



Assessment of Sustainable Geotourism Development Potential and Geosite Degradation Risks in Arid Regions of Iran (Case Study: Tabas County)

Fahimeh Asadollahi¹ | Leila Goli Mokhtari^{2✉}  | Javad Jamalabadi³

1. Department of Climatology and Geomorphology, Faculty of Geography and Environmental Science, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran. f.asadollahey71@gmail.com

2. Corresponding Author, Department of Climatology and Geomorphology, Faculty of Geography and Environmental Science, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran. l.mokhtari@hsu.ac.ir

3. Department of Climatology and Geomorphology, Faculty of Geography and Environmental Science, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran. javadjamalabadi@yahoo.com

Article Information

Research Paper

Vol:	16
No:	62
P:	37-58
Received:	2025-02-23
Revised:	2025-06-10
Accepted:	2025-06-11
Published:	2026-02-01

Keywords:

- Geotourism
- Geosites
- Tabas
- Brilha Model
- GAM Model

Cite this Article:

Asadollahi, Fahimeh., Goli Mokhtari, Leila & Jamalabadi, Javad. (2026). Assessment of Sustainable Geotourism Development Potential and Geosite Degradation Risks in Arid Regions of Iran (Case Study: Tabas County). *Journal of Arid Regions Geographic Studies* 16(62): 37-58.
doi: 10.22034/jargs.2025.508345.1181

Publisher: Hakim Sabzevari University

Authors retain the copyright and full publishing rights.



Abstract

Aim: This study aims to assess the geotourism potential of Tabas County and analyze the region's natural and geological tourism capacities using the Brilha and GAM models. Additionally, the research focuses on evaluating the degradation risk of geosites and proposing strategies for the sustainable development of tourism in the area.

Materials & Methods: The data were collected through field surveys, document analysis, and library research. To analyze the geosites in the region, the Brilha and GAM models were employed. In the Brilha model, geosites were assessed based on four main criteria as scientific value, educational potential, touristic potential, and degradation risk.

Finding: Geosites such as the Nayband Fault (209), Halvan Desert (194), and Shotoran Mountains (179) possess the highest scientific and touristic capacities and could become major geotourism destinations. In terms of touristic-educational potential, the Kal Sardar (375), Morteza Ali Hot Spring (352), and Naybandan Wildlife Refuge (348) geosites received the highest scores. Furthermore, the Halvan Desert (315), Pir Hajat Doline (280), and Kal Jenni (295) geosites were found to be at the most significant risk of degradation due to human activities and resource extraction.

Conclusion: It can be concluded that Tabas County, with its unique geosites, holds significant potential for the development of scientific, natural, and cultural tourism. To ensure the sustainable utilization of these capacities, the implementation of proper management policies and protective measures is essential. Moreover, focusing on scientific and educational assessments can play a key role in both conserving these geotourism attractions and promoting them to nature-oriented tourists.

Innovation: The integration of quantitative geosite assessment with degradation risk analysis in a global geopark located in an arid region. By emphasizing the conservation challenges of vulnerable geosites, the study offers a framework for prioritizing management and protection interventions.

Extended Abstract

1. Introduction

The tourism industry, especially in areas with unique geological and natural features, is recognized as an important economic sector in many countries. One of the distinct branches of this industry is geotourism, which focuses on attracting tourists to areas with notable geological phenomena. Geotourism is a compound term derived from "Geo," meaning Earth, and "tourism," referring to travel for pleasure or education. It represents a branch of tourism that is based on geological features, geomorphology, and natural landscapes. In other words, geotourism encompasses all aspects of tourism centered around geographical landscapes, geomorphic forms and processes, and geological phenomena. Beyond simply visiting these attractions, it also incorporates elements of education, conservation, and public awareness. The goal of geotourism is not only to promote scientific and sustainable tourism but also to strengthen the human connection with the Earth and enhance public understanding of natural processes. Geotourism not only emphasizes educational and scientific aspects but also plays a significant role in cultural and economic development, fostering sustainable growth in different regions. Tabas County, located in South Khorasan Province, Iran, is recognized as one of the regions with remarkable geomorphological diversity and unique geological phenomena such as active faults, karst formations, deserts, and volcanic structures. Given its unique natural features, including active geological processes, Tabas is an ideal location for developing geotourism in Iran. This research aims to assess the geotourism potential of Tabas County and analyze the scientific, educational, and touristic capacities of this region using two well-established quantitative models.

2. Materials and Methods

This research was conducted using a descriptive-analytical approach. Initially, various geosites in Tabas County were identified and listed. To assess these geosites, two quantitative models, Brehila and GAM, were applied. The Brehila model specifically evaluates geosites based on four primary criteria: scientific value, educational potential, touristic potential, and risk of degradation. This model helps prioritize geosites based on their strengths and weaknesses and is useful for determining which sites should be targeted for tourism development. The GAM model, on the other hand, evaluates the primary and complementary values of geosites, including scientific, educational, and touristic aspects. Data collection was performed through field studies, interviews with experts, and the use of GIS software like ArcGIS and Excel for data analysis.

3. Results and discussion

The results of this study showed that geosites such as the Nayband Fault, Shotori Mountains, and Halvan Desert have the highest scientific and touristic potential. Specifically, the Nayband Fault, being one of the oldest and most active faults in Iran, offers unique opportunities for geological research. The Shotori Mountains, with their distinctive tectonic and natural features, also have significant appeal for both tourists and geological researchers. In the educational-touristic evaluation, geosites such as Kal Sadr Gorge, Morteza Ali Hot Springs, and Nayband Wildlife Refuge scored the highest. These geosites were ranked high due to their accessibility, existing infrastructure, and educational value for tourists. Additionally, in terms of risk of degradation, sites like Halvan Desert, Pir Hajjat Dolines, and Kal Jeni are at high risk due to human activities such as resource extraction and climate change. The comparison of results from the Brehila and GAM models showed differences in the prioritization of geosites. In the Brehila model, Kal Sadr, Nayband Fault, and Pir Hajjat Dolines scored the highest in terms of scientific and touristic value. In contrast, the GAM model prioritized Nayband Fault, Porvarde Desert, and Pir Hajjat Dolines for tourism development. These differences highlight the importance of using multiple models to achieve a more comprehensive understanding of geosite values.

4. Conclusion

This research indicates that Tabas County, with its high geotourism potential, can serve as an important destination for both scientific and educational tourism. The region's diverse geosites and natural features, such as active faults, deserts, volcanic structures, and karst formations, provide valuable opportunities for researchers, tourists, and nature enthusiasts. However, for the sustainable utilization of these resources, effective management policies and protective measures are essential to prevent the degradation of geosites.

Attention should be paid to the preservation of these geosites, and protective actions must be taken to mitigate the negative impacts of human activities and climate change. By implementing effective management strategies, it is possible to ensure that these valuable natural resources remain accessible for future generations while promoting sustainable tourism.

5. Acknowledgement & Funding

This article is derived from the Master's thesis of Ms. Fahimeh Asadollahi and was carried out with the support of Hakim Sabzevari University.

6. Conflict of Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.




دانشگاه حکیم سبزواری

مطالعات جغرافیایی مناطق خشک



ارزیابی پتانسیل توسعه پایدار ژئوتوریسم و خطرات تخریب ژئوسایت‌ها در مناطق خشک ایران (مطالعه موردی: شهرستان طبس)

فهیمة اسدالهی^۱، لیلا گلی مختاری^۲ , جواد جمال آبادی^۳

۱- گروه آب و هواشناسی و ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران. f.asadollahy71@gmail.com

۲- نویسنده مسئول، گروه آب و هواشناسی و ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران. l.mokhtari@hsu.ac.ir

۳- گروه آب و هواشناسی و ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران. javadjamalabadi@yahoo.com

چکیده:

هدف: این پژوهش با هدف ارزیابی ظرفیت‌های ژئوتوریسمی شهرستان طبس و تحلیل پتانسیل‌های گردشگری طبیعی و زمین‌شناسی منطقه از طریق مدل‌های بریلها و GAM انجام شد. همچنین، در این مطالعه بررسی ریسک تخریب‌پذیری ژئوسایت‌ها و پیشنهاد راهکارهایی برای توسعه پایدار گردشگری در این منطقه مورد توجه قرار گرفت.

روش و داده: داده‌های این پژوهش از طریق مطالعات میدانی، اسنادی و کتابخانه‌ای گردآوری شدند. برای تحلیل و ارزیابی ژئوسایت‌های منطقه، از مدل‌های بریلها و GAM استفاده شد. در مدل بریلها، ژئوسایت‌ها بر اساس چهار معیار اصلی شامل ارزش علمی، پتانسیل آموزشی، پتانسیل گردشگری و ریسک تخریب‌پذیری ارزیابی شدند. مدل GAM نیز به ارزیابی ارزش‌های اصلی و مکمل ژئوسایت‌ها پرداخت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که ژئوسایت‌هایی مانند گسل نایبند (۲۰۹)، کویر حلوان (۱۹۴) و کوهستان شتری (۱۷۹) دارای بالاترین ظرفیت‌های علمی و گردشگری هستند و می‌توانند به مقاصد اصلی جذب گردشگران تبدیل شوند. در ارزیابی ظرفیت توریستی-آموزشی، ژئوسایت‌های کال سردر (۳۷۵)، چشمه آبگرم مرتضی علی (۳۵۲) و پناهگاه حیات وحش نایبندان (۳۴۸) بیشترین امتیازات را کسب کردند. همچنین، ژئوسایت‌های کویر حلوان (۳۱۵)، دولین پیر حاجات (۲۸۰) و کال جنی (۲۹۵) به دلیل فعالیت‌های انسانی و استخراج منابع طبیعی در معرض بیشترین خطر تخریب قرار دارند.

نتیجه‌گیری: بر مبنای یافته‌های تحقیق می‌توان عنوان کرد که شهرستان طبس با داشتن ژئوسایت‌های منحصربه‌فرد، پتانسیل بالایی برای توسعه گردشگری علمی، طبیعی و فرهنگی دارد. به منظور بهره‌برداری پایدار از این ظرفیت‌ها، اجرای سیاست‌های مدیریتی مناسب و اتخاذ تدابیر حفاظتی ضروری است. همچنین، توجه به ارزیابی‌های علمی و آموزشی می‌تواند نقش مهمی در حفاظت و همچنین معرفی این جاذبه‌ها به گردشگران محیط‌های طبیعی ایفا کند.

نوآوری، کاربرد نتایج: از مهم‌ترین جنبه‌های نوآورانه این پژوهش می‌توان به ترکیب ارزیابی کمی ژئوسایت‌ها با تحلیل ریسک تخریب‌پذیری در یک ژئوپارک جهانی واقع در منطقه‌ای خشک اشاره کرد. این مطالعه با تمرکز بر چالش‌های حفاظتی در ژئوسایت‌های آسیب‌پذیر، چارچوبی برای اولویت‌بندی مداخلات مدیریتی و حفاظتی ارائه می‌دهد. نتایج این تحقیق می‌تواند به تصمیم‌گیران در تدوین برنامه‌های توسعه پایدار ژئوتوریسم کمک کند و الگوی مناسبی برای مدیریت میراث زمین‌شناختی در مناطق خشک ارائه نماید.

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی

دوره: ۱۶

شماره: ۶۲

صفحه: ۳۷-۵۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۵

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۱/۱۲

کلیدواژه‌ها:

- ژئوتوریسم
- ژئوسایت
- طبس
- مدل بریلها
- مدل GAM

نحوه ارجاع به این مقاله:

اسدالهی، فهیمة، گلی مختاری، لیلا و جمال‌آبادی، جواد. (۱۴۰۴). ارزیابی پتانسیل توسعه پایدار ژئوتوریسم و خطرات تخریب ژئوسایت‌ها در مناطق خشک ایران (مطالعه موردی: شهرستان طبس). *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۱۶(۶۲): ۳۷-۵۸.

doi: 10.22034/jargs.2025.508345.1181

ناشر: دانشگاه حکیم سبزواری

نویسندگان حق نشر و حقوق انتشار کامل را حفظ می‌کنند.



doi: [10.22034/jargs.2025.508345.1181](https://doi.org/10.22034/jargs.2025.508345.1181)

۱- مقدمه

ژئوتوریسم، واژه‌ای ترکیبی از «ژئو» به معنای زمین و «توریسم» به معنای گردشگری، به شاخه‌ای از گردشگری اطلاق می‌شود که بر پایه ویژگی‌های زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و چشم‌اندازهای طبیعی بنا شده است. به عبارت دیگر، ژئوتوریسم به تمام جنبه‌های گردشگری مبتنی بر چشم‌اندازهای جغرافیایی، اشکال و فرآیندهای ژئومورفیک، و پدیده‌های زمین‌شناسی می‌پردازد و علاوه بر بازدید از این جاذبه‌ها، مفاهیم آموزش، حفاظت و آگاهی‌بخشی را نیز در بر می‌گیرد. هدف ژئوتوریسم نه تنها توسعه گردشگری علمی و پایدار، بلکه تقویت ارتباط انسان با زمین و افزایش درک عمومی از فرآیندهای طبیعی است. این نوع گردشگری بر حفظ یا ارتقاء هویت جغرافیایی مکان تمرکز دارد و هدف آن شناخت پدیده‌ها و فرآیندهای زمینی و آموختن سیر تکامل زمین است (Abedini et al., 2020). برای استفاده بهینه از این جاذبه‌ها، شناخت جنبه‌های مختلف آن‌ها ضروری است (Sheibani, 2019). ژئوتوریسم به عنوان یک راهکار برای توسعه اقتصادی و اجتماعی معرفی شده است؛ اما با موانع ساختاری، زیربنایی، اجتماعی، فرهنگی و آموزشی روبه‌رو است (Heidari, 2012). ژئوتوریسم بر حفاظت از محیط‌زیست و میراث جغرافیایی تأکید دارد (Mokhtari et al., 2018).

