



Geobiodiversity Assessment of Oshtorankuh Region Based on GBI Index

Fatemeh Moradipour¹ | Mojtaba Yamani² | Anvar Moradi³

1. Department of Physical Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: moradipour.f@ut.ac.ir

2. Department of Physical Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: myamani@ut.ac.ir

3. Department of Physical Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: anvar.moradi@ut.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 11 Aug 2022
Received in revised form: 07 Oct 2022
Accepted: 08 Oct 2022
Available online: 21 Jan 2023

Keywords:
Geodiversity,
Biodiversity,
Geobiodiversity,
GBI Index,
Oshtorankuh.

ABSTRACT

Various biological and geological processes, especially erosion, lead to the diversity of environmental features, which are studied under concepts such as geodiversity and biodiversity. In recent years, a new concept called geobiodiversity has been introduced, which focuses on places with high geodiversity and biodiversity importance. Considering the importance of identifying these areas for conservation purposes and sustainable uses, in this research, the geobiodiversity of the Oshtorankuh area located in Lorestan province has been investigated. The research data includes various elements of geology, geomorphology, water, soil, vegetation and environmental protection level, which have been collected through library-documentary and fieldworks. In the next step, the GBI index has been used to achieve research goals and data analysis. This index evaluates and integrates four sub-indexes of geodiversity, geomorphology, vegetation and protection levels through the creation of hexagonal cells and an analytical matrix, and finally identified the areas with high geobiodiversity value. The obtained results showed that in terms of geodiversity index, more than 62 percent; in terms of geomorphology index, about 59.35 percent; in terms of vegetation index, about 59.20 percent of the studied area have high and very high values. While in terms of protection index, more than 70 percent of the studied area is distributed in low and very low protection levels. Finally, in terms of geobiodiversity, the number of 2587 hexagonal cells (44.35 percent of the area) have a high and very high value, which are mainly inside the Oshtorankuh protected area, especially in the east and south of Gahar Lake, along the Neygah Valley and in the Vazmdar area have been distributed. Therefore, it is necessary to implement an integrated management approach to preserve the geobiodiversity values in the Oshtorankuh region by the relevant organizations and with the participation of local communities.

Cite this article: Moradipour, F., Yamani, M. & Moradi, A. (2023). Geobiodiversity Assessment of Oshtorankuh Region Based on GBI Index. *Geography and Environmental Sustainability*, 13 (1), 71-89. DOI: 10.22126/GES.2022.8136.2568



© The Author(s).

DOI: 10.22126/GES.2022.8136.2568

Publisher: Razi University

ارزیابی ژئوبیودایورسیتی منطقه اشترانکوه بر اساس شاخص GBI

فاطمه مرادی پور^۱ | مجتبی یمانی^۲ | انور مرادی^۳

۱. نویسنده مسئول، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: moradipour.f@ut.ac.ir

۲. گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: myamani@ut.ac.ir

۳. گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: anvar.moradi@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخچه مقاله: تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۰ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۱۶ دسترسی آنلاین: ۱۴۰۱/۱۱/۰۱ کلیدواژه‌ها: ژئوبیودایورسیتی، بیودایورسیتی، ژئوبیودایورسیتی، شاخص GBI، اشترانکوه.	فرایندهای مختلف زیستی و زمین‌شناختی به‌ویژه فرسایش منجر به تنوع ویژگی‌های محیطی می‌گردد که تحت مفاهیمی همچون ژئوبیودایورسیتی و بیودایورسیتی مورد بررسی قرار می‌گیرند. در سال‌های اخیر، مفهوم جدیدی تحت عنوان ژئوبیودایورسیتی معرفی شده که بر مکان‌های با اهمیت بالای ژئوبیودایورسیتی و بیودایورسیتی تمرکز دارد. باتوجه به اهمیت شناسایی این مناطق برای اهداف حفاظتی و بهره‌برداری پایدار، در این تحقیق به بررسی ژئوبیودایورسیتی منطقه اشترانکوه واقع در استان لرستان پرداخته شده است. داده‌های تحقیق شامل عناصر مختلف زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، آب، خاک، پوشش گیاهی و حفاظت است که از طریق مطالعات کتابخانه‌ای - اسنادی و میدانی جمع‌آوری شده‌اند. در ادامه، برای دستیابی به اهداف تحقیق و تجزیه و تحلیل داده‌ها از شاخص GBI بهره گرفته شده است. این شاخص از طریق ایجاد سلول‌های شش‌ضلعی و یک ماتریس تحلیلی، چهار زیرشاخص ژئوبیودایورسیتی، ژئومورفولوژی، پوشش گیاهی و سطوح حفاظتی را ارزیابی و تلفیق نموده و مناطق با اهمیت بالای ژئوبیودایورسیتی را مشخص می‌کند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که از نظر شاخص ژئوبیودایورسیتی بیش از ۶۲ درصد، از نظر شاخص ژئومورفولوژی حدود ۵۹/۳۵ درصد، از نظر شاخص پوشش گیاهی حدود ۵۹/۲۰ درصد از منطقه مورد مطالعه دارای ارزش زیاد و خیلی زیاد هستند. درحالی‌که از نظر شاخص حفاظت بیش از ۷۰ درصد منطقه مورد مطالعه در سطح حفاظتی کم و خیلی کم توزیع یافته‌اند. در نهایت، از نظر ژئوبیودایورسیتی تعداد ۲۵۸۷ سلول شش‌ضلعی (۴۴/۳۵ درصد منطقه) دارای ارزش زیاد و خیلی زیاد هستند که عمدتاً در داخل منطقه حفاظت شده اشترانکوه به‌ویژه در شرق و جنوب دریاچه گهر، امتداد دره نی‌گاه و منطقه وزمدر توزیع یافته‌اند؛ بنابراین، ضروری است ضمن توجه به نتایج مطالعه حاضر، یک رویکرد مدیریت یکپارچه در منطقه اشترانکوه به‌ویژه در بخش‌های حفاظت شده توسط دستگاه‌های ذی‌ربط پیاده‌سازی شود که ارزش‌های ژئوبیودایورسیتی منطقه برای نسل‌های مختلف حفظ گردد.

استناد: مرادی پور، فاطمه؛ یمانی، مجتبی؛ مرادی، انور (۱۴۰۲). ارزیابی ژئوبیودایورسیتی منطقه اشترانکوه بر اساس شاخص GBI. *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۳ (۱)، ۷۱-۸۹. DOI: 10.22126/GES.2022.8136.2568



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه رازی

مقدمه

ژئوبیودایورسیتی^۱ مفهوم بسیار جدیدی است که اخیراً در ادبیات ارائه شده است. این مفهوم در واقع ترکیب دو مفهوم ژئودایورسیتی^۲ (تنوع زمین‌شناختی) و بیودایورسیتی^۳ (تنوع زیستی) است که بر مکان‌هایی که هم‌ارزش ژئودایورسیتی دارند و هم‌ارزش بیودایورسیتی تأکید دارد (Steinke, 2021; Patru-Stupariu et al., 2017). مفهوم ژئودایورسیتی برای اولین بار در سال ۱۹۹۳، پس از آنکه کنوانسیون تنوع زیستی در اجلاس زمین‌ریو در سال ۱۹۹۲ پذیرفته شد، معرفی گردید (Sharples, 1993: 18). بعدها، این اصطلاح در سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفت و به طور روزافزون گسترش یافت (Gray, 2004: 182, 2018).

در این میان، تحت پوشش فزاینده مفهوم میراث، عناصر ژئودایورسیتی با ویژگی‌های استثنایی به‌عنوان میراث زمین‌شناختی و ژئومورفولوژیکی طبقه‌بندی شدند و نام ژئوهرییتیج^۴ را دریافت کردند. در حقیقت، ژئوهرییتیج یا میراث زمین‌شناختی برای آن بخش از عناصر ژئودایورسیتی که دارای ارزش علمی، آموزشی و ژئوتوریسمی قابل توجهی بوده و شایسته حفاظت هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Reynard & Brilha, 2018: 121). اصطلاح بیودایورسیتی نیز اولین بار توسط داسمن در سال ۱۹۶۸ استفاده شد (Dasmann, 1968: 218).

اجلاس سران سازمان ملل متحد در سال ۱۹۹۲، بیودایورسیتی را به‌عنوان تنوع موجود در موجودات زنده از همه منابع، از جمله زمین، دریا و دیگر اکوسیستم‌های آبی و مجموعه‌های اکولوژیکی شامل تنوع در گونه‌ها، بین گونه‌ها و اکوسیستم‌ها تعریف کرده است (Harper & Hawksworth, 1994: 28). بیودایورسیتی در اکوسیستم‌ها به‌شدت با توابع اکوسیستم مانند تولید زیست‌توده، تجزیه مواد ارگانیک، انعطاف‌پذیری اکوسیستم و غیره مرتبط است. بسیاری از این فرایندهای زیست‌محیطی نیز به طور مستقیم به خدماتی که انسان از اکوسیستم‌ها دریافت می‌کند، اشاره دارد (Lo et al., 2015: 412). کانون‌های حساس بیودایورسیتی یا منطقه تنوع زیستی در معرض خطر به هر منطقه جغرافیای زیستی دارای تنوع زیستی بالا گفته می‌شود که در معرض تهدید از سوی انسان است (Myers et al., 2000).

