۵/۰) است. این الگوهای فضایی بازتاب‌دهنده تأثیر هم‌زمان معیارهای زمین‌ساختی، هیدرولوژیک و دسترسی است. مقایسه با مطالعات مشابه نشان می‌دهد که تلفیق ANP با WLC نسبت به روش‌های ایستا مانند AHP، حساسیت بالاتری در شناسایی تعاملات محیطی دارد. بر اساس یافته‌ها، بیش از ۱۲ درصد از مساحت شهرستان کرمانشاه دارای پتانسیل زیاد و بسیار زیاد برای توسعه ژئوتوریسم است که عمدتاً در پهنه‌های شمال شرقی و جنوبی متمرکز شده‌اند که مستقیماً با توزیع سازندهای آهکی ضخیم‌لایه (مانند سازند آسماری) و پدیده‌های کارستی فعال همپوشانی

دارد. این مناطق به دلیل ترکیب ارزش علمی (وجود فسیل یا ساختارهای تکتونیکی) و ارزش زیبایی‌شناختی (چشم‌اندازهای کوهستانی)، نزدیکی به چشمه‌ها و رودخانه‌ها، پتانسیل بالایی برای توسعه ژئوتوریسم دارند. در مقابل، پهنه‌های نامطلوب، عمدتاً به دلیل شیب و بارش کم، فرسایش‌پذیری بالای خاک و فقدان عوارض زمین‌شناختی شاخص شکل گرفته‌اند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که پهنه‌های با پتانسیل ژئوتوریسمی «خیلی زیاد» و «زیاد» عمدتاً با دو عامل ساختاری همپوشانی دارند (۱): رخنمون سازند آهکی آسماری و ۲) مناطق با تراکم بالای خطوط زهکشی). این یافته با نتایج Ahmadi et al. (2022) در شمال غرب زاگرس همسو است که نشان دادند ۷۳٪ از مناطق با ژئودایورسیتی بالا بر روی سازندهای کربناته قرار دارند. اما یک یافته جدید و مهم در این پژوهش، نقش فاصله از جاذبه‌های تاریخی-فرهنگی (با وزن ۰/۲۱۳۵) به عنوان دومین معیار مهم پس از بارش است. این یافته بر خلاف برخی پژوهش‌های پیشین (مانند Pereira et al., 2013) که صرفاً بر معیارهای طبیعی تأکید داشتند، نشان می‌دهد که در مناطق با تمدن کهن (مانند کرمانشاه)، ارزش ترکیبی (زمین‌شناسی + فرهنگ) بسیار تعیین‌کننده‌تر از ارزش صرفاً طبیعی است.

وزن‌دهی معیارها نشان داد بارش، فاصله از رودخانه‌ها، فاصله از جاذبه‌های گردشگری و لیتولوژی نقش تعیین‌کننده‌تری در شک‌گیری پهنه‌های مناسب دارند. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزی توسعه ژئوتوریسم (زیرساخت سبک، مدیریت بازدید، مسیرهای تفسیر و حفاظت از ژئوسایت‌ها) با اولویت پهنه‌های دارای پتانسیل بالا انجام گیرد و در پهنه‌های حساس (به‌ویژه مناطق حفاظت‌شده) رویکرد توسعه مبتنی بر ظرفیت برد و ضوابط حفاظتی اعمال شود.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان داد که رویکرد ترکیبی ANP-WLC چارچوبی کارآمد برای ارزیابی کمی و پهنه‌بندی فضایی پتانسیل ژئوتوریسم در مقیاس شهرستانی ارائه می‌دهد. بر اساس یافته‌ها، بیش از ۱۲ درصد از مساحت شهرستان کرمانشاه دارای پتانسیل زیاد و بسیار زیاد برای توسعه ژئوتوریسم است که عمدتاً در پهنه‌های شمال شرقی و جنوبی متمرکز شده‌اند. این الگوی فضایی تأیید می‌کند که تلفیق رویکرد شبکه‌ای با تحلیل‌های مکانی، دقت تصمیم‌گیری را در شرایط پیچیده محیطی افزایش می‌دهد. نتایج این پژوهش می‌تواند مبنای علمی برای اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی، تدوین طرح‌های مدیریتی ژئوسایت‌ها و توسعه گردشگری پایدار در شهرستان کرمانشاه قرار گیرد.