این نوع گردشگری به کاهش اثرات منفی گردشگری انبوه و توسعه پایدار روستایی کمک می‌کند (Kamran et al., 2020). ایجاد چارچوب قانونی برای حفاظت از ژئوتوپ‌ها، فرصت‌هایی برای توسعه پایدار و تبدیل شدن به مقاصد گردشگری با کیفیت فراهم می‌نماید. تنوع زمین‌شناسی باعث جلب توجه عمومی و بهبود حفاظت از سایت‌های زمین‌شناسی می‌شود (George et al., 2021). ژئوتوریسم به عنوان یکی از جدیدترین مفاهیم در مطالعات گردشگری، در چند دهه گذشته رشد چشمگیری داشته و به عنوان یک حوزه تخصصی گردشگری برای رسیدن به اهداف حفاظت از محیط‌زیست شناخته شده است. هدف اصلی ژئوتوریسم آموزش عمومی برای حفظ میراث جغرافیایی است. فعالیت‌های ژئوتوریسم شامل اکتشاف، فهرست‌بندی و مستندسازی میراث جغرافیایی در سطح منطقه‌ای است. حفاظت از ژئوتوپ‌ها نه تنها باعث بهبود حفاظت از سایت‌های زمین‌شناسی می‌شود؛ بلکه نقش مهمی در توسعه پایدار آن‌ها ایفا می‌کند. چنین اقداماتی تأثیر مثبتی بر حفاظت از میراث جغرافیایی و جذب گردشگران دارد. به همین دلیل، توسعه ژئوتوریسم اهمیت زیادی دارد و می‌تواند به عنوان کاتالیزوری برای حفظ محیط‌زیست و توسعه پایدار عمل کند. علاوه بر حفاظت از محیط‌زیست، ژئوتوریسم نقش مهمی در آموزش عمومی دارد. این آموزش به مردمان محلی و گردشگران کمک می‌کند تا اهمیت حفاظت از میراث جغرافیایی و طبیعی را درک کرده و به آن احترام بگذارند. در نتیجه، ژئوتوریسم می‌تواند به عنوان یکی از ابزارهای مؤثر در حفظ محیط‌زیست و ترویج توسعه پایدار به کار گرفته شود (Ajaebi, 2022).

در دهه‌های اخیر، توجه به ژئوتوریسم به عنوان رویکردی نوین در توسعه پایدار و حفاظت از میراث زمین‌شناسی در سراسر جهان رو به افزایش بوده است. پژوهشگران مختلفی به تحلیل ظرفیت‌های ژئوتوریسمی در مناطق مختلف پرداخته‌اند. به عنوان مثال، زورلو و دده میراث یخچالی را در شمال شرق ترکیه با روش‌های چندمعیاره مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که دریاچه‌های یخچالی و سیرک‌های یخچالی مهم‌ترین عناصر میراث زمین در منطقه هستند (Zorlu & Dede, 2023). از سوی دیگر، مطالعه کاتور اهمیت تنوع زمین‌شناسی در جذب گردشگران و ارتقای حفاظت را نمایش داد (Kaur, 2022). در ایران نیز پژوهش‌هایی در زمینه ارزیابی ژئوسایت‌ها با رویکرد ژئوتوریسم انجام شده است. برای نمونه، خدابخشی و همکاران با استفاده از مدل پیرا، ارزیابی جامعی از ژئوسایت‌های استان ایلام ارائه دادند (Khodabakhshi et al., 2016). گلی مختاری و بیرامعلی با هدف پتانسیل‌یابی ژئوتوریسم، تنوع زمینی را در محدوده شهرستان اشتهارد مورد ارزیابی قرار دادند (Goli Mokhtari & Beramali, 2018). همچنین، رئیسی و همکاران ظرفیت‌های ژئوتوریسمی منطقه کلوت شهداد را بررسی کردند و نشان دادند که اهمیت منطقه شهداد عمدتاً به دلیل بالا بودن ارزش مکمل آن نسبت به سایر معیارهاست. بالا بودن ارزش مضاعف گردشگری در این منطقه به دلیل بالا بودن ویژگی‌های اکولوژیکی، زیبایی، فرهنگی و اقتصادی است (Raeisi et al., 2020). بهشتی و همکاران ژئومیتوسایت‌های^۱ شهرستان سبزواری را به عنوان جاذبه‌های گردشگری به روش فاسولاس^۲ مورد بررسی و ارزیابی قرار دادند (Beheshti et al., 2026).

با وجود این، بخش عمده‌ای از این پژوهش‌ها یا در مناطق مرطوب و کوهستانی انجام شده‌اند یا تنها بر شناسایی جاذبه‌ها بدون تحلیل ریسک‌های حفاظتی تمرکز داشته‌اند. بررسی ژئوسایت‌های واقع در مناطق خشک ایران، به ویژه در قالب ژئوپارک‌های ثبت

شده جهانی مانند طبس، کمتر مورد توجه قرار گرفته است؛ بنابراین، پژوهش حاضر با تمرکز بر شهرستان طبس به عنوان یکی از ژئوپارک‌های خشک ایران، تلاشی برای پر کردن این خلأ علمی و ارائه الگویی کاربردی برای توسعه پایدار ژئوتوریسم در مناطق مشابه است.

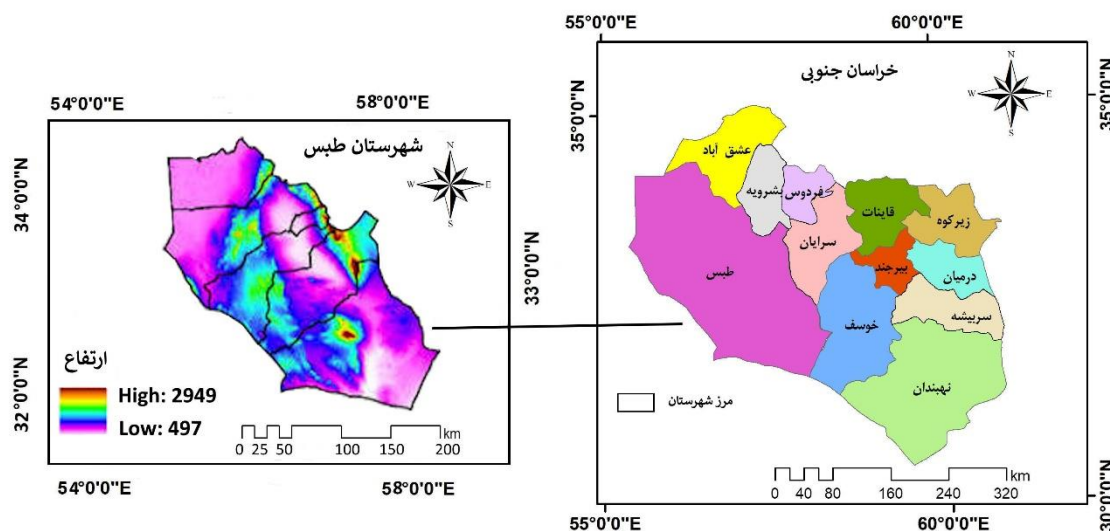
پراکندگی و تنوع ژئوسایت‌ها در طبس، از جمله کویرها، دره‌ها، چشمه‌ها، کوه‌های رسوبی، گسل‌ها و سازندهای سنگی خاص، این منطقه را به یکی از پتانسیل‌های برجسته ژئوتوریسم در ایران بدل کرده است. با این حال، نبود زیرساخت‌های مناسب، فقدان مدیریت جامع میراث زمین‌شناسی، کمبود مطالعات علمی و نبود نقشه‌های تحلیلی و ارزیابانه، مانع توسعه هدفمند و پایدار ژئوتوریسم در این منطقه شده است. در نتیجه، فرصت‌های بالقوه این منطقه یا مغفول مانده یا با تهدیداتی چون تخریب منابع طبیعی و عدم آگاهی جامعه محلی مواجه شده‌اند.

این پژوهش با هدف سنجش ارزش‌های علمی، زیبایی‌شناختی، حفاظتی و نیز تخریب‌پذیری ژئوسایت‌های شهرستان طبس انجام شده است. هدف اصلی، شناسایی ژئوسایت‌های شاخص، اولویت‌بندی آن‌ها بر اساس معیارهای علمی و مدیریتی و ارائه راهکارهایی برای توسعه پایدار گردشگری در منطقه طبس و کم کردن ریسک تخریب ژئوسایت‌هاست. نتایج این پژوهش می‌تواند به تصمیم‌گیران محلی و ملی در طراحی سیاست‌های حفاظتی، آموزشی و توسعه‌ای کمک کرده و الگویی علمی برای ارزیابی ژئوتوریسم در سایر مناطق کشور نیز فراهم آورد.

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

شهرستان طبس، محدوده‌ای بیابانی در غرب استان خراسان جنوبی است که در مدار ۳۳ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و نصف‌النهار ۵۶ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی، در منطقه‌ای با آب و هوای بیابانی واقع شده است. این شهرستان از شرق به شهرستان‌های بشرویه، فردوس، سرایان و خوسف، از شمال به شهرستان بردسکن در استان خراسان رضوی و شهرستان شاهرود در استان سمنان، از غرب به شهرستان خور و بیابانک در استان اصفهان و شهرستان اردکان در استان یزد و همچنین از جنوب با شهرستان‌های راور و کرمان در استان کرمان همسایه است (شکل ۱).



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه

۲-۲- روش پژوهش

این پژوهش با رویکرد توصیفی-تحلیلی و به صورت کاربردی انجام شده است. هدف آن، ارزیابی پتانسیل‌های ژئوتوریسم در شهرستان طبس و اولویت‌بندی ژئوسایت‌ها جهت توسعه گردشگری پایدار و بررسی ریسک تخریب‌پذیری است.

۲-۲-۱ داده‌ها و روش گردآوری آن‌ها

در این پژوهش از داده‌های اولیه و ثانویه استفاده شده است: داده‌های اولیه شامل مشاهدات میدانی، برداشت‌های زمینی، مصاحبه با کارشناسان محلی و ثبت مختصات ژئوسایت‌ها با جی‌پی‌اس^۱ است. داده‌های ثانویه شامل نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی، تصاویر ماهواره‌ای لندست^۲ عکس‌های هوایی و داده‌های موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی سازمان زمین‌شناسی و منابع طبیعی است. شناسایی اولیه ژئوسایت‌ها از طریق تحلیل تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های رقومی ارتفاع^۳، منابع علمی و سپس بازدیدهای میدانی صورت گرفته است. معیارهایی مانند ویژگی‌های زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، زیبایی بصری، دسترسی، و قابلیت بازدید در انتخاب ژئوسایت‌ها لحاظ شده‌اند. در فرآیند تحلیل و پردازش داده‌ها، از نرم‌افزارها و ابزارهای زیر استفاده شده است: ArcGIS 10.4 برای تحلیل مکانی، ترسیم نقشه‌ها و پردازش داده‌های مکانی، Envi 5.5 برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای، Google Earth برای بررسی موقعیت مکانی و شناسایی عوارض طبیعی، Excel 2016 برای ثبت امتیازها، تحلیل‌های آماری و ترسیم نمودارها.