ادبیات علمی مربوط به بیودایورسیتی، به طور قابل ملاحظه‌ای با زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی مرتبط است. با این حال، در این زمینه علمی، عناصر مطالعه با تعامل فرایندهای درون‌زا و برون‌زا در مقیاس زمانی و مکانی پیچیده ممکن می‌شود که به میلیون‌ها سال قبل می‌رسد. از این رو، شرایط آب‌وهوایی به‌عنوان عوامل مدل‌سازی زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، خاک‌شناسی، منابع آب و پوشش گیاهی اولیه که محیط را دربر گرفته است، استفاده می‌شود. به همین خاطر، نگاهی کامل‌تر، پیچیده‌تر و پویاتر به این موضوع ضروری است؛ نگاهی که محیط را تکه‌تکه نمی‌کند و می‌توان آن را ژئوبیودایورسیتی تعریف کرد که پتانسیل بالایی را برای توسعه محلی و منطقه‌ای در بسیاری از سایت‌های قابل توجه ارائه می‌کند (Steinke, 2021).

منطقه غرب کشور و زاگرس از نظر اکولوژیکی و حفظ ذخایر ژنتیکی، از اکوسیستم‌های ارزشمند ایران به شمار می‌رود (جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۱۳۸۲: ۸۷؛ مخدوم، ۱۳۷۶). در این میان، منطقه اشترانکوه، به‌عنوان یک منطقه حفاظت شده در استان لرستان یکی از مناطق شاخص این اکوسیستم ارزشمند است (بیات و مجنونیان، ۱۳۹۶: ۵۷). اشترانکوه از تنوع زیستی گیاهی و جانوری بسیار بالایی برخوردار است، به‌طوری که ۶۰۰ گونه گیاهی (۶۸ گونه آن اندمیک) و ۲۷۴ گونه جانوری در منطقه شناسایی شده‌اند. از سوی دیگر، از نظر زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی نیز این منطقه بسیار قابل توجه است به‌طوری که انواع مختلف سازندها و ساختارهای زمین‌شناختی، لندفرم‌های رودخانه‌ای، یخچالی (کواترنری)، دامنه‌ای، ساختمانی و غیره در منطقه تشکیل و توسعه یافته‌اند.

افزون بر این، وسعت زیاد این منطقه با دامنه ارتفاعی زیاد، طیف گسترده‌ای از ویژگی‌های زمین‌شناسی، اقلیمی، ژئومورفولوژیکی و جغرافیای گیاهی را ارائه می‌دهد؛ بنابراین، مجموعه‌ای از پتانسیل‌های زیستی و زمین‌شناختی، زمینه فعالیت‌های علمی، پژوهشی و گردشگری را در این منطقه فراهم نموده است. با این وجود، مطالعه جامعی در این خصوص

1- Geobiodiversity

2- Geodiversity

3- Biodiversity

4- Geoheritage

تاکنون انجام نشده است. از این رو، ارزیابی پتانسیل‌های ژئوبیودایورسیته و بیودایورسیته و شناسایی پهنه‌های با ارزش ژئوبیودایورسیته در منطقه اشترانکوه به‌ویژه بادر نظر گرفتن بخش‌های حفاظت شده بسیار حائز اهمیت است. طی دهه‌های اخیر، مطالعات مختلفی در سطح ملی و بین‌المللی در زمینه ژئوبیودایورسیته منتشر شده است که جنبه‌های مختلف ژئوبیودایورسیته و سایت‌های با ارزش میراثی آن شامل ژئوسایت‌ها و ژئومورفوسایت‌ها را مورد بررسی و ارزیابی قرار داده‌اند (Gray, 2004: 512; Panizza 2009; Brilha et al., 2018; Moradipour et al., 2020; Maghsoudi et al., 2021; Moradi et al., 2021؛ گلی مختاری و همکاران، ۱۳۹۷؛ مقصودی و همکاران، ۱۳۹۸، شایان یگانه و همکاران، ۱۳۹۹؛ سیستانی بدوئی و همکاران، ۱۴۰۰؛ صالحی‌پور و همکاران، ۱۴۰۰). نتایج مشترک این مطالعات تأکید بر ارزیابی و شناخت اهمیت ژئوبیودایورسیته و میراث زمین‌شناختی در راستای توسعه محلی و منطقه‌ای به‌ویژه از طریق توسعه ژئوتوریسم بوده است.

علاوه بر این، مطالعات مختلفی نیز جنبه‌های مختلف بیودایورسیته را مورد شناسایی و ارزیابی قرار داده‌اند و گونه‌های مختلف و تنوع قابل توجه زیستی را معرفی نموده‌اند (Michael & Bruce, 1980: 395; Babbitt, 1994; Balvanera et al., 2006; Franca et al., 2016; Alkemade et al., 2009; Albert et al., 2021؛ مجنونیان، ۱۳۷۹: ۷۴۲؛ جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۱۳۸۲: ۵۶۰؛ جوادی و همکاران، ۱۳۹۰؛ عباسی و همکاران، ۱۳۹۳؛ ملکزاده و همکاران، ۱۴۰۱). در حقیقت، در زمینه بیودایورسیته مطالعات بسیار زیادی با تعداد نامتناهی از اهداف، بسته به پیچیدگی، ترکیب ابعاد گوناگون و تفاوت‌ها در محتوا و ساختار وجود دارد که اکثریت قریب به اتفاق این تحقیقات به دنبال پاسخ به تشخیص‌ها و نشان دادن روند در گونه‌ها هستند (Vackar et al., 2012; Drechsler, 2020: 68).

طی سال‌های اخیر نیز مطالعاتی در زمینه ژئوبیودایورسیته به‌عنوان تلفیق ژئوبیودایورسیته و بیودایورسیته صورت گرفته است (Patru-Stupariu et al., 2017; Santos et al., 2019; Zarnetske et al., 2019; Alahuhta et al., 2020؛ Steinke, 2021) که مشترکاً بر اثرات متقابل این دو زمینه به‌ویژه اثر قابل توجه ژئوبیودایورسیته بر بیودایورسیته تأکید کرده‌اند. به‌طوری‌که ژئوبیودایورسیته به‌عنوان زیربنای بیودایورسیته، زمینه کاهش یا افزایش و همچنین پراکنش آن را فراهم می‌کند. با این وجود، تاکنون در ایران مطالعه‌ای در حوزه مفهوم ژئوبیودایورسیته انجام نشده و در تحقیق حاضر برای اولین بار در منطقه اشترانکوه پیاده‌سازی می‌شود که نوآوری این تحقیق است.

علاوه بر این، مطالعه ژئوبیودایورسیته و بیودایورسیته در یک رویکرد یکپارچه می‌تواند برای اهداف حفاظت و بهره‌برداری پایدار محیطی بسیار حائز اهمیت باشد؛ بنابراین، هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی و تعیین پهنه‌های با اهمیت بالای ژئوبیودایورسیته منطقه اشترانکوه به‌عنوان اساس برنامه‌ریزی حفاظت و بهره‌برداری پایدار از پتانسیل‌های این منطقه است.

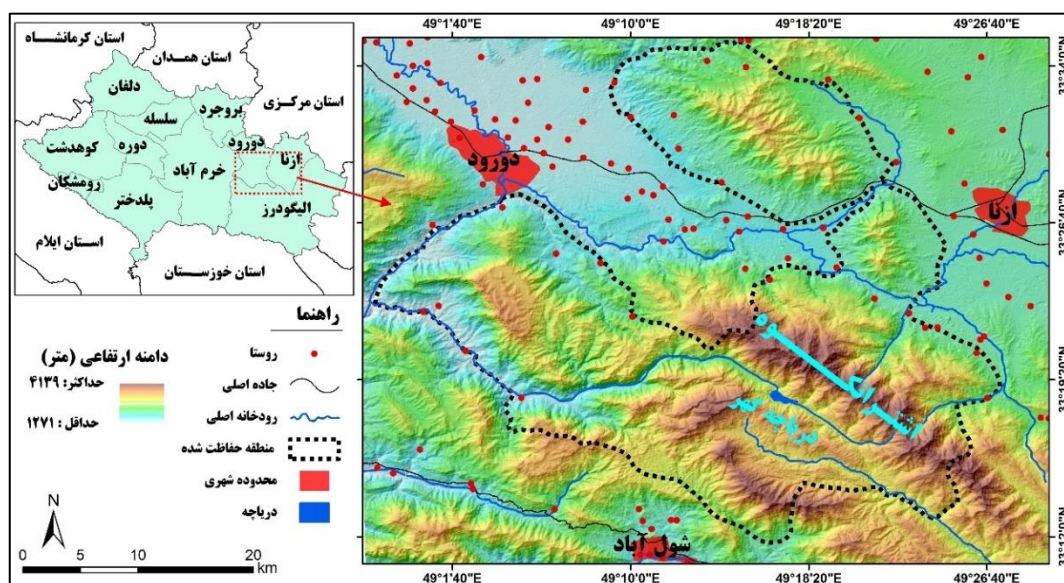
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