نتایج پژوهش نشان داد که منطقه مورد مطالعه از نظر دارا بودن پتانسیل ژئوتوریسمی به چهار پهنه دارای پتانسیل کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم شده است. به طوری که پهنه‌های با پتانسیل کم ۷۸/۴ درصد معادل ۷۴/۳ کیلومترمربع از مجموع مساحت ۹۴ کیلومتر مربع شهرستان کرمانشاه را به خود اختصاص داده است. همچنین پهنه‌های با پتانسیل ژئوتوریسمی زیاد و خیلی زیاد به ترتیب ۶/۸ (۶/۳ کیلومترمربع) و ۶/۴ (۶/۱ کیلومترمربع) از مساحت شهرستان کرمانشاه را به خود اختصاص داده‌اند. به بیانی دیگر بیش از ۱۲ درصد مساحت منطقه مورد مطالعه از پتانسیل زیاد و خیلی زیادی برای توسعه ژئوتوریسم برخوردار است. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که جاذبه‌های متعدد طبیعی و اکولوژیکی با ایجاد زمینه‌سازی و بسترسازی مناسب، مهمترین و موثرترین عوامل در جذب گردشگران به منطقه محسوب می‌شوند. همچنان که نتیجه نظر خواهی از گردشگران و کارشناسان حکایت از آن داشت که همه جاذبه‌های طبیعی منطقه دارای اهمیت و مورد توجه گردشگران بوده است. این شهرستان از یک سو دارای جاذبه‌ها و مناطق دیدنی و ژئوتوریسمی کم نظیر متعددی است. از سوی دیگر پیشینه تمدنی و سکونتی آن و وجود مجموعه غارهای باستانی با سنگ نگاره‌های منحصر بفرد و همچنین قرارگیری بین استان‌های مرکزی، همدان، خوزستان، لرستان و ایلام و در مسیر زائران عتبات عالیات، می‌تواند

زمینه جذب بسیاری از گردشگران را فراهم آورد. طبیعت‌گردی و زمین‌گردشگری از جمله بخش‌های مهم و سرمایه‌بر اقتصادی است که در مراحل نخست توسعه، نیازمند ایجاد زیرساخت‌های بنیادی در ابعاد اقامتی، حمل و نقل، ارتباطات و دیگر حوزه‌های مرتبط است که متأسفانه به دلایل گوناگون از جمله فراهم نبودن بسترهای اقتصادی مناسب در استان و شهرستان کرمانشاه برای جذب سرمایه‌گذاری در این حوزه، عدم آگاهی سرمایه‌گذاران از ظرفیت‌های موجود، تبلیغات ناکافی، عدم ثبت ژئوپارک‌های استان و شهرستان کرمانشاه و مواردی از این قبیل منجر به عدم توسعه صنعت گردشگری منطقه مورد مطالعه شده است. در این میان آنچه ضروری به نظر می‌رسد فراهم ساختن بستر جذب و جلب گردشگران به منطقه با ایجاد انواع خدمات استاندارد، آموزش کافی در زمینه گردشگری، تهیه نقشه‌های راهنما و بروشورهای تبلیغاتی لازم به منظور اطلاع‌رسانی به گردشگران و اطلاعات ضروری که نیاز یک گردشگر را تأمین می‌کند، اقدام نمود. تنها بهره‌مندی از جاذبه‌های توریستی و رسیدگی به معیارها اولیه گردشگری و بهبود وضعیت آنها یا همان کاربری‌های اصلی برای توسعه گردشگری کفایت نمی‌کند بلکه باید به بخش دوم معیارها توریستی یعنی مواردی که نیازهای گردشگران را تأمین می‌کند مانند، تأسیسات و تجهیزات، رستوران‌ها، هتل‌ها، مراکز گذران اوقات فراغت و... نیز توجه جدی معطوف گردد و جهت بهبود آنها برنامه‌ریزی نمود. به عبارت دیگر بهره‌مندی از جاذبه‌های گردشگری شرط لازم برای توسعه گردشگری است اما شرط کافی نیست. همچنین پیشنهاد می‌شود مطالعات آتی با به‌کارگیری روش‌های یادگیری ماشین و در نظر گرفتن شاخص‌های تغییرات کاربری اراضی و اقلیمی، پویایی پتانسیل ژئوتوریسم را در بازه‌های زمانی بلندمدت ارزیابی نمایند.