۲-۲-۲ روش ارزیابی و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش، به‌منظور ارزیابی ژئوسایت‌ها از دو مدل بریلها^۴ و GAM^۵ بهره گرفته شد. مدل بریلها به دلیل ساختار استاندارد، جامعیت در ارزیابی ارزش‌های علمی، آموزشی، گردشگری و حفاظتی، و کاربرد گسترده در برنامه‌های ژئوپارک یونسکو انتخاب شد. از سوی دیگر، مدل GAM به دلیل تأکید بر ارزش‌های علمی، حفاظتی و مدیریتی، و قابلیت مقایسه‌پذیری عددی، به عنوان مدلی ساده و کاربردی در ارزیابی اولیه ژئوسایت‌ها شناخته می‌شود. ترکیب این دو مدل امکان تحلیل تطبیقی و دقیق‌تری از توانمندی‌های ژئوسایت‌ها را فراهم می‌سازد. همچنین، هر دو مدل با شرایط محیطی و داده‌های در دسترس در ایران سازگارند. این انتخاب سبب افزایش دقت و اعتبار نتایج نهایی ارزیابی شده است.

مدل بریلها: مدل ارزیابی بریلها (۲۰۱۶) یکی از جامع‌ترین چارچوب‌ها برای تعیین ارزش، ظرفیت استفاده، و میزان تهدید ژئوسایت‌ها است. این مدل با در نظر گرفتن چهار بُعد کلیدی، یک ارزیابی چندبعدی ارائه می‌دهد و برای اهداف علمی، آموزشی، توریستی و حفاظتی قابل استفاده است.

شاخص‌های اصلی این روش شامل ارزش علمی، کاربردهای آموزشی، پتانسیل گردشگری و خطر اضمحلال است (Kamran et al., 2020). مدل بریلها، پدیده‌های ژئوتوریستی را از منظر ظرفیت علمی، پتانسیل آموزشی-توریستی و ریسک تخریب‌پذیری بررسی کرده و هر شاخص بر اساس معیارهای خاص خود ارزیابی و وزن‌دهی می‌شود. ارزیابی علمی بر ویژگی‌های زمین‌شناسی پدیده‌ها تمرکز داشته و شامل تحلیل معیارها و پارامترهایی است که ماهیت زمین‌شناسی آن‌ها را توصیف می‌کنند (جدول ۱-۴).

جدول ۱. وزن‌دهی معیارها جهت ظرفیت علمی

مجموع	G (محدودیت استفاده)	F (نادر بودن)	E (نوع زمین شناسی)	D (یکپارچگی)	C (دانش علمی)	B (مکان کلیدی)	A (نمایندگی بودن)	پارامتر
۱۰۰	۱۰	۱۵	۵	۱۵	۵	۲۰	۳۰	وزن (%)

(Brilha, 2016)

1. Global Positioning System (GPS)
2. Landsat
3. Digital Elevation Models (DEM)

4. Brilha
5. Geosite Assessment Model (GAM)

جدول ۲. وزن دهی معیارهای مختلف بر اساس پتانسیل توریستی-آموزشی

معیار	وزن (%)	معیار	وزن (%)
A: آسیب پذیری	۱۰	G: همراهی با دیگر ظرفیت‌ها	۵
B: دسترسی	۱۰	H: چشم انداز	۵
C: محدودیت استفاده	۵	I: یکتایی	۵
D: امنیت	۱۰	J: شرایط مشاهده	۱۰
E: منطقی بودن	۵	K: پتانسیل آموزشی	۲۰
F: تراکم جمعیت	۵	L: تنوع زمین شناسی	۱۰
مجموع		۱۰۰	

(Brilha, 2016)

جدول ۳. وزن دهی معیارهای ریسک تخریب پذیری

معیار ریسک تخریب پذیری	A (تخریب عناصر زمین شناسی)	B (نزدیکی به ناحیه / فعالیت با پتانسیل تخریب)	C (حمایت قانونی)	D (دسترسی)	E (تراکم جمعیت)	مجموع
وزن	۳۵	۲۰	۱۵	۱۰	۲۵	۱۰۰

(Brilha, 2016)

جدول ۴. دسته بندی میزان ریسک تخریب پذیری

ریسک تخریب پذیری	وزن نهایی
پایین	<۲۰۰
متوسط	۲۰۱-۳۰۰
بالا	۳۰۱-۴۰۰

(Brilha, 2016)

مدل GAM

ارزیابی مکان‌های ژئومورفوسایت اولیه، به منظور مدیریت و برنامه‌ریزی پایدار مناطق طبیعی ارزشمند و تبدیل آن‌ها به جاذبه‌های گردشگری، از طریق مدل GAM انجام می‌شود. این مدل در سال ۲۰۱۱ در یکی از کوهستان‌های صربستان به کار گرفته شد و شامل دو دسته ارزش‌های اصلی و مکمل است. ارزش‌های اصلی، جنبه‌های علمی، آموزشی، زیبایی‌شناسی و حفاظتی را در بر می‌گیرد، در حالی که ارزش‌های مکمل بر جنبه‌های کاربردی و گردشگری تمرکز دارد. این روش، رویکردی جامع برای ارزیابی و مدیریت پایدار مکان‌های طبیعی با پتانسیل گردشگری ارائه می‌دهد (Orouji, 2012). بعد از محاسبه ارزش‌ها در گام بعد، تمامی ارزش‌ها با یکدیگر جمع می‌شود و ارزش نهایی به دست می‌آید:

$$\text{ارزش‌های اصلی} = \text{ارزش علمی} + \text{ارزش زیبایی} + \text{ارزش حفاظتی}$$

$$\text{ارزش‌های مکمل} = \text{ارزش عملکردی} + \text{ارزش گردشگری}$$

$$\text{ارزش نهایی} = \text{ارزش‌های اصلی} + \text{ارزش‌های مکمل}$$

آزمون تی تک نمونه‌ای

استفاده از آزمون t مشروط بر عدم مشخص بودن انحراف معیار است و شرط لازم انجام آزمون، محاسبه انحراف معیار است. بنابراین باید برآوردی از انحراف معیار جامعه برای نمونه‌ها به دست آید که از رابطه (۱)، (۲)، (۳) و (۴) محاسبه می‌شود (Mahdavi et al., 2012).

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X-x)^2}{n-1}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

X توزیع نرمال میانگین M_0 است و کمیت t از رابطه (۲) و (۳) محاسبه می‌شود:

$$t_0b = \frac{X-M_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$t_0b = \frac{X-M_0}{SX} \quad \text{رابطه (۳)}$$

Sx از رابطه (۴) به دست می‌آید:

$$Sx = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

رابطه (۴):

۳- یافته‌ها

در ابتدا فهرستی از ژئوسایت‌ها در محدوده مورد مطالعه تهیه شد و پس از چند مرحله غربال کردن بر اساس ویژگی‌های آن‌ها مجموعه‌ای که در ادامه می‌آید انتخاب گردید.

• ژئوسایت‌های منتخب

۱. ژئوسایت کال سردر: این ژئوسایت در فاصله ۲۷ کیلومتری شرق شهر طبس واقع شده است. کال سردر یک دره فرسایشی است که توسط جریان‌های آب مانند رودها و سیلاب‌ها ایجاد شده است. سنگ‌های این دره متعلق به دوران‌های مختلف زمین‌شناسی هستند. دیواره‌های دره در بخش‌های مختلف ارتفاع‌های متفاوتی دارند و چشمه‌های متعددی در طول دره قرار دارند که سر منشأ اصلی حیات شهر طبس محسوب می‌شوند. همچنین جاذبه‌هایی مانند سنگ‌نگاره‌ها، قلعه غلات، چشمه‌های آبگرم و سرد و چشم‌اندازهای طبیعی در این ژئوسایت وجود دارند.

۲. ژئوسایت کوهستان شتری: این کوهستان در شرق ژئوپارک طبس و در فاصله ۳۰ کیلومتری شهر طبس واقع شده است. کوهستان شتری درازی ۲۰۰ کیلومتری دارد و فعالیت‌های گسل بزرگ نایبند این کوهستان را ایجاد کرده است. وجود این کوهستان به عنوان یک سد طبیعی در مقابل جریان‌های هوا عمل کرده و موجب بارش‌های بیشتر در این ناحیه شده است. سنگ‌های کوهستان شتری عمدتاً آهکی هستند و آب‌های زیرزمینی به سطح راه پیدا می‌کنند. بلندترین قله این کوهستان ۲۹۱۲ متر ارتفاع دارد و تنوع گیاهی و جانوری زیادی در آن مشاهده می‌شود.

۳. ژئوسایت پیچان رود (روستای خرو): پیچان رود به انحنای یک رودخانه ماریچ گفته می‌شود. رودخانه سردر در مسیر خود پیچان رودهای متعددی ایجاد کرده است که بارزترین نمونه‌های آن در فاصله ۱۹ و ۲۷ کیلومتری مسیر طبس به طرف روستای خرو قرار دارند. این پیچان رودها در محل خروجی رودخانه سردر از کوهستان شتری تشکیل شده‌اند و به دلیل شرایط فعال زمین‌ساختی، رودخانه سردر بستر خود را به مرور حفر کرده و دره‌های عمیق و پیچان رودهای جالب توجهی را پدید آورده است.

۴. ژئوسایت پشته سیاه و دهانه‌های آتشفشانی: ژئوسایت پشته سیاه و دهانه‌های آتشفشانی در ۲۰ کیلومتری جنوب شرقی روستای پیکوه و در شمال پناهگاه حیات وحش نایبندان واقع شده است. این منطقه از سنگ‌های سیاه بازالتی پوشیده شده و به دلیل چشم‌انداز کم‌نظیرش به پشته سیاه معروف است. سنگ‌های بازالتی حاصل فعالیت‌های آتشفشانی ایران در حدود ۲/۵ میلیون سال پیش هستند و به دلیل گسل نایبند به سطح زمین راه پیدا کرده‌اند. بازالته‌ها به شکل تپه‌هایی نسبتاً مرتفع و به صورت روانه‌های بازالتی ناپیوسته دیده می‌شوند. در میان این سنگ‌های بازالتی، ۳ دهانه آتشفشانی نیز وجود دارد که قطر آن‌ها بین ۶۰۰ تا ۸۵۰ متر متغیر است. قرارگیری این ژئوسایت در بزرگ‌ترین پناهگاه حیات وحش کشور و نزدیکی به کفه‌های رسی، تپه‌های ماسه‌ای و کوه نایبند، بر جاذبه آن افزوده است.

۵. ژئوسایت گسل نایبند: گسل نایبند دشت لوت را از کوه‌های طبس-کرمان جدا می‌کند و در شکل‌گیری کوه‌های شتری نقش دارد. گسل نایبند یکی از مهم‌ترین و کهن‌ترین گسل‌های ایران است و بخش وسیعی از آن در ژئوپارک طبس قرار دارد. این گسل با طول ۶۵۰ کیلومتر، از حدود ۷۰۰ میلیون سال پیش تا به امروز فعال بوده و به عنوان یکی از سرچشمه‌های اصلی لرزه‌خیزی در شرق ایران شناخته می‌شود. شواهدی مانند چشمه‌های آب گرم و سرد، جابه‌جایی رسوبات آبرفتی کواترنری و تغییر مسیر آبراه‌ها نشان‌دهنده فعالیت‌های این گسل هستند. زلزله‌های ۱۳۵۷ طبس و ۱۳۸۲ بم نیز بر اثر فعالیت شاخه‌های این گسل رخ داده‌اند.

۶. ژئوسایت مخروطه‌های آتشفشانی: در شرق و جنوب شرق ایران در دوره کواترنری به دلیل فعالیت‌های آتشفشانی، دهانه‌های آتشفشانی متعددی تشکیل شده‌اند.

۷. ژئوسایت کویر حلوان: کویر حلوان در ۹۰ کیلومتری شمال غربی شهرستان طبس و در شمال شرقی استان خراسان جنوبی قرار دارد. این کویر در محور طبس - تهران واقع شده و از شمال به کویر مرکزی ایران و ارتفاعات پیر حاجات طبس، از جنوب به محور ارتباطی شهرستان خور به طبس، از شرق به کوه‌ها و ارتفاعات عاشقان و از غرب به دریاچه نمک خور و کویر مرکزی ایران محدود می‌شود. حلوان، کویری مثلثی‌شکل و پوشیده از ریگ‌زار است که رأس آن به سمت شرق قرار دارد. این کویر در حاشیه‌ی

ریگزار باتلاق‌های نمکی و رسی کویر مرکزی و دریاچه‌ی نمک خور واقع شده است. فاصله شمال به جنوب ریگزار حدود ۴۰ کیلومتر و فاصله شرق به غرب آن حدود ۱۴ کیلومتر در قسمت‌های مرکزی و پنج کیلومتر در نواحی شمالی است. ارتفاع تپه‌های ماسه‌ای از کف دشت حدود ۸۰ متر است و به سمت غرب کاهش می‌یابد.