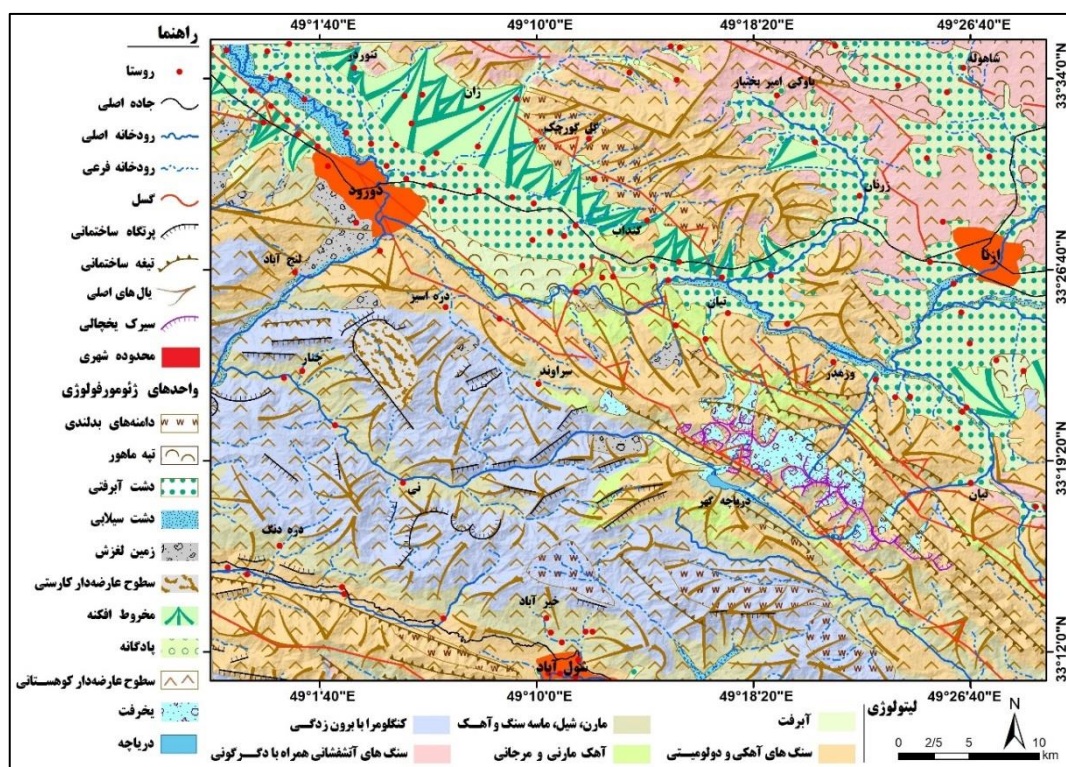
منطقه مورد مطالعه (شکل ۱) شامل ارتفاعات اشترانکوه و پیرامون آن مابین شهرهای ازنا، دورود و شول آباد است که در شرق استان لرستان قرار دارد. حداکثر ارتفاع مطلق آن ۴۱۳۹ متر در قله سن بران است. ارتفاعات اشترانکوه با روند شمال غرب و جنوب شرق که همان روند کلی ارتفاعات زاگرس است، شامل طاق‌دیس‌های متوالی می‌شود که در آن‌ها رسوبات آهکی کرتاسه و ژوراسیک و سنگ‌های کنگلومرای پلیوسن به‌ویژه در نیمه جنوبی منطقه مورد مطالعه گسترش فراوانی دارند (شکل ۲). در نیمه شمالی منطقه، عمدتاً رسوبات آبرفتی، سنگ‌های آهکی و آتشفشانی توزیع یافته‌اند. مهم‌ترین واحدهای ژئومورفولوژیکی نیمه شمالی منطقه عبارت‌اند از دشت‌های آبرفتی، دشت‌های سیلابی، مخروط‌افکنه‌ها، اراضی عارضه‌دار کوهستانی و تپه‌ماهوری است. نیمه جنوبی منطقه عمدتاً شامل اراضی عارضه دار کوهستانی به‌ویژه ارتفاعات اشترانکوه است که از قله‌های مرتفع و متعدد، یال‌ها، دره‌ها، تیغه‌ها، پرتگاه‌های ساختمانی، توده‌های یخرفتی و سیرک‌های یخچالی کواترنری، زمین لغزش، دامنه‌های بدلدی در حال توسعه، دریاچه گهر، رودخانه‌ها و غیره است (شکل ۲).

اقلیم این منطقه دارای تنوعی از نیمه مرطوب سرد تا اقلیم ارتفاعات است؛ به صورتی که بیش از ۵۵ درصد اقلیم این منطقه از نوع اقلیم ارتفاعات است. رژیم بارندگی این ناحیه مدیترانه‌ای است به صورتی که حدود ۷۰ درصد بارندگی‌های این

منطقه در شش ماه اول سال رخ می دهد. آغاز یخبندان از اوایل آبان ماه شروع و تا اوایل فروردین ماه ادامه دارد، تعداد روزهای یخبندان این منطقه در طی سال ۱۳۵ روز است (درویش و شکویی، ۱۳۸۴: ۹۳). پ پوشش گیاهی منطقه در عرصه های جنگلی و مرتعی تحت عنوان تیپ های گیاهی، شامل ۳۴ تیپ گیاهی شناسایی و طبقه بندی شده است. به لحاظ تنوع جانوری نیز گونه های متعددی از پستانداران (۴۱ گونه)، پرندگان (۱۹۵ گونه)، خزندگان (۳۰ گونه)، دوزیستان (۵ گونه) و ماهی ها (۳ گونه)، در منطقه شناسایی شده اند (درویش و شکویی، ۱۳۸۴: ۴۹). بر اساس طبقه بندی صورت گرفته توسط اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت، بخشی از منطقه اشترانکوه در طبقه IV مناطق حفاظت شده قرار دارد (مجنونیان، ۱۳۷۹: ۴۳۵).



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

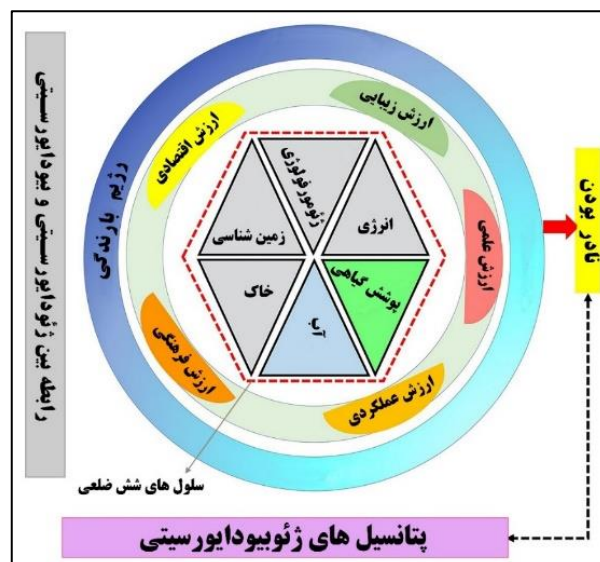


شکل ۲. ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه

داده‌های مورد استفاده و روش مطالعه

در این پژوهش برای دستیابی به اهداف و نشان دادن مناطق با ارزش ژئوبiodایورسیتی زیاد در منطقه اشترانکوه، داده‌های مکانی موجود از طریق پایگاه‌های اطلاعاتی جغرافیایی آنلاین و همچنین سازمان‌های مربوطه جمع‌آوری گردید. به‌طور کلی داده‌های تحقیق شامل زمین‌شناسی (لیتولوژی و گسل) استخراج شده از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور، پوشش گیاهی (تراکم و گونه‌های گیاهی) تهیه شده از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری لرستان، منطقه حفاظت شده اشترانکوه (مرز و وضعیت حفاظت) تهیه شده از اداره کل حفاظت محیط‌زیست لرستان، کاربری اراضی و خاک تهیه شده از استانداری استان لرستان، مراکز مسکونی و جاده‌ها (برگرفته از وبسایت DEM, Open Street Map) با قدرت تفکیک ۱۰ متر تهیه شده از سازمان نقشه‌برداری کشور و در نهایت، ژئومورفولوژی (لندفرم‌ها) و ژئوبiosایت‌ها (مکان‌هایی که ویژگی‌های ژئوسایت و بیوسایت را شامل می‌شوند) هستند که در تحقیق حاضر از طریق برداشت‌های میدانی، بررسی مطالعات مرتبط پیشین، تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و بهره‌گیری از نرم‌افزار ArcGIS تهیه شده است.

مجموعه داده‌های مذکور در محیط نرم‌افزار ArcGIS مورد پردازش، یکپارچه‌سازی و کنترل قرار گرفته و نهایتاً در یک شبکه شش ضلعی^۱ ترکیب شده‌اند. شبکه شش ضلعی، به‌عنوان یک سلول تجزیه و تحلیل فضایی در نظریه‌های ریاضی مدرن دارای بیشترین ظرفیت فضایی است و به همه اشکال هندسی دیگر برتری دارد (Morgan, FejesToth, 1964: 218). پیرو این مفهوم، سلول‌های شش ضلعی برای تضمین اتصال بین سلول‌ها در نظر گرفته می‌شوند؛ زیرا منحصر به فردی هندسی سلول شش ضلعی ظرفیت تعامل بالایی را بین عناصر به دلیل مجاورت یکنواخت آن فراهم می‌کند (Sahr, 2011; Steinke, 2021). بر این اساس، در تحقیق حاضر نیز از شبکه‌های شش ضلعی (۴۰۰ در ۴۰۰ متر) با توجه به مقیاس منطقه‌ای و قابلیت تفکیک سلول‌ها استفاده گردید. در ادامه، جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از شاخص ژئوبiodایورسیتی^۲ (GBI) بهره گرفته شد. این شاخص که توسط استینک ارائه شده، دارای یک رویکرد ژئوسیستمی با تعامل افقی و عمودی عناصر تشکیل‌دهنده چشم‌انداز، بدون سطوح سلسله‌مراتبی تعریف شده است (Steinke, 2021)؛ به این معنی که همه عناصر با یکدیگر به‌صورت عرضی و در یک فرایند پیوسته و پویا تبادل انرژی می‌کنند (شکل ۳).