منابع

- اراده کل فرهنگ و ارشاد اسلامی کرمانشاه (۱۴۰۰)، معرفی استان کرمانشاه، Kermanshah.farhang.gov.ir.
- اکبریان، محمد (۱۴۰۰). ارزیابی اثرات زیست‌محیطی توسعه ژئوتوریسم در جزیره هرمز. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۱۰(۱)، ۲۰-۳۹. <https://doi.org/10.22034/gmpj.2021.266888.1248>
- امری کاظمی، علیرضا (۱۳۸۸). اطلس توانمندی‌های ژئوتوریسم ایران، *انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور*، مجری طرح پایگاه داده‌های علوم زمین کشور.
- بابلی موخر، حمید و نگهبان، سعید (۱۴۰۱) معرفی و قابلیت سنجی توان‌های ژئوتوریسم شهرستان بهمنی با استفاده از مدل‌های Pereira، جغرافیای طبیعی، ۱۵(۵۷)، ۹۰-۶۳. <https://civilica.com/doc/1631743>
- ثروتی، محمدرضا؛ کزازی، الهام (۱۳۸۵). ژئوتوریسم و فرصت برنامه‌ریزی آن در استان همدان، *فضای جغرافیایی*، ۱۶، ۱-۳۷. magiran.com/p640674
- جمینی، داود؛ جوان، فرهاد و حیدریان، بیتا (۱۴۰۴). بررسی و مقایسه اثرات ژئوتوریسم و شناسایی عوامل مرتبط با آن در سکونتگاه‌های روستایی غرب ایران. *فضای جغرافیایی*، ۲۵ (۹۰)، صص ۴۳-۶۵. <http://geographical-space.iau-ahar.ac.ir/article-۱۱۷۱-fa.html>
- راهداری، وحید؛ سفینیان، علیرضا؛ پورمنافی، سعید؛ ملکی، سعیده؛ پورمردان، وحید (۱۴۰۱). ارزیابی چندمعیاره قابلیت طبیعت‌گردی به روش ترکیب خطی وزن‌دار و ترکیب آن با روش فازی. *گردشگری و توسعه*، ۱۱(۴)، ۱۹-۳۱. <https://doi.org/10.22034/jtd.2021.303942.2445>
- رجبی، معصومه؛ زنگنه‌تبار، زهرا؛ روستایی، شهرام (۱۴۰۴). ارزیابی توان ژئوتوریسمی و ارائه الگوهای بهینه توسعه ژئوتوریسم (مطالعه موردی: استان کرمانشاه). *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۱۴(۱)، ۴۵-۶۳. <https://doi.org/10.22034/gmpj.2025.483525.1526>
- شایان، سیاوش، شریفی‌کیا، محمد و زارع، غلامرضا (۱۳۸۹). ارزیابی توانمندی ژئومورفوتوریستی لندفرمها براساس روش پراونگ مطالعه موردی: شهرستان داراب، *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۲(۲)، ۷۳-۹۱. https://jargs.hsu.ac.ir/article_161267.html

- شریفی پیچون، محمد؛ قادری، مهدیه (۱۴۰۱). ارزیابی قابلیت‌های زمین‌گردشگری سایت‌های ژئومورفولوژیکی کویری بر اساس روش کامنسکوی اصلاح شده (مطالعه موردی کویرهای استان یزد). *پژوهشهای ژئومورفولوژی کمی*، ۱۱(۳)، ۱۸۰-۱۹۹. <https://doi.org/10.22034/gmpj.2022.346892.1358>
- عابدینی، موسی و کاظمی، اقدس (۱۳۹۱). ژئوتوریسم شهرستان کرمانشاه با رویکرد توسعه پایدار، *اولین همایش ملی توسعه پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک*، ابرکوه، <https://civilica.com/doc/177430>
- فتوحی، صمد؛ تقی‌زاده، زهرا و رحیمی، دانا (۱۳۹۱). ارزیابی توانمندی‌های ژئومورفوتوریستی لندفرم‌ها براساس روش پرالونگ مطالعه‌ی موردی: منطقه نمونه گردشگری بیستون، *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۲(۲۶)، ۲۳-۴۶. https://jgs.khu.ac.ir/article_5151.html
- گلی مختاری، لیلیا، نگهبان، سعید و شفیع، نجمه. (۱۳۹۷). تحلیل مقایسه‌ای ژئودایورسیتی (تنوع زمین‌شناختی) در حوضه‌های شمال غربی استان فارس. *پژوهشهای ژئومورفولوژی کمی*، ۷(۳)، ۱۶۳-۱۵۱. <https://20.1001.1.22519424.1397.7.3.9.7>