در کویر حلوآن انواع مار و عقرب، شاهین، هوبره، کبک، چکاوک بیابانی، زنبور خور، سارگپه بیابانی، عقاب طلایی، کرکس، گرگ، شغال، روباه شنی، گربه شنی، سمور سنگی و سایر جانوران زندگی می‌کنند. پوشش گیاهی شامل گیاهان استپی و ماسه‌ای مانند قیچ، درمنه، تاغ، دم گاوی، بادام کوهی و اسکنبیل است. همچنین گیاهان نمک‌پسند نظیر شور بیابانی، گز و اشنان در نواحی غربی حاشیه کویر مرکزی دیده می‌شوند. تلاقی تپه‌های ماسه‌ای و ارتفاعات عاشقان در نواحی جنوب شرقی، چشم‌اندازی دیدنی از پیوند ماسه و کوه ایجاد کرده است. همچنین، گذرگاه‌های زیبا در محل تلاقی کوه و ریگ دره‌ها پدید آمده‌اند که در نوع خود در ایران کم‌نظیر هستند.

۸. *ژئوسایت روستای زردگاه*: روستای زردگاه در شهرستان طبس و نزدیک به گستره حفاظت‌شده نایبند واقع شده است. این روستا به دلیل خانه‌های خشت‌وگلی‌اش دیدنی است و آب‌وهوای مناسب‌تری نسبت به دیگر روستاهای کویری دارد. با این حال، خشکسالی‌های اخیر باعث شده است که روستا خالی از سکنه شود و تنها باغ‌ها و نخلستان‌های باقی‌مانده، نشانه‌هایی از آبادانی به روستا بدهند.

۹. *ژئوسایت روستای اسفندیار*: روستای اسفندیار در بخش دیهوک شهرستان طبس و استان خراسان جنوبی واقع شده و در فاصله ۵۰ کیلومتری شهر دیهوک و ۱۲۷ کیلومتری شهر طبس قرار دارد. این روستا در دامنه کوه و رو به دشت قرار دارد و دارای ظرفیت‌های گردشگری فراوانی است.

روستای اسفندیار به دلیل قنات‌های پرآب و زمین‌های حاصل‌خیز شرقی خود توسعه یافته است. آسیاب‌های چهار تنوره در بالادست روستا نشان‌دهنده وجود مزارع گندم در گذشته بوده‌اند که اکنون به زمین‌های کشت زعفران تبدیل شده‌اند.

۱۰. *ژئوسایت روستای اصفهک*: در پی زلزله شدیدی که در سال ۱۳۵۷ رخ داد، بسیاری از بخش‌های روستا نابود شد، اما بخش‌هایی نظیر مسجد جامع، حمام و یک رصدخانه کویری همچنان باقی مانده‌اند. پس از این اتفاق ناگوار، با همت اهالی روستا و کارشناسان، بناهای تاریخی بازسازی شدند (شکل ۲).

۱۱. *ژئوسایت دولین پیرحاجات*: ژئوسایت دولین پیرحاجات در فاصله ۱۴۰ کیلومتری شهر طبس و در شمال ژئوپارک طبس قرار دارد. دولین، فرورفتگی قیفی‌شکل در زمین‌های کارستی است که به دلیل انحلال سنگ آهک یا فرو ریختن سقف غارهای زیرزمینی ایجاد می‌شود. دولین پیرحاجات از نمونه‌های شاخص دولین‌های ریزشی است که در سنگ‌های آهکی و دولومیتی تریاس میانی (۲۲۸ تا ۲۴۵ میلیون سال پیش) تشکیل شده است. این دولین نشان‌دهنده فرآیندهای انحلال و تشکیل غارهای زیرزمینی در روستای پیرحاجات است (شکل ۳).



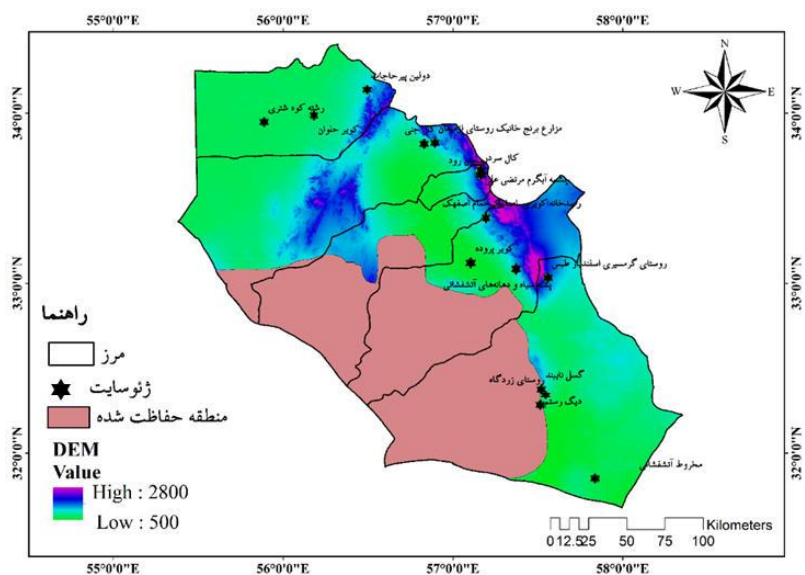
شکل ۳. نمایی از دولین پیرحاجات (منبع: سایت ژئوپارک طبس)



شکل ۲. نمایی از روستای اصفهک

۱۲. *ژئوسایت بلدند بیکوه*: ژئوسایت چشم‌اندازهای فرسایشی و بلدندی بیکوه در ۹۵ کیلومتری جنوب شهر طبس و در بخش شرقی روستای بیکوه قرار دارد. این روستا از زیباترین و منحصر به فردترین مناطق ژئوپارک طبس محسوب می‌شود و طیف گسترده‌ای از زمین‌گردشگاه‌های طبیعی و فرهنگی-تاریخی را در خود جای داده است. از جاذبه‌های دیگر اطراف این ژئوسایت می‌توان به

چشم‌اندازهای کوهستانی، نخلستان‌های سرسبز و بافت تاریخی روستای بیکوه اشاره کرد. شکل ۴ موقعیت ژئوسایت‌های منتخب را در نقشه شهرستان نمایش می‌دهد.



شکل ۴. ژئوسایت‌های منطقه مورد مطالعه

۳-۱- نتایج روش بریلها

مدل بریلها از معیارهای مختلفی همچون ظرفیت علمی، پتانسیل آموزشی- توریستی و ریسک تخریب‌پذیری استفاده می‌کند. هر یک از این معیارها شامل پارامترهای متعددی است که بر اساس اهمیت و تأثیرشان امتیازدهی می‌شوند. امتیازات از ۰ تا ۴ اختصاص می‌یابد و هر معیار دارای وزن خاصی است. در نهایت، نمرات نهایی با توجه به وزن هر معیار محاسبه و ترکیب می‌شوند تا وضعیت مطلوب یا نامطلوب بودن یک ژئوسایت از نظر پتانسیل گردشگری مشخص گردد.

• ظرفیت علمی هر پدیده بر اساس مدل بریلها

در جدول ۵ امتیازات محاسبه شده بر اساس روش بریلها ارائه شده است. جهت وزن دهی هر معیار، از پرسش‌نامه استفاده شده است. سپس وزن نهایی بر اساس مدل بریلها محاسبه می‌شود.

جدول ۵. امتیازهای محاسبه شده برای ظرفیت علمی هر پدیده

ظرفیت علمی ژئوسایت	A	B	C	D	E	F	G	ژئوسایت
۱۶۳	۲	۱	۳	۱	۱	۲	۴	کال سردر
۱۷۹	۱	۲	۴	۲	۳	۳	۴	کوهستان شتری
۱۵۶	۱	۱	۲	۳	۱	۱	۲	پیچان رود
۱۷۲	۱	-	۲	۱	۲	۲	۲	پشته سیاه و دهانه های آتشفشانی
۲۰۹	۲	۱	۳	۲	۲	۴	۴	گسل نایبند
۱۸۱	۱	۱	۲	۲	۱	۱	۴	مخروط های آتشفشانی دشت لوت
۱۹۴	۲	-	۲	۲	۱	۱	۴	کویر حلوان
۱۸۱	۲	۱	۲	۲	۱	۱	۲	کال جنی
۱۰۱	۱	-	-	۱	۱	۲	۲	روستا زردگاه
۱۳۱	۱	۱	-	۱	۲	۱	۲	دیگ رستم
۱۵۶	۱	۲	۱	۱	۱	۲	۴	چشمه آب گرم مرتضی علی
۱۸۹	۲	۱	۱	۲	۱	۲	۴	کویر پرورده
۱۱۰	۱	-	-	۲	۱	۱	۲	مزارع برنج خانیک ازمیغان
۱۲۵	۱	-	-	۱	۲	۱	۲	مزارع و باغ های پلکانی روستا اسفندیار

ظرفیت علمی ژئوسایت	A	B	C	D	E	F	G	ژئوسایت
۱۴۰	۱	-	۱	-	۲	۲	۲	چشمه آب شیرین روستا اسفندیار
۱۵۸	۱	-	۱	۱	۲	۲	۲	سرزمین سیاه روستا اسفندیار
۱۸۶	۲	۱	۲	۱	۲	۲	۴	پناهگاه حیات وحش نایندگان
۱۱۸	۱	-	۱	۱	۱	۲	۲	مسجد جامع روستا اصفهک
۱۲۷	۱	-	۱	۲	۱	۲	۲	حمام قدیمی روستا اصفهک
۱۴۰	۱	-	۱	۲	۲	۱	۲	رصد خانه کویری روستا اصفهک
۱۸۰	۲	۱	۲	۱	۲	۲	۴	دولین پیر حاجات
۱۸۵	۲	۱	۲	۲	۱	۲	۴	بدلند پیکوه

در بررسی ظرفیت توریستی- آموزشی، ژئوسایت کال سردر با امتیاز ۳۷۵ در رتبه اول قرار دارد. این ژئوسایت در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی طبس قرار دارد و به دلیل وجود راه ارتباطی آسفالتی، امکانات رفاهی مانند رستوران و اقامتگاه، امتیاز بالایی کسب کرده است. ژئوسایت چشمه آبگرم مرتضی علی با امتیاز ۳۵۲ در رتبه دوم قرار دارد. این ژئوسایت در ۳۰ کیلومتری غرب طبس واقع شده و دارای راه ارتباطی مناسب، پوشش موبایل و خدمات اورژانسی است. در نهایت، ژئوسایت پناهگاه حیات وحش نایندگان با امتیاز ۳۴۸ در رتبه سوم قرار دارد. این ژئوسایت در ۶۰ کیلومتری جنوب شرقی طبس واقع شده و دارای امکانات رفاهی و اقامتگاه‌های مناسب است (جدول ۶).

جدول ۶. امتیازهای محاسبه شده برای ظرفیت توریستی- آموزشی هر پدیده

ظرفیت آموزشی- توریستی	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	ژئوسایت
۳۷۵	۳	۳	۲	۳	۴	۳	۲	۳	۲	۳	۳	۴	کال سردر
۲۴۵	۲	۲	۳	۱	۱	۲	۴	-	۱	۱	۳	۳	کوهستان شتری
۱۹۸	۲	۲	۱	۲	۲	۴	۱	-	۱	۲	۲	۳	پیچان رود
۲۱۰	۲	۲	۳	۱	-	۲	۱	۱	۱	۳	۲	۴	پشته سیاه و دهانه‌های آتشفشانی
۲۲۳	۲	۲	۱	۳	۳	-	۲	۲	۱	۱	۲	۴	گسل نایند
۲۵۱	۲	۲	۱	۲	۱	-	۱	۲	۲	۳	۲	۳	مخروط‌های آتشفشانی دشت لوت
۱۸۵	۲	۲	۲	۱	۱	-	۲	۳	۳	۲	۱	۲	کویر حلوان
۲۵۰	۲	۳	۲	۱	-	۱	۲	۲	۳	۳	۲	۴	کال جنی
۲۷۵	۲	۲	۲	۱	۱	۲	۱	۲	۱	۱	۲	۳	روستا زردگاه
۳۴۵	۳	۳	۱	۲	۲	۱	۲	۴	۳	۳	۲	۴	دیگ رستم
۳۵۲	۳	۴	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۳	۲	۴	۴	چشمه آب گرم مرتضی علی
۲۲۰	۲	۲	۲	۱	-	۱	۱	۳	۲	۳	۱	۲	کویر پرورده
۲۹۰	۳	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۲	۳	۳	۲	۴	مزارع برنج خانیک ازمیغان
۲۸۱	۲	۱	۱	۳	۳	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۴	مزارع و باغ‌های پلکانی روستا اسفندیار
۲۹۱	۱	۲	۲	۱	۲	۱	۲	۴	۳	۳	۳	۴	چشمه آب شیرین روستا اسفندیار
۲۹۸	۲	۲	۱	۱	۳	۱	۳	۳	۲	۳	۳	۳	سرزمین سیاه روستا اسفندیار
۳۴۸	۳	۲	۲	۳	۳	۳	۲	۳	۲	۱	۲	۴	پناهگاه حیات وحش نایندگان
۲۹۲	۲	۲	۱	۴	-	۲	۱	۲	۲	۲	۳	۴	مسجد جامع روستا اصفهک
۲۸۶	۳	۲	۱	۱	۲	۲	۳	۲	۲	۳	۳	۴	حمام قدیمی روستا اصفهک
۲۷۴	۳	۳	۲	-	۳	۱	۱	۳	۳	۲	۲	۴	رصد خانه کویری روستا اصفهک
۳۲۵	۴	۳	۳	۲	۲	۲	۱	۳	۳	۳	۳	۴	دولین پیر حاجات
۳۱۱	۳	۲	۳	۲	۳	۳	۲	۳	۴	۲	۳	۴	بدلند پیکوه

امتیازات بالای این ژئوسایت‌ها به دلیل اهمیت زمین‌شناسی، تنوع اکولوژیکی، دسترسی آموزشی و فرصت‌های پژوهش علمی است. نزدیکی این ژئوسایت‌ها به مناطق مطالعاتی، جذابیت آن‌ها را به عنوان سایت‌های آموزشی افزایش داده است. در این مطالعه ارزیابی ریسک تخریب‌پذیری نیز بر اساس معیارهای مدل بریلها انجام شده است (جدول ۷).