شکل ۳. مدل داده‌ها و اطلاعات و اثر متقابل بر اساس سلول‌های شش ضلعی (Steinke, 2021)

شاخص GBI، به شکل گسترده‌ای بر اساس عناصر جغرافیایی در یک تحلیل پیچیده از منطقه مورد مطالعه است. علاوه بر این، این رویکرد، ارزش‌های علمی، اقتصادی، زیبایی و عملکردی عناصر ژئوبiodایورسیتی و بیدایورسیتی در تعیین مناطق با

1- Hexagonal grid

2 Geobiodiversity Index

ارزش ژئوبیودایورسیتی را مورد توجه قرار داده است. بر اساس مدل داده‌ها و اثر متقابل بین عناصر (شکل ۲)، شاخص ژئوبیودایورسیتی در چهار مرحله پیاده‌سازی شده است:

مرحله اول، شامل انتخاب محدوده سرزمینی منطقه حفاظت شده اشترانکوه و پیرامون آن و جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز است.

مرحله دوم، شامل تهیه پایگاه داده‌های مرتبط با زمین‌شناسی (لیتولوژی و تراکم گسل)، خاک، آب (چشمه، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها)، ژئومورفولوژیکی (لندفرم‌ها و شیب)، پوشش گیاهی (نوع و تراکم پوشش گیاهی) و سطح حفاظت (مناطق حفاظت شده، وضعیت حفاظت) محدوده مورد مطالعه است. در این مرحله از نرم‌افزار ArcGIS به عنوان یک ابزار مهم برای درج و ادغام داده‌های مکانی مرتبط با زمین‌شناسی، آب، خاک، ژئومورفولوژی، پوشش گیاهی و سطح حفاظت محیطی استفاده شده است.

مرحله سوم، بر اساس یک ماتریس تحلیلی در شاخص GBI به دست آمده (شکل ۴) که در آن همه عناصر به نحوی با یکدیگر دارای ارتباط و با یکدیگر تعامل دارند. در واقع، امتیازدهی و نرمال‌سازی داده‌ها بر اساس این ماتریس انجام شده است که ساختار اثر متقابل آن‌ها را در سلول‌های شش ضلعی ترکیب می‌کند. در این روش، هر سلول تابع برآیند اثر متقابل فضایی با تمام عناصر زنده و غیرزنده انتخاب شده است و به دسته‌هایی گروه‌بندی می‌شود. هرچه تعداد برهمکنش‌های موجود در هر سلول بیشتر باشد، درجه تنوع بالاتر است که بین ۰ تا ۱۰ نرمال شده است. در این مطالعه، بر اساس شاخص GBI، زمین - شناسی، خاک و آب به عنوان شاخص ژئوبیودایورسیتی تجمیع و در یک نقشه نمایش داده شده است (شکل ۴). ژئومورفولوژی نیز اگرچه جزو ژئوبیودایورسیتی محسوب می‌شود، اما به دلیل اهمیت زیاد آن به عنوان یک شاخص مجزا تجزیه و تحلیل شده است. در نهایت، مجموع کل دایورسیتی‌ها، شاخص GBI (شاخص ژئوبیودایورسیتی) را ایجاد می‌کند.

اجزای غیر زنده										اجزای زنده		سیاست ها		شاخص پیشنهادی	
زمین شناسی (لیتولوژی و گسل)			خاک (نوع خاک)			آب (رودخانه، دریاچه، چشمه)			ژئومورفولوژی (لندفرم ها، شیب)		پوشش گیاهی (نوع و تراکم)		حفاظت (سطح حفاظت)		شاخص ژئوبودایورسیتی $\sum = DV_1 + \dots + DV_n$
سلول های شش ضلعی		$G_1 \dots G_n$	DV_1	S_1	DV_1	W_1	DV_1	$R_1 \dots R_n$	DV_1	$V_1 \dots V_n$	DV_1	$P_1 \dots P_n$	DV_1	100	
		1 .. 1	10	1 .. 10	1 .. 9	1 .. 9	10	1 .. 1	10	1 ... 1	10	1 .. 1	10	80	
		1 .. 0	9	1 .. 9	1 .. 9	1 .. 9	9	1 .. 0	9	1 ... 0	9	1 .. 0	9	60	
		1 .. 0	8	1 .. 8	1 .. 8	1 .. 8	8	1 .. 0	8	1 ... 0	8	1 .. 0	8	.	
		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
		0 ... 0	0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	...	0	0 ... 0	0	0 ... 0	0	0 ... 0	0	0
شاخص ژئوبودایورسیتی										شاخص ژئومورفولوژی		شاخص پوشش گیاهی		شاخص حفاظت	

شکل ۴. ماتریس تحلیلی شاخص ژئوبیودایورسیتی (Steinke, 2021). در این ماتریس، ژئومورفولوژی به دلیل اهمیت آن در یک شاخص مجزا از ژئوبیودایورسیتی تجزیه و تحلیل شده است.

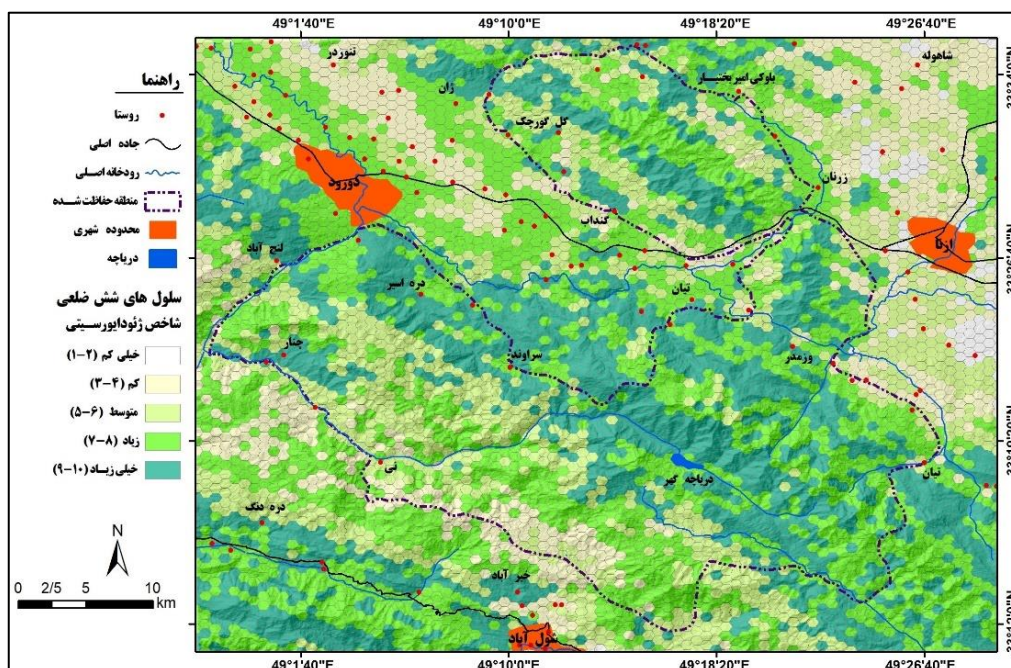
مرحله چهارم، صحت سنجی نتایج شاخص ژئوبیودایورسیتی است. در این مطالعه از منحنی ROC^۱ برای صحت سنجی نتایج بهره گرفته شده است. به طوری که طی بازدیدهای میدانی، تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و مطالعات پیشین (برای مثال، مجنونیان، ۱۳۷۹: ۷۴۲؛ درویش و شکویی، ۱۳۸۴: ۲۴۰؛ عباسی و همکاران، ۱۳۸۸، ۱۳۹۳؛ جوادی و همکاران، ۱۳۹۰؛ مقیمی و همکاران، ۱۳۹۱؛ بیات و مجنونیان، ۱۳۹۶: ۱۷۸)، ۱۳۵ مکان که در واقعیت دارای ارزش

ژئوبیودایورسیتی هستند شناسایی و تعیین موقعیت گردید و برای صحت سنجی نتایج شاخص ژئوبیودایورسیتی مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج

یافته‌های حاصل از پیاده‌سازی شاخص ژئوبیودایورسیتی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که از نظر ژئوبیودایورسیتی (شکل ۵ و ۹) حدود ۱۰۱۵ سلول شش ضلعی برابر با ۴۲۱/۹۳ کیلومترمربع دارای ارزش خیلی زیاد هستند. همچنین، ۲۶۰۳ سلول شش ضلعی برابر با ۱۰۸۲/۰۵ کیلومترمربع دارای ارزش زیاد، ۱۳۵۳ سلول شش ضلعی برابر با ۵۶۱/۱۸ کیلومترمربع دارای ارزش متوسط، ۷۵۳ سلول برابر با ۳۱۳/۰۲ کیلومترمربع دارای ارزش کم و در نهایت ۱۱۲ سلول برابر با ۴۶/۵۶ کیلومترمربع دارای ارزش خیلی کم هستند؛ بنابراین، بیش از ۶۲ درصد منطقه مورد مطالعه (۳۶۱۸ سلول برابر با ۱۵۰۳/۹۷ کیلومترمربع) دارای ارزش زیاد و خیلی زیاد است.