- مبرقعی، نغمه و قاسم پور، نگار (۱۳۹۱). کاربرد روش ترکیب خطی وزنی (WLC) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری، *دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست*، تهران. <https://civilica.com/doc/147747>
- محمدمرادی، اصغر و اخترکاو، مهدی (۱۳۸۸). روش‌شناسی مدل‌های تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره، *آرمانشهر*، ۲(۲)، ۱۱۶-۱۲۵. <https://www.sid.ir/paper/202527/fa>
- مختاری، داود (۱۳۸۹). ارزیابی توانمندی اکوتوریستی مکان‌های ژئومورفولوژیکی حوضه‌ی آبریز آسیاب خرابه در شمال غرب ایران به روش پرالونگ، *جغرافیا و توسعه*، ۸(۱۸)، ۲۷-۵۲. <https://doi.org/10.22111/gdij.2010.1119>
- مقصودی، مهران؛ شمسی‌پور، علی و نوربخش، سیده فاطمه (۱۳۹۰). پتانسیل‌سنجی مناطق بهینه‌ی توسعه ژئومورفوتوریسم (مطالعه‌ی موردی: منطقه مرنجاب در جنوب دریاچه نمک)، *پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی*، ۴۳(۷۷)، ۱-۱۹. https://jphgr.ut.ac.ir/article_23626.html
- مومنی، منصور و شریفی سلیم، علیرضا (۱۳۹۰). مدل‌ها و نرم افزارهای تصمیم‌گیری چند شاخصه، چاپ اول، *انتشارات مولفین*.
- نجفی، اسماعیل و احمدی دهرشید، پارسا (۱۴۰۲). ارزیابی پتانسیل گردشگری شهرستان دهگلان با تأکید بر جاذبه‌های ژئوتوریسمی. *مطالعات جغرافیایی مناطق کوهستانی*، ۱۴(پیاپی ۱۳)، ۱۲۷-۱۴۷. https://gsma.lu.ac.ir/article_707886.html
- نجفی، اسماعیل؛ خسروی، شیوا (۱۴۰۰). بررسی و تحلیل عوامل موثر بر گردشگری شهرستان کرمانشاه با تأکید جاذبه‌های ژئوتوریسمی، *هشتمین همایش ملی ژئومورفولوژی، کارکردها و ضرورتها*، پنجم آبان ۱۴۰۰، دانشگاه تهران- دانشکده جغرافیا. <https://civilica.com/doc/1382355>
- نگهبان، سعید، درتاج، دیانا و رحیمی هرابادی، سعید. (۱۳۹۷). ارزیابی قابلیت و ظرفیت‌های گردشگری میراث‌های زمین‌شناختی در محوطه‌های ژئوتوریستی (نمونه موردی: ژئومورفوسایت‌های نمونه استان هرمزگان). *فصلنامه علمی برنامه ریزی منطقه ای*، ۸(۲۹)، ۱۴۰-۱۲۵. <https://20.1001.1.22516735.1397.8.29.10.8>
- نظافت تکه، بهروز؛ نظامی‌وند چگینی، محمد؛ موسوی، سیده ندا و دهقانی، پریسا (۱۴۰۴). تحلیل و ارزیابی رقابت‌پذیری پتانسیل‌های ژئوتوریستی و ژئومورفولوژیکی استان گیلان (مطالعه موردی: شهرستان ماسال، اولسینگاه، شاندرمن)، *فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه‌ای*، ۶(۲)، ۸۵-۹۷. https://www.srds.ir/article_214781.html
- یمانی، مجتبی؛ عظیمی‌راد، صمد و باقری‌سیدشکری (۱۳۹۱). بررسی قابلیت‌های ژئوتوریسمی ژئومورفوسایت‌های منطقه سیمره با استفاده از روش پرالونگ، *جغرافیا و پایدار محیط*، ۲(پیاپی ۱)، ۶۹-۸۸. https://ges.razi.ac.ir/article_174.html
- Ahmadi, M., Derafshi, K., Mokhtari, D., Khodadadi, M. & Najafi, E. (2022). Geodiversity Assessments and Geoconservation in the Northwest of Zagros Mountain Range, Iran: Grid and Fuzzy Method Analysis. *Geoheritage*, 14, 132. <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00769-7>.