جدول ۷. دسته‌بندی معیارهای ریسک تخریب‌پذیری

دسته‌بندی ریسک تخریب	A	B	C	D	E	ریسک تخریب‌پذیری	ژئوسایت
M	۲	۲	۴	۱	۱	۲۲۰	کال سردر
L	۲	۲	۱	۲	۲	۱۸۰	کوهستان شتری
L	۱	۲	۱	۱	۲	۱۵۰	پیچان رود
L	۱	۱	۲	۴	۱	۱۶۵	پشته سیاه و دهانه های آتشفشانی
M	۳	۲	۳	۳	۴	۲۸۰	گسل نایبند
L	۱	۲	۲	۳	۲	۱۷۰	مخروط های آتشفشانی دشت لوت
H	۳	۴	۴	۲	۳	۳۱۵	کوبیر حلوان
H	۲	۳	۳	۲	۲	۲۹۵	کال جنی
L	۱	۱	۴	۲	۱	۱۷۰	روستا زردگاه
L	۲	۱	۱	۳	۲	۱۶۰	دیگ رستم
M	۲	۲	۴	۲	۱	۲۱۵	چشمه آب گرم مرتضی علی
M	۳	۱	۲	۴	۲	۲۴۵	کوبیر پرورده
L	۲	۱	۱	۲	۳	۱۴۵	مزارع برنج خانیک از میغان
L	۲	۲	۱	۲	۳	۱۵۵	مزارع و باغ های پلکانی روستا اسفندیار
M	۳	۲	۲	۱	۴	۲۰۱	چشمه آب شیرین روستا اسفندیار
L	۱	۲	۱	۱	۴	۱۳۵	سرزمین سیاه روستا اسفندیار
M	۴	۳	۲	۱	۱	۲۱۰	پناهگاه حیات وحش نایبند
L	۱	۱	۲	۲	۳	۱۷۵	مسجد جامع روستا اصفهک
L	۲	۱	۱	۲	۳	۱۲۵	حمام قدیمی روستا اصفهک
L	۱	۱	۴	۳	۱	۱۸۰	رصد خانه کوبیری روستا اصفهک
H	۴	۳	۳	۲	۱	۲۸۰	دولین پیر حاجات
M	۳	۳	۲	۴	۲	۲۵۵	بدلند پیکوه

در بررسی معیار ریسک تخریب‌پذیری، بیشترین امتیاز متعلق به ژئوسایت کوبیر حلوان (۳۱۵) است. پس از آن، ژئوسایت کال جنی با امتیاز ۲۹۵ و ژئوسایت دولین پیر حاجات با امتیاز ۲۸۰ قرار دارند.

دلایل تخریب‌پذیری شامل استخراج مواد معدنی و منابع طبیعی و نیز فعالیت‌های توریستی کنترل نشده است. تأثیرات متقابل زمین‌شناسی، اقلیمی و عوامل انسانی نیز در تخریب این مناطق نقش دارند. استراتژی‌های مدیریت مؤثر، برنامه‌ریزی دقیق جهت استفاده از زمین و تلاش‌های حفاظت از محیط زیست برای کاهش خطرات و حفاظت از این اکوسیستم‌ها ضروری است.

• **امتیاز نهایی ژئوسایت‌ها**

امتیاز نهایی هر ژئوسایت پس از محاسبه امتیازات در سه مرحله علمی، آموزشی-توریستی و تخریب‌پذیری، تعیین می‌شود (جدول ۸).

جدول ۸. امتیاز نهایی ژئوسایت‌ها بر اساس مدل بریلها

ژئوسایت	ظرفیت علمی	ظرفیت آموزشی-توریستی	ظرفیت ریسک تخریب‌پذیری	امتیاز نهایی
کال سردر	۱۶۳	۳۷۵	۲۲۰	۷۵۸
کوهستان شتری	۱۷۹	۲۴۵	۱۸۰	۶۰۴
پیچان رود	۱۵۶	۱۹۸	۱۵۰	۵۰۴
پشته سیاه و دهانه های آتشفشانی	۱۷۲	۲۱۰	۱۶۵	۵۴۷
گسل نایبند	۲۰۹	۲۲۳	۲۸۰	۷۱۲
مخروط های آتشفشانی دشت لوت	۱۸۱	۲۵۱	۱۷۰	۶۰۲
کوبیر حلوان	۱۹۴	۱۸۵	۳۱۵	۶۹۴
کال جنی	۱۸۱	۲۵۰	۲۹۵	۷۲۶

زئوسایت	ظرفیت علمی	ظرفیت آموزشی-توریستی	ظرفیت ریسک تخریب پذیری	امتیاز نهایی
روستا زردگاه	۱۰۱	۲۷۵	۱۷۰	۵۴۶
دیگ رستم	۱۳۱	۳۴۵	۱۶۰	۶۳۶
چشمه آب گرم مرتضی علی	۱۵۶	۳۵۲	۲۱۵	۷۲۳
کویر پرورده	۱۸۹	۲۲۰	۲۴۵	۶۵۴
مزارع برنج خانیک ازمیغان	۱۱۰	۲۹۰	۱۴۵	۵۴۵
مزارع و باغ های پلکانی روستا اسفندیار	۱۲۵	۲۸۱	۱۵۵	۵۶۱
چشمه آب شیرین روستا اسفندیار	۱۴۰	۲۹۱	۲۰۱	۶۳۲
سرزمین سیاه روستا اسفندیار	۱۵۸	۲۹۸	۱۳۵	۵۹۱
پناهگاه حیات وحش نایندگان	۱۸۶	۳۴۸	۲۱۰	۷۴۴
مسجد جامع روستا اصفهک	۱۱۸	۲۹۲	۱۷۵	۵۸۵
حمام قدیمی روستا اصفهک	۱۲۷	۲۸۶	۱۲۵	۵۳۸
رصد خانه کویری روستا اصفهک	۱۴۰	۲۷۴	۱۸۰	۵۹۴
دولین پیر حاجات	۱۸۰	۳۲۵	۲۸۰	۷۸۵
بدلند پیکوه	۱۸۵	۳۱۱	۲۵۵	۷۵۱

زئوسایت دولین پیر حاجات با امتیاز ۷۸۵، به عنوان یکی از برترین زئوسایت‌های منطقه شناخته شده است. این زئوسایت دارای ویژگی‌های منحصربه‌فرد ژئومورفولوژیکی است که آن را به یک مقصد مهم برای مطالعات زمین‌شناسی و گردشگری تبدیل کرده است.

زئوسایت کال سردر با امتیاز ۷۵۸، به دلیل وجود لایه‌های سنگی رسوبی چشمگیر و مناظر بدیع طبیعی، از اهمیت بالایی برخوردار است. این منطقه فرصتی ارزشمند برای پژوهش‌های زمین‌شناسی فراهم می‌کند و به عنوان یک مقصد گردشگری جذاب نیز شناخته می‌شود.

زئوسایت بدلند پیکوه نیز با امتیاز ۷۵۱، به دلیل برخورداری از صخره‌های شیب‌دار، دره‌های عمیق و الگوهای فرسایشی منحصربه‌فرد، از اهمیت بالایی برخوردار است. این منطقه نمونه‌ای کم‌نظیر از فرایندهای فرسایشی در اقلیم‌های خشک محسوب می‌شود و به همین دلیل، مطالعات ژئومورفولوژیکی در آن می‌تواند بینش‌های ارزشمندی درباره فرایندهای تکاملی چشم‌اندازهای کویری ارائه دهد.

مناطق کویری طبس به دلیل ویژگی‌های خاص خود، نه تنها برای گردشگران بلکه برای اهداف آموزشی نیز بسیار مناسب هستند. این مناطق از دسترسی مناسبی برخوردار بوده و زیرساخت‌های اقامتی مطلوبی را ارائه می‌دهند. علاوه بر این، نزدیکی این مناطق به شهرها و مراکز مهم، باعث شده است که شرایط مطلوبی برای اجرای برنامه‌های علمی و گردشگری پایدار فراهم شود. کویر حلوان و کویر پرورده از جمله مناطقی هستند که به دلیل شرایط مناسب دید و بکر بودن محیط، فرصت‌های ارزشمندی را برای مطالعات علمی و برنامه‌های آموزشی فراهم می‌کنند. این مناطق می‌توانند به عنوان آزمایشگاه‌های طبیعی برای بررسی فرایندهای ژئومورفولوژیکی، اقلیمی و اکولوژیکی مورد استفاده قرار گیرند.

علاوه بر این، برخی از روستاهای تاریخی همچون اصفهک و اسفندیار نیز در کنار برخورداری از اقامتگاه‌های سنتی و زیرساخت‌های مناسب، دارای جاذبه‌های طبیعی و فرهنگی متعددی هستند که می‌توانند گردشگران را به خود جذب کنند. این روستاها علاوه بر ارائه چشم‌اندازهای طبیعی منحصربه‌فرد، به دلیل معماری سنتی و پیشینه تاریخی، دارای ارزش‌های فرهنگی قابل توجهی هستند. این زئوسایت‌ها دارای پتانسیل بالا به عنوان جاذبه‌های گردشگری علمی، آموزشی و توریستی هستند. با این حال، محبوبیت این مناطق نگرانی‌هایی درباره تخریب و آسیب‌پذیری آن‌ها ایجاد می‌کند. بنابراین، اتخاذ تدابیر حفاظتی و مدیریتی مناسب ضروری است.

۳-۲- نتایج روش GAM

منطقه مورد مطالعه از نظر توانمندی‌های ژئوتوریستی با استفاده از روش GAM نیز ارزیابی شده است. این روش، ارزش واقعی هر زئوسایت را از جنبه‌های مختلف مشخص می‌کند. در جدول ۹ ارزش هر زئوسایت نشان داده شده است.