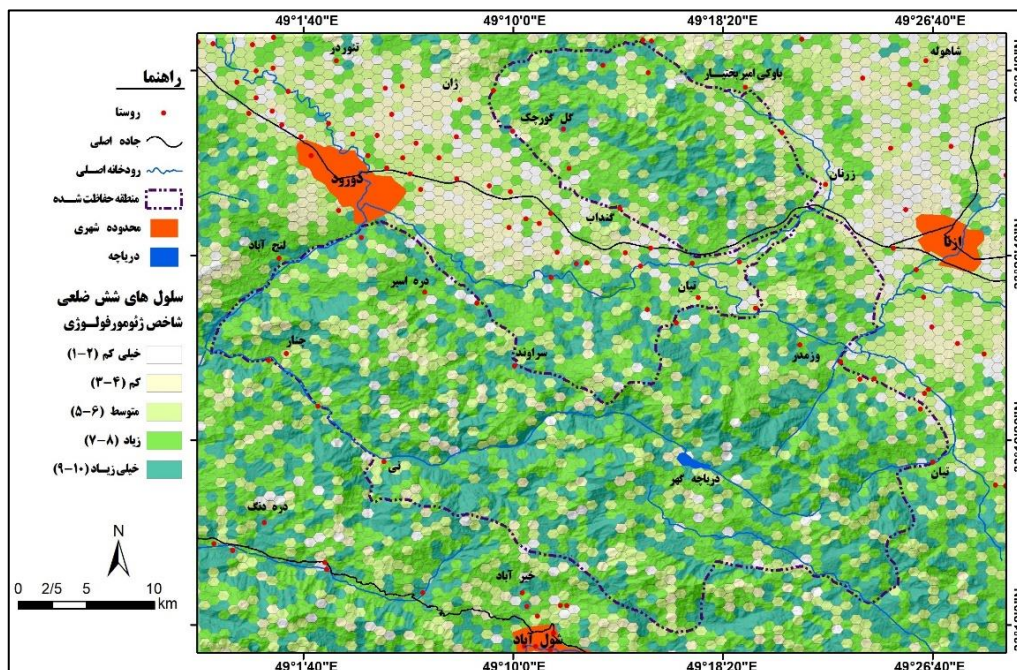
در مقابل، کمتر از ۱۵ درصد (۸۶۵ سلول) دارای ارزش کم و خیلی کم هستند. بر این اساس، منطقه مورد مطالعه از نظر ژئوبیودایورسیتی دارای ارزش قابل توجهی است که دلیل اصلی آن تنوع و تراکم لیتولوژی زیاد منطقه شامل انواع سازندهای آهکی، دولومیت، شیل، شیست، مارن، کنگومرا، ماسه سنگ، آبرفت، یخرفت (کواترنری) و غیره در لایه‌نازک تا توده‌های ضخیم و حجیم است که ناهمواری‌های منطقه را تشکیل می‌دهند. همان‌طور که در شکل ۵ قابل مشاهده است نوار میانی منطقه مورد مطالعه منطبق بر رشته‌کوه اشرانکوه دارای بیشترین ارزش ژئوبیودایورسیتی است. همچنین بخش شمالی و جنوب غربی منطقه مورد مطالعه نیز دارای ارزش بالایی از ژئوبیودایورسیتی هستند که در مجموع نشان‌دهنده پتانسیل بالای ژئوبیودایورسیتی منطقه است.



شکل ۵. شاخص ژئوبیودایورسیتی (غیر از ژئومورفولوژی) منطقه مورد مطالعه بر اساس ماتریس تحلیلی GBI

در ادامه، یافته‌های حاصل از ماتریس تحلیلی GBI نشان داد که منطقه مورد مطالعه از نظر شاخص ژئومورفولوژی (شکل ۶ و ۹) تعداد ۱۴۳۹ سلول شش ضلعی برابر با ۵۹۸/۱۸ کیلومترمربع دارای ارزش خیلی زیاد است. علاوه بر این، ۲۰۲۳ سلول شش ضلعی برابر با ۸۴۰/۹۴ کیلومترمربع دارای ارزش زیاد، ۱۴۰۶ سلول شش ضلعی برابر با ۵۸۴/۴۶ کیلومترمربع دارای ارزش متوسط، ۵۷۰ سلول برابر با ۲۳۶/۹۴ کیلومترمربع دارای ارزش کم و در نهایت ۳۹۵ سلول برابر با ۱۶۴/۲۰ کیلومترمربع دارای ارزش خیلی کم هستند؛ بنابراین، حدود ۵۹/۳۵ درصد منطقه مورد مطالعه (۳۴۶۲ سلول برابر با ۱۴۳۹/۱۳ کیلومترمربع) بر اساس شاخص ژئومورفولوژی دارای ارزش زیاد و خیلی زیاد به‌ویژه در نیمه جنوبی منطقه هستند.

در مقابل، کمتر از ۱۷ درصد (۹۶۵ سلول برابر با ۴۰۱/۱۴ کیلومترمربع) دارای ارزش کم و خیلی کم هستند. همچنین، ۲۴/۱۰ درصد از منطقه مورد مطالعه نیز دارای ارزش متوسط است. براین اساس، منطقه مورد مطالعه از نظر شاخص ژئومورفولوژی دارای ارزش قابل توجهی است که دلیل اصلی آن قرار گرفتن در قلمرو یخچالی کواترنری و قلمرو مجاور یخچالی کنونی است که منجر به شکل گیری انواع مختلف لندفرمها و چشم اندازهای ژئومورفولوژیکی شده است. بر اساس شواهد ژئومورفولوژیکی کنونی، رشته کوه اشترانکوه متشکل از سیرک های یخچالی متعدد در دامنه های شمالی و همچنین دامنه های جنوبی است. جریان های یخرفتی کواترنری هم در دامنه های جنوبی و در دامنه های شمالی به وضوح قابل مشاهده است. یکی از مهم ترین این جریان های یخرفتی در دامنه جنوبی اشترانکوه (قله و سیرک سن بران) با ایجاد دیواره سدی - یخرفتی در دره گهر منجر به شکل گیری دریاچه گهر گردیده است که اکنون یکی از جاذبه های منحصربه فرد این منطقه است. این دریاچه مقصد گردشگران زیادی از سراسر کشور به ویژه در فصل تابستان است که عمدتاً مسیر برگشت آن ها دره بسیار زیبای نی گاه است. علاوه بر این، منطقه مورد مطالعه متشکل از انواع مختلف لندفرمها از جمله زمین لغزش، مخروط های واریزه ای، پادگانه های رودخانه ای، دشت های آبرفتی، مخروط افکنه ها، رودخانه های دائمی، دره های عمیق، پرتگاه های ساختمانی، فلات های دامنه ای، قله های رفیع متعدد و غیره است که نشان دهنده تنوع فرایندهای ژئومورفولوژیکی فعال در منطقه است.



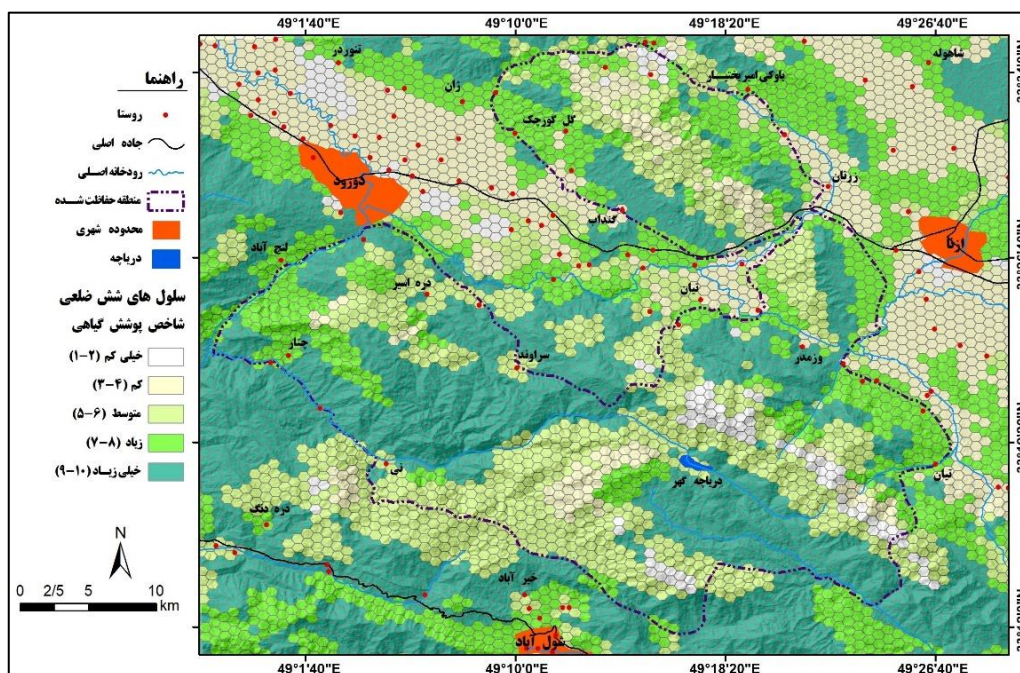
شکل ۶. شاخص ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه بر اساس ماتریس تحلیلی GBI

علاوه بر شاخص ژئومورفولوژی و ژئودایورسیتی، یافته های حاصل از ماتریس تحلیلی GBI نشان داد که منطقه مورد مطالعه از نظر شاخص پوشش گیاهی نیز شرایط قابل توجهی دارد (شکل ۷ و ۹). به طوری که تعداد ۲۰۸۲ سلول شش ضلعی برابر با ۸۶۵/۴۷ کیلومترمربع دارای ارزش خیلی زیاد است. افزون بر این، ۱۳۷۱ سلول شش ضلعی برابر با ۵۶۹/۹۱ کیلومترمربع دارای ارزش زیاد، ۱۱۵۸ سلول شش ضلعی برابر با ۴۸۱/۳۷ کیلومترمربع دارای ارزش متوسط، ۱۰۱۶ سلول برابر با ۴۲۲/۳۴ کیلومترمربع دارای ارزش کم و در نهایت تنها ۲۰۶ سلول برابر با ۸۵/۶۳ کیلومترمربع دارای ارزش خیلی کم هستند؛ بنابراین، بر اساس نتایج به دست آمده حدود ۵۹/۲۰ درصد منطقه مورد مطالعه (۳۴۵۳ سلول برابر با ۱۴۳۵/۳۸ کیلومترمربع) بر اساس شاخص پوشش گیاهی دارای ارزش زیاد و خیلی زیاد هستند. در مقابل، حدود ۲۰/۹۵ درصد (۱۲۲۲ سلول برابر با ۵۰۷/۹۸ کیلومترمربع) دارای ارزش کم و خیلی کم هستند.