- Albani RA, Mansur KL, Carvalho IS, Santos WFS. (2020a). Quantitative evaluation of the geosites and geodiversity sites of João Dourado Municipality (Bahia-Brazil). *Geoheritage*, 12, 46. <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00468-1>.

- Aleksova, B. Milevski, I. Lukić, T. Marković, S. Manevska, I.(2025). Preliminary evaluation of Geosites for nature-based tourism in Mavrovo and Šar Planina National Parks, North Macedonia, *International Journal of Geoheritage and Parks*,13(3), 473-488. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2024.11.013>.
- Ferrando, A. Faccini, F. Coratza, P. Reynard, E.(2025). The ‘management perimeter’: A proposal for effective conservation of geomorphosites, *Geomorphology*, Volume 472, 109591. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2025.109591>.
- Gupta, V., Anand, S., Wei, D., Wang, G., & Tripathi, S. C. (2024). Exploring applied sustainable strategies through geoheritage and geotourism: A systematic literature review. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 12(4), 660-677. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2024.07.001>
- D. Vujičić, M., A. Vasiljević, D., B. Marković, S., A. Hose, T., Lukić, T., Hadžić, O., & Janičević, S. (2011). Preliminary geosite assessment model (gam) and its application on Fruška gora mountain, potential geotourism destination of Serbia. *Acta Geographica Slovenica*, 51(2), 361–376. <https://doi.org/10.3986/AGS51303>.
- Kubalíková, L. and Kirchner, K..(2016). Geosite and Geomorphosite Assessment as a Tool for Geoconservation and Geotourism Purposes: a Case Study from Vizovická vrchovina Highland (Eastern Part of the Czech Republic), *Geoheritage*,8(1):5–14. DOI: [10.1007/s12371-015-0143-2](https://doi.org/10.1007/s12371-015-0143-2).
- Kubalíková, L. Kirchner, K.,2015.Geosite and Geomorphosite Assessment as a Tool for Geoconservation and Geotourism Purposes: a Case Study from Vizovická vrchovina Highland (Eastern Part of the Czech Republic). *Geoheritage*. DOI: [10.1007/s12371-015-0143-2](https://doi.org/10.1007/s12371-015-0143-2).
- Mokhtari, D. Roostaei, S. Khodadadi, M. Ahmadi, M. Ebrahimi, O & Shahabi, H.(2019). Evaluation of the Role of Environmental Education in Manesht and Ghelarang Geotourism Destination, Iran. *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*, DOI: [10.1080/1528008X.2019.1616039](https://doi.org/10.1080/1528008X.2019.1616039).
- Nyulas, J., Szep, R., & Bodor, Z. (2025). Twenty-five years of scientific production on geoparks: A bibliometric analysis. *Sustainability*, 17(5), 2218. <https://doi.org/10.3390/su17052218>.
- Pereira, D, Pereira,P. Brilha, J. Santos, L.,2013. Geodiversity assessment of Paraná state (Brazil): an innovative approach. *Environ Manag*, 52: 541–552.<https://doi.org/10.1007/s00267-013-0100-2>.
- Quesada-Valverde, M. E., & Quesada-Román, A. (2023). Worldwide trends in methods and resources promoting geoconservation, geotourism, and geoheritage. *Geosciences*, 13(2), 39. <https://doi.org/10.3390/geosciences13020039>
- Sihotang, D. S., Suhud, U., & Handaru, A. W. (2025). Strengthening the Theoretical of Geotourism: A Systematic Literature Review. *International Student Conference on Business, Education, Economics, Accounting, and Management (ISC-BEAM)*, 4(2). Retrieved from <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/isc-beam/article/view/61593>.
- Tamang, L., Mandal, U., Karmakar, M., Banerjee, M., Ghosh, D.(2023). Geomorphosite evaluation for geotourism development using geosite assessment model (GAM): A study from a Proterozoic terrain in eastern India, *International Journal of Geoheritage and Parks*, Volume 11, Issue 1, Pages 82-99. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2577444122000855>.