جدول ۹. مجموعه ارزش‌های هر ژئوسایت با روش GAM

ژئوسایت	ارزش علمی و آموزشی (بالاترین امتیاز ۴)	ارزش زیبایی (بالاترین امتیاز ۴)	ارزش حفاظتی (بالاترین امتیاز ۴)	ارزش عملکردی (بالاترین امتیاز ۵)	ارزش گردشگری (بالاترین امتیاز ۹)	مجموع امتیازات
کال سردر	۳/۵	۳	۲/۷۵	۳/۲۵	۷/۵	۲۰
کوهستان شتری	۳/۷۵	۳/۵	۲/۲۵	۳	۶/۷۵	۱۹/۲۵
پیچان رود	۳	۲/۷۵	۲/۷۵	۲/۵	۴/۲۵	۱۵/۲۵
پشته سیاه و دهانه‌های آتشفشانی	۳/۵	۳/۲۵	۲	۲	۴	۱۴/۷۵
گسل نایبند	۳/۷۵	۲/۷۵	۳/۲۵	۲/۵	۷/۵	۱۹/۷۵
مخروط‌های آتشفشانی دشت لوت	۲/۷۵	۳/۲۵	۲/۵	۲	۶/۷۵	۱۷/۲۵
کویر حلوان	۳/۷۵	۳	۲/۵	۳/۲۵	۸	۲۰/۵
کال جنی	۳/۲۵	۲/۷۵	۲	۳	۷/۲۵	۱۸/۲۵
روستا زردگاه	۲/۷۵	۳	۲/۵	۲/۷۵	۶/۷۵	۱۷/۷۵
دیگ رستم	۳	۳	۲	۳/۲۵	۷/۷۵	۱۹
چشمه آب گرم مرتضی علی	۳/۵	۲/۷۵	۲/۵	۳	۷/۵	۱۹/۲۵
کویر پرورده	۳/۵	۳/۷۵	۲/۲۵	۳/۲۵	۸/۲۵	۲۱
مزارع برنج خانیک ازمیغان	۲/۵	۳/۲۵	۳/۵	۳/۷۵	۴/۲۵	۱۷/۲۵
مزارع و باغ‌های پلکانی روستا اسفندیار	۳	۳/۵	۳/۲۵	۲/۷۵	۵/۲۵	۱۷/۷۵
چشمه آب شیرین روستا اسفندیار	۲/۷۵	۳	۲/۷۵	۲/۵	۶/۵	۱۷/۵
سرزمین سیاه روستا اسفندیار	۳	۳/۵	۲/۵	۲/۷۵	۶/۷۵	۱۸/۵
پناهگاه حیات وحش نایبند	۳/۵	۳/۷۵	۳	۳/۲۵	۸/۵	۱۹
مسجد جامع روستا اصفهک	۲	۲/۷۵	۲/۲۵	۳	۵/۵	۱۵/۵
حمام قدیمی روستا اصفهک	۲/۷۵	۲/۲۵	۲/۵	۳/۲۵	۶/۲۵	۱۴/۵
رصدخانه کویری روستا اصفهک	۲/۵	۲/۷۵	۲/۷۵	۳/۵	۷/۷۵	۱۹/۲۵
دولین پیر حاجات	۳/۵	۳/۷۵	۲/۵	۳/۲۵	۸/۵	۲۱/۵
بدلند پیکوه	۳/۲۵	۳/۵	۳	۳	۸	۲۰/۷۵

در این بخش از مطالعه، با استفاده از روش GAM، ژئوسایت‌های مختلف این منطقه از نظر معیارهای علمی، آموزشی، زیبایی و حفاظتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از این تحلیل نشان می‌دهد که برخی از ژئوسایت‌ها دارای امتیازات بالاتری بوده و پتانسیل بیشتری برای گردشگری علمی و آموزشی دارند.

ژئوسایت دولین پیر حاجات با امتیاز ۲۱/۵، در صدر جدول قرار گرفته و به عنوان یکی از ارزشمندترین ژئوسایت‌های منطقه شناخته می‌شود. این ژئوسایت به دلیل ویژگی‌های زمین‌شناسی خاص و قابلیت‌های آموزشی، اهمیت زیادی دارد. پس از آن، کویر پرورده با امتیاز ۲۱ و بدلند پیکوه با امتیاز ۲۰/۷۵، به دلیل ساختارهای ژئومورفولوژیکی خاص، در رتبه‌های بعدی قرار دارند. این سه ژئوسایت از نظر علمی و آموزشی غنی بوده و فرصت‌های مناسبی برای پژوهش‌های زمین‌شناسی و توسعه گردشگری پایدار فراهم می‌کنند.

از نظر ارزش زیبایی‌شناسی، برخی ژئوسایت‌ها به دلیل مناظر بدیع و ویژگی‌های طبیعی چشمگیر، در رتبه‌های برتر قرار گرفته‌اند. کوهستان شتری، گسل نایبند و کویر حلوان هر یک با امتیاز ۳/۷۵، به دلیل مناظر منحصر به فرد، دسترسی آسان و وجود زیرساخت‌های مناسب، از جذابیت‌های ویژه‌ای برای گردشگران برخوردارند. این مناطق نه تنها برای علاقه‌مندان به طبیعت و عکاسی، بلکه برای مطالعات علمی در حوزه ژئومورفولوژی نیز بسیار ارزشمند هستند.

با این حال، در معیار حفاظتی، تمامی ژئوسایت‌ها نیازمند توجه و مدیریت بیشتری هستند. برخی ژئوسایت‌ها مانند کال سردر، گسل نایبند و کویر حلوان با پتانسیل بالایی در جذب گردشگر مواجه‌اند؛ اما به دلیل عدم مدیریت مناسب، از نظر حفاظتی در وضعیت مطلوبی قرار نمی‌گیرند. بنابراین، اقدامات مدیریتی و برنامه‌ریزی‌های اقتصادی برای حفظ و بهبود شرایط این مناطق ضروری است.

• ارزیابی نهایی مدل بریلها و GAM

ارزیابی ژئوسایت‌های منطقه با استفاده از مدل‌های بریلها و GAM انجام شده است. این دو مدل، با وجود تفاوت در روش امتیازدهی و معیارهای ارزیابی، نتایج متفاوتی ارائه می‌دهند. برای دستیابی به ارزش نهایی، نتایج هر دو مدل تلفیق شده و میانگین درصد محاسبه می‌شود (جدول ۱۰).

جدول ۱۰. میانگین درصد امتیاز نهایی هر ژئوسایت بر اساس مدل‌های بریلها و GAM

ژئوسایت	مدل بریلها	مدل GAM	میانگین ارزش
کال سردر	۶۱/۴	۵۰/۲	۵۵/۸
کوهستان شتری	۴۷/۲	۵۳/۸	۵۰/۵
پیچان رود	۳۹/۶	۴۱/۲	۴۰/۴
پشته سیاه و دهانه های آتشفشانی	۴۷/۷	۵۱/۹	۴۹/۸
گسل نایبند	۶۳/۷	۷۱/۸	۶۷/۷۵
مخروط های آتشفشانی دشت لوت	۳۸/۴	۴۰/۳	۳۹/۳۵
کویر حلوان	۵۳/۲	۵۷/۱	۵۵/۱۵
کال جنی	۴۶/۰۸	۵۳/۸	۴۹/۹۴
روستا زردگاه	۳۲/۱۱	۴۱/۰۳	۳۶/۵۷
دیگ رستم	۳۹/۰۵	۴۶/۵	۴۲/۵
چشمه آب گرم مرتضی علی	۴۷/۸	۵۳/۲	۵۰/۵
کویر پرورده	۵۸/۴	۶۱/۲	۵۹/۸
مزارع برنج خانیک ازمیغان	۳۶/۷	۴۱/۳	۳۹
مزارع و باغ های پلکانی روستا اسفندیار	۴۲/۵	۵۳/۱	۴۷/۸
چشمه آب شیرین روستا اسفندیار	۳۹/۱۸	۴۷/۹	۴۳/۵۴
سرزمین سیاه روستا اسفندیار	۴۹/۲	۵۳/۶	۵۱/۴
پناهگاه حیات وحش نایبندان	۵۱/۸	۵۷/۵	۵۴/۶۵
مسجد جامع روستا اصفهک	۳۸/۵	۲۹/۳	۲۲/۶
حمام قدیمی روستا اصفهک	۴۲	۳۸/۹	۴۰/۴۵
رصد خانه کویری روستا اصفهک	۴۹/۶	۳۹/۷	۴۴/۶۵
دولین پیر حاجات	۶۴/۲	۷۱/۵	۶۷/۸۵
بدلند پیکوه	۵۸	۴۹/۶	۵۳/۸

طبق جدول ۱۰ ژئوسایت‌های کال سردر، گسل نایبند و دولین پیر حاجات به ترتیب با امتیازهای ۶۱/۴، ۶۳/۷ و ۶۴/۲ بالاترین امتیازها را کسب کرده‌اند. در مدل GAM، ژئوسایت‌های گسل نایبند، کویر پرورده و دولین پیر حاجات به ترتیب با امتیازهای ۷۱/۸، ۶۱/۲ و ۷۱/۵ در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

در نهایت، امتیاز نهایی نشان می‌دهد که ژئوسایت‌های گسل نایبند (۶۷/۷۵)، دولین پیر حاجات (۶۷/۵۸)، کال سردر (۵۵/۸)، کویر حلوان (۵۵/۱۵) و کویر پرورده (۵۹/۸) بالاترین امتیازها را کسب کرده‌اند. این نتایج بیانگر آن است که طبیعت منطقه شرایط لازم را برای توسعه ژئوتوریسم و جذب گردشگر دارد.

۳-۳- آزمون تی تک نمونه‌ای

در این پژوهش، تعداد n مشاهده به صورت تصادفی مستقل و از جامعه‌ای با توزیع نرمال استخراج شد که شامل متغیر با مقیاس فاصله‌ای است. با استفاده از آزمون تک نمونه‌ای، عملکرد دو مدل مقایسه شده است. نتایج نشان‌دهنده رابطه‌ای معنادار بین این دو مدل است به طور خاص، سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ است که حاکی از اهمیت آماری نتایج است. این یافته‌ها به وضوح نشان می‌دهد که مدل‌های به کار رفته در این مطالعه، از عملکرد مطلوبی برخوردارند (جدول ۱۱).

جدول ۱۱. آزمون تی تک نمونه‌ای در بررسی مدل‌های بریلها و GAM

مدل	میانگین	انحراف معیار	نمره t	درجه آزادی	سطح معناداری
بریلها	۴۲/۴	۱/۷	۴۰۱/۵	۳۲۶	۰/۰۰۰
GAM	۵۳/۲	۱/۵	۴۲۳/۸	۳۲۶	۰/۰۰۰

۳-۴- پهنه‌بندی نقشه ژئوتوریسم بر اساس مدل بریلها و GAM

در فرآیند تهیه نقشه پهنه‌بندی، ابتدا لایه‌های ارزش‌های مختلف مثلاً ارزش علمی، ارزش آموزشی، ارزش گردشگری و خطر تخریب تهیه شدند. سپس از ترکیب خطی وزن‌دار برای ترکیب لایه‌های معیار با ضرایب اهمیت (وزن) مشخص، به منظور تولید یک نقشه پهنه‌بندی نهایی استفاده شد (شکل ۵ و شکل ۶).

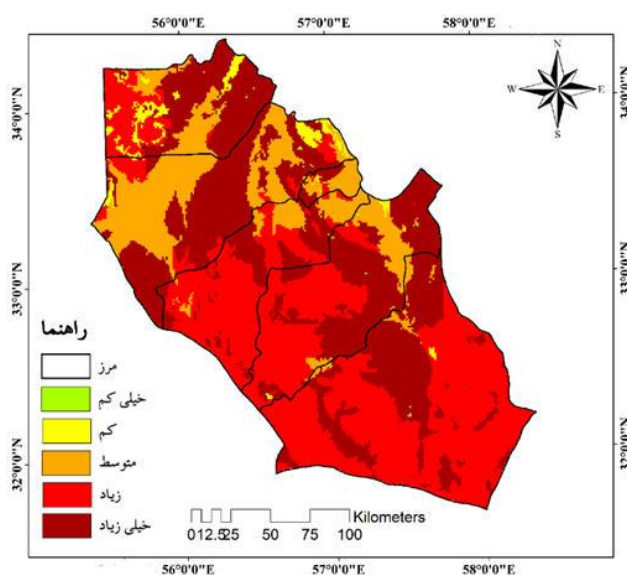
نتایج مدل بریلها نشان می‌دهد که پهنه‌های با ارزش گردشگری زیاد و خیلی زیاد به ترتیب ۵۱ درصد و ۴۲ درصد از کل منطقه را دربرمی‌گیرند که عمدتاً در مرکز و جنوب واقع شده‌اند. عوامل مختلفی مانند آثار تاریخی، جاذبه‌های زیبایی و فرهنگی، ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی و دسترسی آسان، باعث افزایش جذب گردشگر در این مناطق شده‌اند.

بر اساس نتایج مدل دیگر، پهنه‌های با گردشگری زیاد ۲۶/۵ درصد و پهنه‌های با گردشگری خیلی زیاد ۱۸ درصد از سطح منطقه را شامل می‌شوند که بیشتر در نواحی شرقی، مرکزی و جنوبی واقع شده‌اند. امکانات رفاهی و خدماتی مانند بوم‌گردی و دسترسی مناسب نیز در این مناطق نقش دارند.

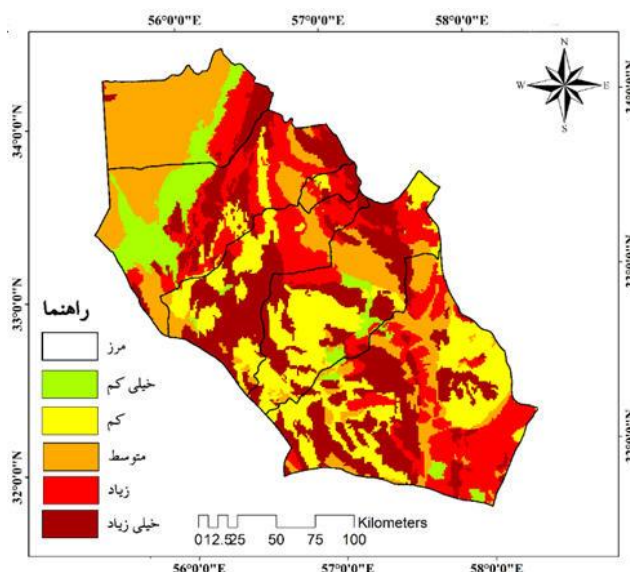
منطقه طبس، به عنوان منطقه‌ای غنی از پتانسیل‌های ژئوتوریسمی، دارای ویژگی‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منحصر به فردی است. تنوع چشمگیر بیابان‌ها، کویرها، چشمه‌ها و چشم‌اندازهای رسوبی، همراه با جاذبه‌های چینه‌شناسی، تکتونیک، معدنی، ژئومورفولوژیکی، طبیعی و فرهنگی-تاریخی، طبس را به مقصدی ایده‌آل برای ژئوتوریسم و مطالعات علمی تبدیل کرده است.