همچنین، ۱۹/۸۵ درصد از منطقه مورد مطالعه نیز از نظر شاخص پوشش گیاهی دارای ارزش متوسط است. از جمله دلایل این اهمیت می توان به پوشش جنگلی و مرتعی غنی در منطقه اشترانکوه اشاره نمود که باتوجه به اهمیت بسیار زیاد آن

به عنوان منطقه حفاظت شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست به ثبت رسیده است. انواع مختلف گونه های گیاهی در منطقه شامل پوشش گیاهی منطقه شامل گونه های بلوط ایرانی، ارس بادام کوهی، گلابی وحشی، زالزالک، گون، درمنه، بومادران، آویشن، سریش ایرانی، لاله واژگون، کما، کلاه میرحسن، پونه اشترانکوهی، میخک اشترانکوهی، محلب، شیرخشت لرستانی، موسیر، پیچک، فرفیون کپه ای، کنگر، چمن پری (استپی) و غیره است (درویش و شکویی، ۱۳۸۴: ۵۱؛ عباسی و همکاران، ۱۳۹۳؛ بیات و مجنونیان، ۱۳۹۶: ۵۴) که غنای زیستی منطقه را نشان می دهند.

افزون بر این، شرایط اقلیمی نیمه مرطوب سرد تا اقلیم ارتفاعات و رژیم بارندگی مدیترانه ای با بیشترین میزان بارندگی در فصل بهار منجر به تنوع و تراکم قابل توجه پوشش گیاهی در منطقه شده است. بخش های جنوب و شرق دریاچه گهر، محور شول آباد - دره دنگ، مناطق بین روستاهای نی، چنار و سرواند، منطقه جنوب غرب روستای چنار، منطقه شمال روستای گنداب، منطقه جنوب و جنوب غرب روستای وزمدر دارای بیشترین ارزش بر اساس شاخص پوشش گیاهی هستند.



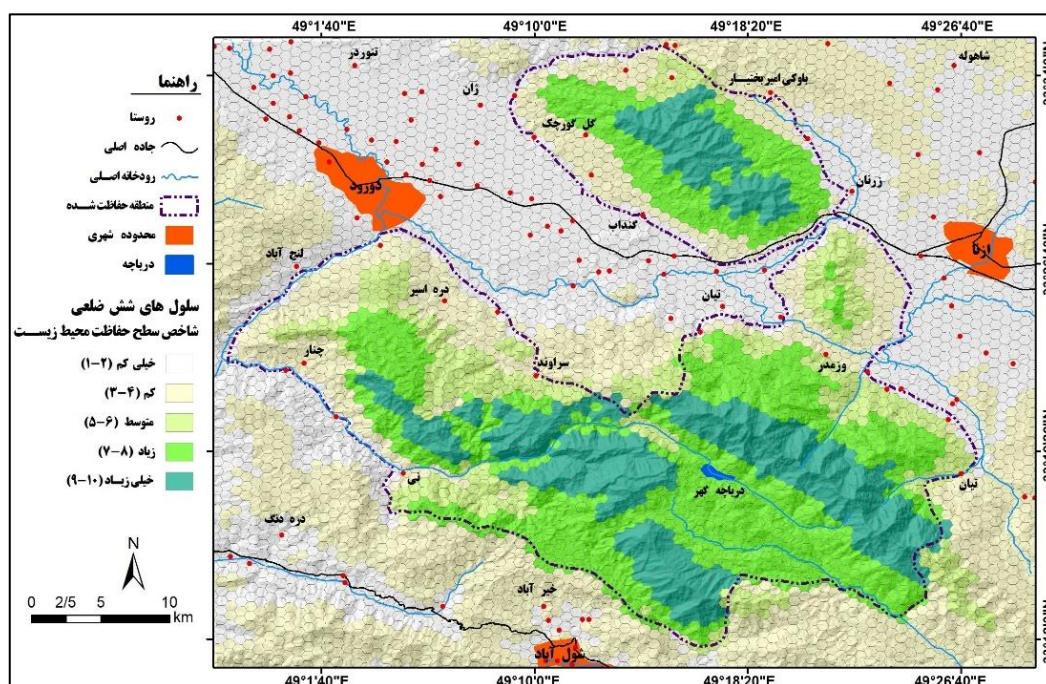
شکل ۷. شاخص پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه بر اساس ماتریس تحلیلی GBI

یافته های حاصل از شاخص سطح حفاظت در ماتریس تحلیلی GBI نشان داد که برخلاف شاخص های ژئوبودایورسیتی، ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی که ارزش های بالایی را نشان دادند، منطقه مورد مطالعه از نظر شاخص سطح حفاظت وضعیت مطلوبی ندارد (شکل ۸ و ۹). به طوری که تنها تعداد ۵۴۰ سلول شش ضلعی برابر با ۲۲۴/۴۷ کیلومترمربع در سطح حفاظتی خیلی زیاد است که دلیل اصلی آن هم قرارگیری در ارتفاعات و مناطق صعب العبور است. علاوه بر این، ۸۰۴ سلول شش ضلعی برابر با ۳۳۴/۲۲ کیلومترمربع دارای در سطح حفاظتی زیاد، ۴۰۵ سلول شش ضلعی برابر با ۱۶۸/۳۶ کیلومترمربع در سطح حفاظتی متوسط است. در مقابل، ۲۰۰۰ سلول برابر با ۸۳۱/۳۸ کیلومترمربع در سطح حفاظتی کم و ۲۰۸۴ سلول نیز برابر با ۸۶۶/۳۰ کیلومترمربع در سطح حفاظتی خیلی کم قرار دارند.

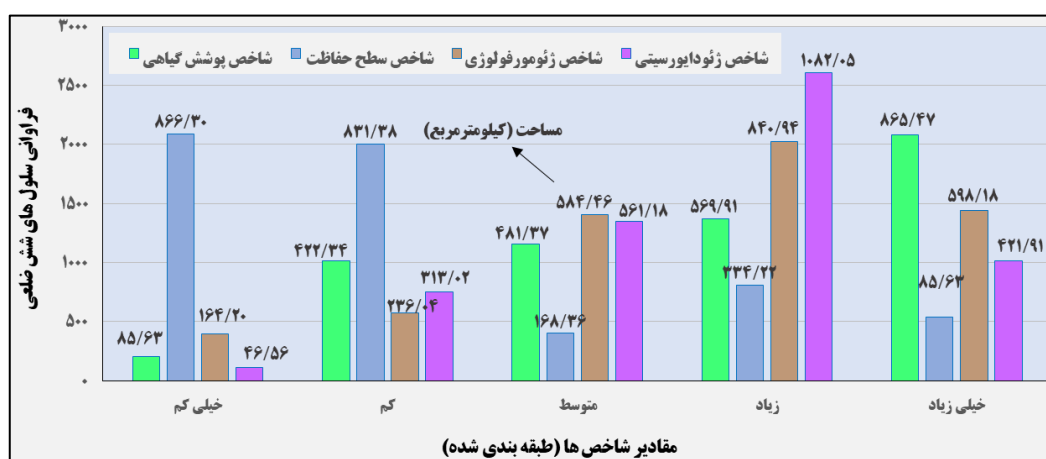
براین اساس، بیش از ۷۰ درصد منطقه مورد مطالعه (۴۰۸۴ سلول شش ضلعی برابر با ۱۶۹۷/۶۹ کیلومترمربع) بر اساس شاخص سطح حفاظت در سطح حفاظتی کم و خیلی کم توزیع یافته است. در مقابل، تنها ۲۳/۰۴ درصد (۱۳۴۴ سلول برابر با ۵۵۸/۶۹ کیلومترمربع) در سطح حفاظتی زیاد و خیلی زیاد قرار دارند. همچنین، ۶/۹۴ درصد از سلول های شش ضلعی منطقه مورد مطالعه نیز از نظر شاخص سطح حفاظت در سطح متوسط توزیع یافته است. در مجموع، اگرچه بیش از ۱۰۶۶ کیلومترمربع از منطقه اشترانکوه جزو مناطق حفاظت شده توسط سازمان محیط زیست است و چهار پاسگاه حفاظتی نیز توسط این سازمان در منطقه استقرار یافته است، اما باتوجه به وسعت زیاد منطقه، کمبود نیرو، مسیرهای متعدد ورود به منطقه

و غیره باعث شده تا حفاظت و پایش مستمر این منطقه شرایط مطلوبی نداشته باشد. به طوری که گردشگری و فعالیت‌های دامداری در منطقه کنترل نشده است.

با این وجود، صعب‌العبور بودن منطقه اشتراک‌کوه از یک سو باعث عدم دسترسی مناسب، عدم امکان ساخت‌وساز و در نتیجه بکر ماندن منطقه تحت شرایط طبیعی شده است. از سوی دیگر همین شرایط سخت محیطی، حفاظت و پایش را برای پاسگاه‌های حفاظتی با مشکل مواجه نموده است. به هر حال قوانین مربوط به مناطق حفاظت شده ابزار مناسبی برای حفاظت از این منطقه ارزشمند است، اما ضروری است امکانات و نیروهای حفاظتی برای پایش مستمر منطقه در حد مطلوب توسط سازمان ذی‌ربط تقویت گردد.



شکل ۸. شاخص حفاظت منطقه مورد مطالعه بر اساس ماتریس تحلیلی GBI

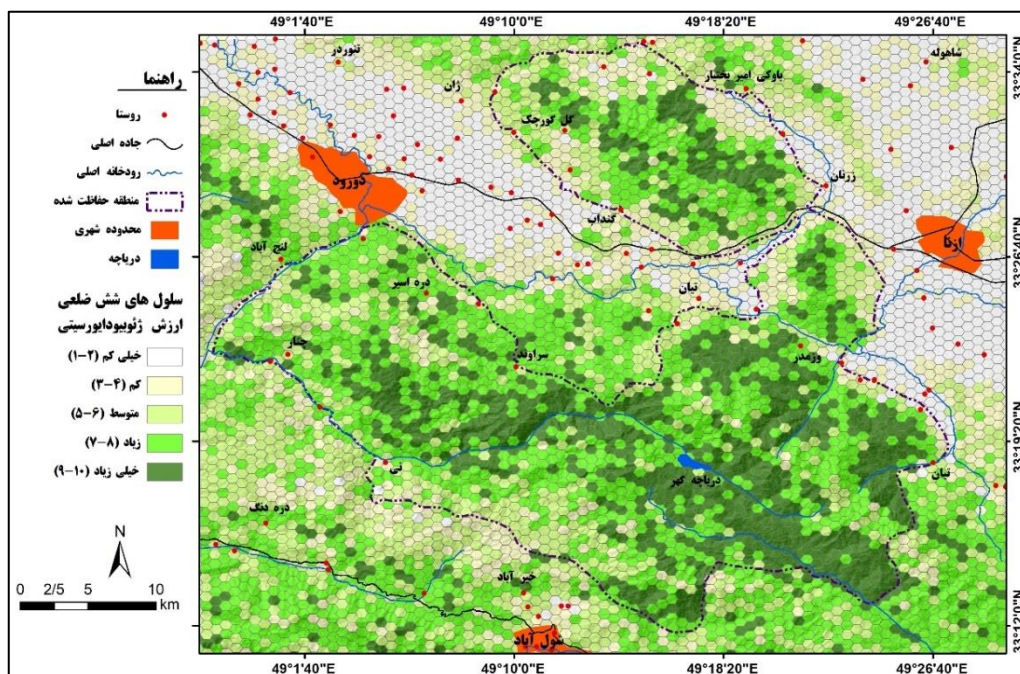


شکل ۹. فراوانی و مساحت مقادیر طبقه‌بندی شده شاخص‌ها در شکل‌های ۵ الی ۸

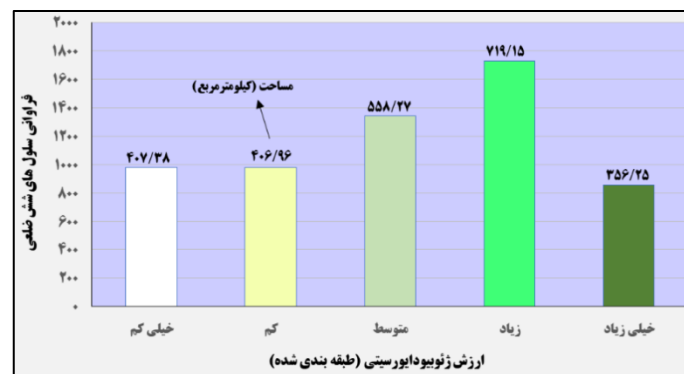
در نهایت، نتایج حاصل از شاخص‌های چهارگانه فوق‌الذکر بر اساس شاخص GBI ترکیب گردید و نقشه نهایی شاخص ژئوبیودایورسیتی منطقه مورد مطالعه تهیه شد که در شکل ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، تعداد ۸۵۷ سلول شش ضلعی با مساحت ۳۵۶/۲۵ کیلومتر مربع و تعداد ۱۷۳۰ سلول با مساحت ۷۱۹/۱۵ کیلومتر مربع به ترتیب نشان‌دهنده مناطقی با اهمیت خیلی زیاد و اهمیت زیاد از نظر ژئوبیودایورسیتی است که حدود ۴۴/۳۵ درصد منطقه

مورد مطالعه را شامل می‌شوند. این مناطق عمدتاً در داخل منطقه حفاظت شده اشترانکوه به‌ویژه در شرق و جنوب دریاچه گهر، امتداد دره نی‌گاه منطقه بین دریاچه گهر تا روستای نی و همچنین منطقه جنوب روستای وزمدر توزیع یافته‌اند که نیازمند توجه ویژه در راستای ارتقای حفاظت و بهره‌برداری پایدار است.

همچنین در بخش شمالی منطقه مورد مطالعه واقع در بخش شمالی روستای گنداب که جزو منطقه حفاظت شده اشترانکوه است، سلول‌های شش ضلعی با اهمیت خیلی زیاد توزیع یافته‌اند که نشان از اهمیت بالای این مناطق است. علاوه بر این، تعداد ۱۳۴۳ سلول شش ضلعی با مساحت ۵۵۸/۲۷ کیلومتر مربع (۲۳/۰۲ درصد) اهمیت متوسط منطقه از نظر شاخص ژئوبیودایورسیتی را نشان می‌دهند. در نهایت، تعداد ۹۷۹ سلول شش ضلعی با مساحت ۴۰۶/۹۶ کیلومتر مربع و تعداد ۹۲۴ سلول با مساحت ۳۸۴/۱ کیلومتر مربع از نظر شاخص ژئوبیودایورسیتی اهمیت کم و خیلی کم دارند که ۳۲/۶۲ درصد منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شود. این مناطق عمدتاً منطبق بر اراضی مسکونی و کشاورزی است که در نیمه شمالی منطقه مورد مطالعه به‌ویژه حوالی شهر ازنا و شمال و شرق شهر دورود توزیع یافته‌اند.