در زمینه ارزش‌های علمی، مناطق کویری و آتشفشانی به دلیل غنای دیرینه‌شناختی، کیمیاوی پدیده‌ها و تنوع عناصر طبیعی از اهمیت بالایی برخوردارند. مخروط‌های آتشفشانی بازالتی نیز از ارزش علمی و زیبایی‌شناسی بالایی برخوردارند. در مورد ارزش‌های حفاظتی، منطقه حفاظت‌شده ناینندان علی‌رغم اهمیت کلی، از نظر حفاظتی در سطح پایین‌تری قرار دارد. عوامل مانند چشم‌انداز، دسترسی، زیرساخت‌ها، تبلیغات و غنای فرهنگی و اکولوژیکی نقش اساسی در ارزیابی ارزش‌های گردشگری دارند.

با برنامه‌ریزی دقیق و ارائه تفسیرهای جذاب، می‌توان از پتانسیل‌های موجود برای توسعه فعالیت‌های علمی و آموزشی بهره برد و در عین حال، به بهبود اقتصاد جوامع و حفاظت از این پدیده‌های طبیعی کمک نمود.



شکل ۵. نقشه پهنه‌بندی ژئوتوریسم با مدل بریلها



شکل ۶. نقشه پهنه‌بندی ژئوتوریسم با مدل GAM

۴- بحث و نتیجه‌گیری

شهرستان طبس با تنوع چشمگیر در سازندهای زمین‌شناختی، از جمله ساختارهای کارستی، آتشفشانی و رسوبی، یکی از نواحی مستعد برای توسعه گردشگری زمین‌پایه به‌شمار می‌رود. در این پژوهش، به‌منظور ارزیابی ظرفیت‌های ژئوتوریسمی منطقه، از دو مدل بریلها و GAM استفاده شد. مدل GAM بر تحلیل ارزش‌های اصلی و مکمل ژئومورفوسایت‌ها تمرکز دارد، در حالی که مدل بریلها بر اساس معیارهایی همچون شهرت، تمامیت، تنوع زمین‌شناسی، میزان دسترسی و ارزش زیبایی‌شناختی به ارزیابی می‌پردازد.

مقایسه بین دو مدل نشان داد که تفاوت‌هایی در رتبه‌بندی ژئوسایت‌ها وجود دارد. در مدل بریلها، ژئوسایت‌های کال سردر، گسل نایبند و دولین پیر حاجات بالاترین امتیازات را به دست آوردند، در حالی که مدل GAM گسل نایبند، کویر پرورده و دولین پیر حاجات را به عنوان مهم‌ترین مناطق معرفی کرد. این تفاوت‌ها، اهمیت استفاده از رویکردهای ترکیبی و مقایسه‌ای در ارزیابی ژئوسایت‌ها را برجسته می‌سازد. در نهایت، نتایج آزمون آماری تک‌نمونه‌ای بیانگر معناداری و اعتبار بالای هر دو مدل در تحلیل توانمندی ژئوتوریسمی شهرستان طبس بود.

تحلیل توزیع مکانی مناطق با ارزش گردشگری نشان داد که در مدل (Brilha, 2016)، بیشترین پهنه‌های دارای پتانسیل گردشگری در بخش‌های مرکزی و جنوبی منطقه متمرکز هستند، در حالی که در مدل GAM، این پهنه‌ها عمدتاً در نواحی شرقی، مرکزی و جنوبی قرار گرفته‌اند. این تفاوت فضایی ناشی از عواملی چون دسترسی آسان به مسیرهای ارتباطی، وجود زیرساخت‌های رفاهی، نزدیکی به آثار تاریخی و همچنین حضور ویژگی‌های زمین‌شناختی شاخص و جاذبه‌های ژئومورفولوژیک است. برای اعتبارسنجی یافته‌ها، نتایج با مطالعات مشابهی همچون پژوهش‌های امیدوار و همکاران در دامغان (Omidvar et al., 2023) و کامران و همکاران در استان اصفهان (Kamran et al., 2020) مقایسه شد که تطابق نسبی الگوهای فضایی را تأیید می‌کند.

نوآوری اصلی این پژوهش در ترکیب تطبیقی دو مدل معتبر ارزیابی ژئوسایت‌ها و تحلیل همپوشانی فضایی آن‌ها با رویکرد مقایسه‌ای است. این رویکرد موجب شناسایی دقیق‌تر مناطق اولویت‌دار برای توسعه ژئوتوریسم پایدار می‌شود و مبنای مناسبی برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در مقیاس محلی و منطقه‌ای فراهم می‌آورد.

با توجه به نتایج پژوهش و ویژگی‌های منحصربه‌فرد شهرستان طبس، پیشنهاد زیر به‌صورت اختصاصی برای توسعه ژئوتوریسم در این منطقه ارائه می‌شود:

- تمرکز بر توسعه ژئوتوریسم در نواحی که دارای بیشترین تراکم ژئوسایت‌های ارزشمند هستند.
- حفاظت و معرفی پدیده‌های زمین‌شناسی شاخص مانند کال‌جنی، چشمه مرتضی‌علی و سازندهای خاص رسوبی در منطقه به عنوان جاذبه‌های منحصربه‌فرد.

- به‌کارگیری ظرفیت گردشگری چشمه‌های موجود در منطقه به عنوان بخشی از طرح توسعه گردشگری سلامت در طبس.
 - بهره‌برداری از مسیرهای زمین‌گردشگری تاریخی مانند مسیرهای کاروانی و کویری با تأکید بر جاذبه‌های زمین‌ریخت‌شناسی.
 - احیای روستاهای واقع در نزدیکی ژئوسایت‌های کلیدی و پیوند آن‌ها با گردشگری روستایی و ژئوتوریسم.
- به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که منطقه طبس از ظرفیت بالایی برای توسعه گردشگری علمی، طبیعی و فرهنگی برخوردار است. به‌منظور بهره‌برداری پایدار از این ظرفیت‌ها، اجرای سیاست‌های مدیریتی مناسب و اقدامات حفاظتی ضروری است تا ضمن حفاظت از محیط‌زیست، امکان بهره‌برداری بهینه از این جاذبه‌های ارزشمند فراهم شود.

۵- سپاس‌گزاری

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد خانم فهیمه اسدالهی است که با حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه حکیم سبزواری انجام شده است.

۶- منابع

- اروجی، حسن. (۱۳۹۱). مکانیابی ژئومورفوسایت‌های بهینه گردشگری با فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و ارزیابی آن‌ها از طریق مدل ژئومورفوتوریستی (مطالعه موردی: شهرستان طبس). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، در رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی توریسم، دانشگاه تهران.
- اکبریان، محمد (۱۴۰۰). ارزیابی اثرات زیست‌محیطی توسعه ژئوتوریسم در جزیره هرمز، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۳۷، ۳۹-۲۰.
- امیدوار، صدیقه، صرفی، مهدی و تقی پور، علی اکبر. (۱۴۰۲). ارزیابی پتانسیل ژئوتوریسم شمال دامغان با استفاده از مدل بریلها. *جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای* (۳/۲۱)، ۷۵-۱۰۵.
- بهشتی، علی، امیراحمدی، ابوالقاسم، گلی مختاری، لیلا، بقائی‌نژاد، نادیا. (۱۴۰۵). بررسی و ارزیابی ژئومیتوسایت‌های شهرستان سبزوار به عنوان جاذبه‌های گردشگری. *مهندسی جغرافیایی سرزمین* ۱(۱۰).
- جهانگیر، محمدحسین و محمدی، علی. (۱۳۹۶). ارزیابی توان توسعه زمین‌گردشگری غار کرفتو استان کردستان با استفاده از مدل استراتژیک SWOT و مدل تحلیلی FASSOULAS. *نشریه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)*، ۷، ۱۸۲-۱۶۷.
- حیدری ساریان، وکیل. (۱۳۹۱). تحلیل موانع مؤثر بر توسعه گردشگری روستای سردابه، شهرستان اردبیل. *جغرافیا و مطالعات محیطی*، ۱، ۹۷-۸۳.
- خدابخشی، زهرا، فریدپور، مجتبی گراوند، لیلا. (۱۳۹۵). ارزیابی ژئومورفوسایت‌های استان ایلام برای نیل به توسعه پایدار با استفاده از مدل Pereira، دومین کنگره بین‌المللی علوم زمین و توسعه شهری، تبریز.
- دیواندری، جواد، ایل بیگی پور، فرانک. (۱۳۹۸). ارزیابی چالش‌های جذب گردشگری رویداد با استفاده از مدل SWOT؛ مطالعه موردی: روستای سیف آباد از توابع شهرستان کوهرنگ، پژوهش‌های گردشگری و توسعه پایدار، ۲(۶)، ۴۱-۳۱.
- رجبی، معصومه، رهنمون، حبیب، ابادری، کلثوم. (۱۳۹۶). تعیین راهبردها و سیاست‌های توسعه ژئوتوریسم در شهرستان مشکین شهر. *فضای گردشگری*، ۳۳، ۱۶-۱.
- رحیمی هرآبادی، سعید، صفاری، امیر، فتوای، عزت‌اله. (۱۳۹۹). الگوی مدیریتی در ژئوتوریسم؛ با تأکید بر مدیریت ژئومورفوسایت‌های قلمرو بیابانی ایران مورد پژوهی: شهرستان طبس. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۹، ۱۳۱-۱۰۸.
- رئیسی، رسا، خسروی، مهدیه، المدرسی، سیدعلی. (۱۳۹۹). بررسی ژئوتوریسم منطقه شهداد با روش رینارد، چهارمین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی، یزد.
- زنگنه اسدی، محمدعلی، امیراحمدی، ابوالقاسم، شایان یگانه، علی اکبر. (۱۳۹۷). ارزیابی ژئومورفوسایت‌های ژئوپارک پیشنهادی غرب خراسان رضوی به روش بریلها به منظور حفاظت از میراث زمین‌شناسی. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۳(۶۳)، ۱۱۷-۱۳۷.
- شیبانی، وصال. (۱۳۹۸). بررسی و ارزیابی ژئوسایت‌های معدنی شهرستان طبس به عنوان یک ژئوپارک معدن‌محور در شرق ایران مرکزی. *جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ۳۳، ۲۱۵-۱۹۱.

- سفوی، سیدرشد، اروجی، حسن، علیزاده، محمد، زمانیان، احسان. (۱۳۹۸). سنجش و ارزیابی اثرات و ارتباطات بین ژئوتوریسم و توسعه روستایی مطالعه موردی: روستاهای پیرامون کال سردر در شهرستان طبرستان. *آمایش جغرافیایی فضا*، ۳۴، ۱۹۴-۱۷۳.
- عابدینی، موسی، آقازاده، نازفر، صادقی، ابودر. (۱۳۹۹). ارزیابی توان ژئوتوریسم منطقه شورسو شهرستان ملکان. *فضای گردشگری*، ۳۷، ۳۸-۲۵.
- عجایی، کیمیاسادات. (۱۴۰۱). نقش کلیدی آموزش حوزه‌های گوناگون، در ژئوپارک‌ها، کنفرانس ملی اکوتوریسم، ژئوتوریسم و حفاظت از میراث طبیعی.
- علیزاده، امین. (۱۳۹۴). اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا، چاپ چهارم.
- کامران، حسن، علیزاده، محمد، نیکبخت، ریحانه. (۱۳۹۹). ارزیابی توانمندی‌های ژئوسایت‌های منتخب استان اصفهان با مدل بریلها. *جغرافیا (فصلنامه علمی - پژوهشی و بین‌المللی انجمن جغرافیایی ایران)*، ۱۸، ۲۲-۵.
- گلی مختاری، لیلیا و بیرامعلی، فرشته. (۱۳۹۷). محاسبه و تحلیل تنوع زمینی (ژئودایورسیتی) (مطالعه موردی: شهرستان اشتهارد)، *پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی*، (۲)، ۵۰، ۳۲۲-۳۰۷.
- محتشمی، فریده، صداقت، مهدی. (۱۴۰۰). بررسی نقش گردشگری غارهای رشته کوه‌های زاگرس بر توسعه ژئوتوریسم پایدار منطقه (مطالعه موردی: مقایسه غار علیصدر همدان با غار قوری قلعه کرمانشاه). *پژوهش‌های گردشگری و توسعه پایدار*، ۱۳، ۳۶-۲۳.
- مزیدی، احمد، عنایت پور، مهدیه، حسینی، سیدسلام. (۱۴۰۰). تعیین اقلیم استان کرمان با استفاده از روش‌های منحنی آمبروترمیک، ضریب خشکی دومارتن، اقلیم نمای آمبرژه، *جغرافیا و روابط انسانی*، (۲)، ۴، ۳۵-۴۳.
- مهدوی، مهدی و طاهرخانی، مسعود. (۱۳۹۱). کاربرد آمار در جغرافیا، چاپ چهارم، ۱-۳۷.

References

- Abedini, M., Aghazadeh, N., & Sadeghi, A. (2020). Assessment of geotourism potential in Shoursoo area, Malekan County. *Tourism Space*, 37, 25–38. https://journals.iau.ir/article_680509.html [In Persian]
- Ajaeabi, K. S. (2022). The key role of education in various fields of geoparks. *National Conference on Ecotourism, Geotourism, and Natural Heritage Conservation*. [In Persian]
- Alizadeh, A. (2015). *Principles of Applied Hydrology* (4th ed.). Imam Reza University Press. [In Persian]
- Akbarian, M. (2021). Evaluation of environmental impacts of geotourism development in Hormuz Island. *Quantitative Geomorphological Research*, 37, 20–39. <https://doi.org/10.22034/gmpj.2021.266888.1248> [In Persian]
- Anokhin, A. Y., Kropinova, E. G., Spiriajevas, E. (2021). Developing geotourism with a focus on geoheritage in a transboundary region: the case of the Curonian Spit, a UNESCO site, Baltic Region, 13(2):112-128. <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2021-2-6>
- Arifin, H. S., Prastowo, F. A. A., Widyowati, W., Octavianti, M. (2023). Community Perception of Geotourism Development in Ciletuh Palabuhanratu UNESCO Global Geopark. *Baltic Journal of Law & Politics*, 16(3), 2139-2152. <https://doi.org/10.2478/bjlp-2023-00000161>.
- Beheshti, A., AmirAhmadi, A., Goli Mokhtari, L., & Baghaei Nejad, N. (2026). Evaluation and Assessment of Geomythosites in Sabzevar County as Tourist Attractions. *Geographical Engineering of Territory*, 1(10). <https://doi.org/10.22034/jget.2025.498811.1603> [In Persian]
- Brilha, J. (2016). Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: A review. *Geoheritage*, 8(2), 119-134. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- Carrión-Mero, P., Borja-Bernal, C., Herrera-Franco, G., Morante-Carballo, F., Jaya-Montalvo, M., Maldonado-Zamora, A, Berrezueta, E. (2021). Geosites and Geotourism in the Local Development of Communities of the Andes Mountains. A Case Study. *Sustainability*, 13(9), 4624. <https://doi.org/10.3390/su13094624>
- Citiroglu, H. K., Arca, D. (2023). Assessing Caves for Geotourism Development—An Example from Türkiye Using a Geographical Information Systems (GIS) Based Multi-Criteria Approach. *Geotourism in the Middle East*, 15(7), 235–248. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24170-3_14
- Divandari, J., & Il Beigi Pour, F. (2019). Evaluation of challenges in attracting event-based tourism using SWOT model; Case study: Saif Abad Village, Kouhrang County. *Tourism Research and Sustainable Development*, 2(6), 31–41. <http://www.trsd.ir/post.aspx?id=601> [In Persian]
- Goli Mokhtari, L., & Fereshteh Biramali. (2018). Analysis of Geodiversity (Case study: Eshtehard County, Iran). *Natural Geography Research*, 50(2), 307–322. <https://doi.org/10.22059/jphgr.2018.226075.1006996> [In Persian]

- Heidari Sarban, V. (2012). Analysis of barriers affecting the development of rural tourism in Sardabeh Village, Ardabil County. *Geography and Environmental Studies*, 1, 83–97. <https://ensani.ir/file/download/article/1623666880-10398-99-6.pdf> [In Persian]
- Jahangir, M. H., & Mohammadi, A. (2017). Evaluate the Geo-tourism Development Might of Karaftou cave in Kurdistan using SWOT strategic model and analytical model FASSOULAS. *Geography (Regional Planning)*, 7, 167–182. https://www.jgeoqeshm.ir/article_54114.html?lang=en [In Persian]
- Kamran, H., Alizadeh, M., & Nikbakht, R. (2020). Evaluation of selected geosites in Isfahan Province using Brillha model. *Geography (Journal of the Iranian Geographical Association)*, 18, 5–22. 20.1001.1.27172996.1399.18.1.1.6 [In Persian]
- Kaur, G., (2022). Geodiversity, Geoheritage and Geoconservation: A Global Perspective. *Jour. Geol. Soc. India*. 98 (9): 1221–1228. <https://doi.org/10.1007/s12594-022-2156-1>.
- Khodabakhshi, Z., Faridpour, M., & Garavand, L. (2016). Evaluation of Ilam Province geomorphosites for achieving sustainable development using the Pereira model. *2nd International Congress on Earth Sciences and Urban Development, Tabriz*. [In Persian]
- Kubalíková, L. (2019). Assessing Geotourism Resources on a Local Level: A Case Study from Southern Moravia (Czech Republic). *Resources*, 8(3), 18. <https://doi.org/10.3390/resources8030150>
- Li, Q. J., Ng, Y., Wu, R. R. (2022). Strategies and problems in geotourism interpretation: A comprehensive literature review of an interdisciplinary chinese to english translation. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 10(1), 27-46. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2022.02.001>
- Marjanović, M., R, A., Radivojević, Antić, A., Peppoloni, S., Capua, G. D., . . . Markov. (2022). Geotourism and geoethics as support for rural development in the Knjaževac municipality, Serbia. *Open Geosciences*, 14(1), 812. <https://doi.org/10.1515/geo-2022-0388>
- Mastika, I. K., Harsono, S. S., Khristianto, W., Oktawirani, P., Hutama, P. S. (2023). Creative strategies of local resources in managing geotourism in the Ijen Geopark Bondowoso, East Java, Indonesia. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 11(1), 149-168. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2023.01.002>
- Mahdavi, M., & Taherkhani, M. (2012). *Application of Statistics in Geography* (4th ed.), 1–370. [In Persian]
- Mazidi, A., Enayatpour, M., & Hosseini, S. (2021). Determining the climate of Kerman Province using Ambrothermic curve, De Martonne aridity index, and Emberger climate diagram. *Geography and Human Relations*, 4(2), 35-43. <https://doi.org/10.22034/gahr.2021.287987.1565> [In Persian]
- Mohtashami, F., & Sedaghat, M. (2021). The role of cave tourism in Zagros Mountains in promoting sustainable geotourism (Case study: Comparing Alisadr Cave in Hamedan and Ghoori Ghaleh Cave in Kermanshah). *Tourism Research and Sustainable Development*, 13, 23–36. <https://ensani.ir/file/download/article/1625892593-10159-13-3.pdf> [In Persian]
- Mokhtari, L., Bahramabadi, E., & Solgi, L. (2018). Comparative study of the geotourism abilities of Aleshtar city using Pralong and Perira models. *Geography and Development*, 16(52), 69-96 16(52), 69-96. <https://doi.org/10.22111/gdij.2018.4110> [In Persian]
- Moradnrjad, J., & Bagheri, V. (2019). Investigating the Capabilities of Geo Tourism Triangle in Dehloran County in Ilam Province. Application of Geography information system and remote sensing in planning, 9(4), 55-69. https://journals.iau.ir/article_665870_3d705900ddccd86dfc3668c0a44f9336.pdf [In Persian]
- Ólafsdóttir, R., Tverijonaite, E. (2018). Geotourism: A Systematic Literature Review. *Geosciences*, 8(7), 234. <https://doi.org/10.3390/geosciences8070234>
- Omidvar, S., Sarfi, M., & Taghipour, A. A. (2023). Evaluating the geotourism potential of northern Damghan using the Brillha model. *Geography and Regional Development*, 21(3), 75–105. <https://doi.org/10.22067/jgrd.2023.81781.1265> [In Persian]
- Orouji, H. (2012). Optimal geomorphosite location for tourism using the Analytic Network Process (ANP) and their evaluation through the geomorphotourism model (Case study: Tabas County), M.Sc. Thesis in Geography and Tourism Planning, University of Tehran. [In Persian]
- Pál, M., Albert, G. (2023). From geodiversity assessment to geosite analysis – a GIS-aided workflow from the Bakony–Balaton UNESCO Global Geopark, Hungary. *Geological Society, London*, 530.
- Raeisi, R., Khosravi, M., & Al-Modarresi, S. (2020). Geotourism assessment in Shahdad region using Reynard method. *4th National Conference on Advanced Spatial Analysis Models, Yazd*. [In Persian]
- Rahimi Herabadi, S., Saffari, A., & Ghanavati, A. A. (2020). A managerial model for geotourism with emphasis on desert geomorphosites of Iran; Case study: Tabas County. *Quantitative Geomorphological Research*, 9, 108–131. <https://doi.org/10.22034/gmpj.2020.122219> [In Persian]

- Rajabi, M., Rahneemooon, H., & Abazari, K. (2017). Strategies and policies for geotourism development in Meshgin Shahr County. *Tourism Space*, 33, 1–16. <https://ensani.ir/fa/article/518451/> [In Persian]
- Safavi, S. R., Orouji, H., Alizadeh, M., & Zamaniyan, A. (2019). Assessing the impacts and relationships between geotourism and rural development; Case study: Villages surrounding Kal Sardareh in Tabas County. *Spatial Geography Planning*, 34, 173–194. <https://doi.org/10.30488/gps.2020.102609> [In Persian]
- Shafiei, Z., Farsani, N. T., & Abdollahpour, M. (2017). The benefit of geo-branding in a rural geotourism destination: Isfahan, Iran. *Geojournal of Tourism and Geosites*, 19(1), 96-103. http://gtg.webhost.uoradea.ro/PDF/GTG-1-2017/211_Farsani.pdf
- Sheibani, V. Y. (2019). Assessment of mineral geosites in Tabas County as a mining-oriented geopark in Central East Iran. *Regional Geography and Development*, 33, 191–215. <https://doi.org/10.22067/geography.v17i2.76465> [In Persian]
- Sumarto, R. H., Sumartono, S., Muluk, M. R. K., Nuh, M. (2020). Penta-Helix and Quintuple-Helix in the Management of Tourism Villages in Yogyakarta City. *Australasian Accounting, Business and Finance*, 14(1), 46_57. . <https://doi.org/10.14453/aabfj.v14i1.5>
- Vujicic, M & Vasiljevic, D & Markovic, S & Hose, T & Lukic, T & Hadzic, O & Janievic, S (2011). Preliminary Geosites Assessment Model (GAM) and Its Application on Fruska Gora Mountain, Potential Geotourism Detinarion of Serbia; *Acta Geographica Slovenica*, V 51.2, 361–377. <https://doi.org/10.3986/AGS51303>
- Xu, K., Wu, W. (2022). Geoparks and Geotourism in China: A Sustainable Approach to Geoheritage Conservation and Local Development—A Review. *Land*, 20. <https://doi.org/10.3390/land11091493>
- Yu, A. A., & Eduardas, S. (2021). Developing geotourism with a focus on geoheritage in a transboundary region: the case of the Curonian Spit, a UNESCO site. *Baltic Region*, 13(S2), 112-128. <https://doi.org/10.5922/2079-8555-2021-2-6>
- Zafeiropoulos, G., Drinia, H., Antonarakou, A., Zouros, N. (2021). From Geoheritage to Geoeducation, Geoethics and Geotourism: A Critical Evaluation of the Greek Region. *Geosciences*, 11(9), 381. <https://doi.org/10.3390/geosciences11090381>
- Zangeneh Asadi, M. A., AmirAhmadi, A., & Shayan Yeganeh, A. A. (2018). Evaluation of geomorphosites in the proposed geopark of western Khorasan Razavi using Brilha method for geological heritage conservation. *Geography and Planning*, 23(63), 117–137. https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_7508.html [In Persian]
- Zorlu, K., Dede, V., (2023). Assessment of glacial geoheritage by multi-criteria decision making (MCDM) methods in the Yalnızçam Mountains, Northeastern Türkiye, *International Journal of Geoheritage and Parks*, 11(1), 100-117. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2023.01.001>