شکل ۱۰. ارزش نهایی ژئوبیودایورسیتی منطقه مورد مطالعه بر اساس ماتریس تحلیلی GBI

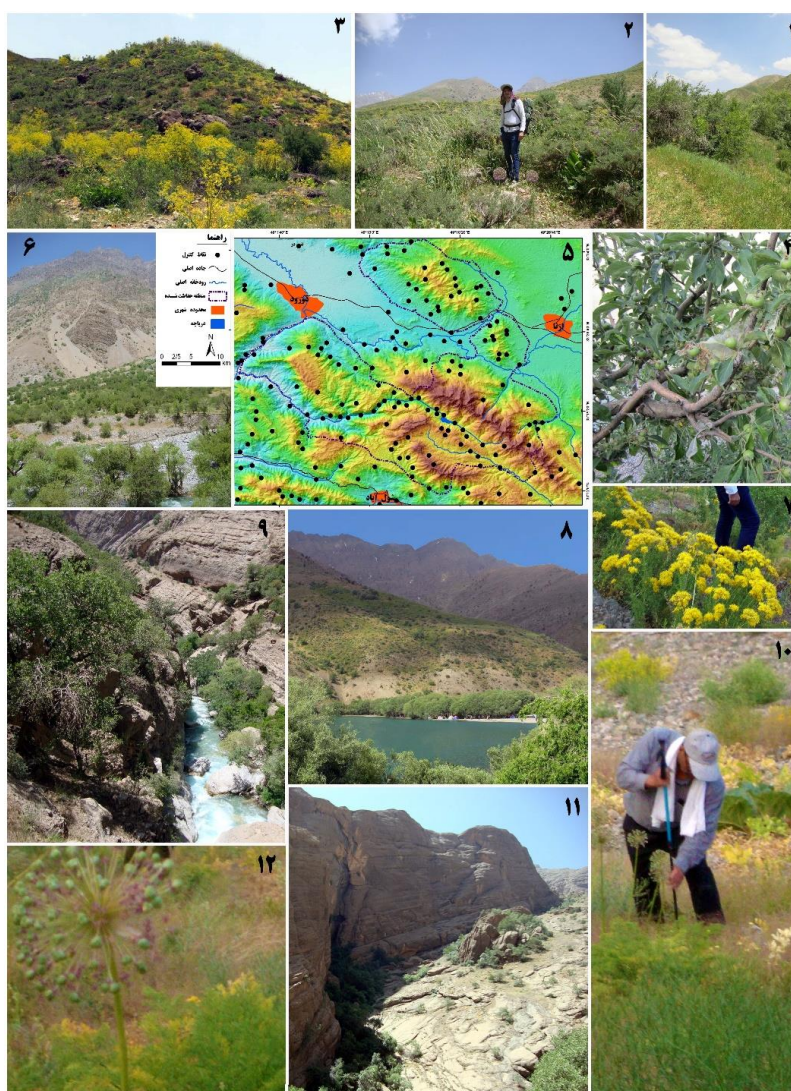


شکل ۱۱. فراوانی و مساحت ارزش ژئوبیودایورسیتی منطقه مورد مطالعه

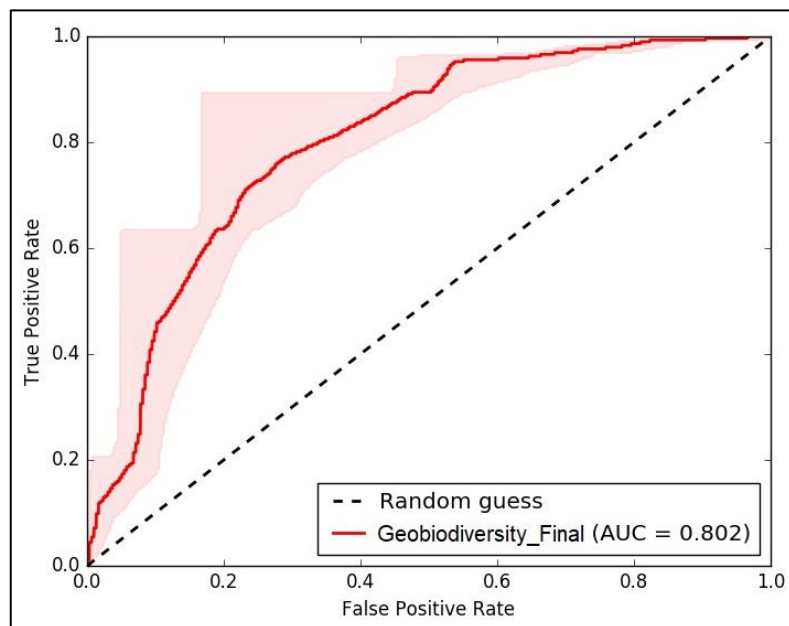
نتایج به‌دست‌آمده از شاخص ژئوبیودایورسیتی بر اساس ادبیات علمی مرتبط با منطقه مطالعاتی، بازدیدهای میدانی، تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای و برداشت ۱۳۵ نقطه کنترلی (شکل ۱۲) مورد صحت‌سنجی قرار گرفت. برای تعیین دقت نتایج از روش منحنی ROC به‌عنوان یکی از معتبرترین روش‌های کمی ارزیابی در مسائل طبقه‌بندی (Swets et al, 2000)

بهره گرفته شده است. نتایج صحت سنجی شاخص ژئوبیودایورسیتی در منطقه اشترانکوه بر اساس منحنی ROC در شکل ۱۳ ارائه شده است. همان طور که در این شکل قابل مشاهده است، نتایج در سطح خیلی خوب با AUC یا مساحت زیر منحنی برابر با ۰/۸۰۲ مورد تأیید قرار گرفت. علاوه بر این، بر اساس، بررسی های میدانی صورت گرفته، از طبقات با ارزش ژئوبیودایورسیتی خیلی کم و کم به سمت طبقات زیاد و خیلی زیاد بر تنوع عناصر ژئوبیورسیتی ارزشمند و همراستای آن بر تنوع عناصر بیودایورسیتی ارزشمند افزوده می شود که شواهد عینی آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

به طور کلی، نتایج به دست آمده که برخاسته از بست فضای زمین شناختی بین عناصر ژئوبیورسیتی و بیودایورسیتی در منطقه اشترانکوه است (جدول ۱)، اهمیتی قابل توجه برای این منطقه و در این مقیاس را نشان می دهد که ضروری است توسط سازمان های ذی ربط برای حفاظت و بهره برداری پایدار مورد توجه قرار گیرد تا ارزش های ژئوبیورسیتی و بیودایورسیتی اشترانکوه به خوبی برای نسل حاضر و نسل های آینده حفظ شود.



شکل ۱۲. نقاط کنترل و تصاویری نمونه از مکان هایی با اهمیت ژئوبیودایورسیتی بالا. (۱) گونه های علفی و درخت های بید در بالادست شول آباد، (۲) گونه های مختلف گون، گندمیان و موسیر در شمال شرق شول آباد، (۳) تراکم پوشش علفی، گون، کما و بومادران در پیشانی توده یخ رفتی در شرق دریاچه گهر کوچک، (۴) درخت سیب وحشی در دره نی گاه، (۵) موقعیت نقاط کنترل، (۶) پوشش درختی بید، بلوط و غیره در منطقه سفید آب، (۷) بومادران در دامنه های جنوب دریاچه گهر، (۸) پوشش درختی اطراف دریاچه گهر (بلوط، بید) و گون در دامنه ها، (۹ و ۱۱) دره نی گاه و پوشش درختی بستر رودخانه (بید، زالزالک و غیره)، (۱۰ و ۱۲) گونه های ربواس، موسیر و بومادران در دامنه های اشترانکوه



شکل ۱۳. منحنی ROC حاصل از صحت سنجی نتایج شاخص ژئوبiodایورسیتی از طریق نقاط کنترل

جدول ۱. نتایج حاصل از بررسی سلول‌های انتخابی جهت کنترل نتایج شاخص GBI

مقادیر شاخص GBI در شکل ۱۰	تعداد کل سلول‌ها	تعداد سلول‌های کنترل شده	مهم‌ترین عناصر ژئوبiodایورسیتی مشاهده شده	کاربری اراضی و مهم‌ترین عناصر بیودایورسیتی مشاهده شده
خیلی کم	۹۸۰	۲۰	دشت آبرفتی، مخروط‌مخروط‌افکنه، رودخانه دائمی، پادگانه رودخانه‌ای، دشت سیلابی، سازندهای آبرفتی جوان، آهک، ماسه سنگ، سیلت، رس، توپوگرافی خیلی کم شیب	اراضی کشاورزی دیم و آبی، باغ، مناطق مسکونی شهری و روستایی، گونه‌های علفی و درختچه‌ای کم تراکم در اراضی بایر و کشتزارها و در امتداد رودخانه‌ها و جاده‌ها
کم	۹۷۹	۲۵	دشت آبرفتی، مخروط‌افکنه، تپه ماهور، دشت سیلابی، رودخانه دائمی، پادگانه رودخانه‌ای، رخنمون سنگی، پرتگاه فرسایشی، سازندهای آبرفتی جوان و قدیمی، آهک، ماسه سنگ، سیلت، رس، کنگلومرا، سنگ‌های آتشفشانی، توپوگرافی خیلی کم شیب تا کم شیب	مراعات ضعیف، اراضی کشاورزی دیم و آبی پراکنده، باغ، مناطق مسکونی شهری و روستایی، گونه‌های گیاهی علفی، درختی و درختچه‌ای پراکنده (به‌ویژه در امتداد رودخانه‌ها) از جمله گونه‌های گیس چسبک، بید، هزارخار یا سیاپوشک، زالزالک، گاوچاق‌کن، کنگر وحشی
متوسط	۱۳۴۳	۲۵	یال‌ها و دره‌ها، مخروط‌های واریزه‌ای، زمین‌لغزش، تپه ماهور، مخروط‌افکنه، دشت آبرفتی، دشت سیلابی، رودخانه دائمی، پادگانه رودخانه‌ای، آبراهه‌های فصلی متراکم، رخنمون سنگی، پرتگاه فرسایشی، پرتگاه ساختمانی، آبشار، چشمه، سازندهای آبرفتی جوان و قدیمی، آهک، شیل، ماسه سنگ، سیلت، رس، کنگلومرای بختیاری، سنگ‌های آتشفشانی همراه با دگرگونی، توپوگرافی کم شیب تا متوسط شیب	مراعات ضعیف، مراعات متوسط، اراضی کشاورزی، باغ، مناطق مسکونی روستایی، گونه‌های گیاهی علفی، درختی و درختچه‌ای با تراکم کم تا متوسط (به‌ویژه در پایین‌دست دره‌ها) از جمله گونه‌های بید، کرگو یا کیکم، سبب وحشی، بلوط، هزارخار یا سیاپوشک، زالزالک، گاوچاق‌کن، گون، کما، سفید چمن، درمنه، پونه اشترانکوهی

ادامه جدول ۱.

مقادیر شاخص GBI در شکل ۱۰	تعداد کل سلول‌ها	تعداد سلول‌های کنترل شده	مهم‌ترین عناصر ژئودایورسیتی مشاهده شده	کاربری اراضی و مهم‌ترین عناصر بیودایورسیتی مشاهده شده
زیاد	۱۷۳۰	۳۰	مناطق کوهستانی با عوارض متنوع از جمله یال‌ها و دره‌ها، دامنه‌های بدلندی، تیغه ساختمانی، سیرک یخچالی، توده‌های یخ‌رفتی، مخروط‌های واریزه‌ای، زمین‌لغزش، مخروط‌افکنه‌های کوچک، دشت آبرفتی میانکوهی، رودخانه دائمی، آبراهه‌های فصلی متراکم، پادگانه رودخانه‌ای، رخنمون سنگی، پرتگاه فرسایشی، پرتگاه ساختمانی، آبشار، چشمه‌های کارستی، سازندهای آبرفتی، سنگ‌های آهکی و دولومیتی، شیل، ماسه سنگ، کنگلومرا و سنگ‌های آتشفشانی دگرگونه - توف، توپوگرافی متوسط شیب تا پرشیب	مراعات ضعیف، مراعات متوسط، اراضی کشاورزی، باغ، مناطق مسکونی روستایی، گونه‌های گیاهی علفی، درختی و درختچه-ای با تراکم کم تا متوسط از جمله گونه‌های بید، بادام کوهی، گلابی وحشی، کرگو یا کیکم، سیب وحشی، بلوط، هزارخار یا سیاپوشک، زالزالک، گاوچاق‌کن، گون، کما، سفید چمن، درمنه، کلاه میرحسن، پونه اشترانکوهی، شیرخشت، فرفیون کپه‌ای
خیلی زیاد	۸۵۷	۳۵	مناطق کوهستانی با عوارض متنوع از جمله سطوح عارضه‌دار کارستی، یال‌ها و دره‌ها، تیغه ساختمانی، دامنه‌های بدلندی، توده‌های یخ‌رفتی، دریاچه‌های چندگانه گهر، مخروط‌های واریزه‌ای، زمین‌لغزش، مخروط‌افکنه‌های کوچک، دشت آبرفتی میانکوهی، دشت سیلابی، رودخانه دائمی، آبراهه‌های فصلی متراکم، پادگانه رودخانه‌ای، رخنمون سنگی، پرتگاه فرسایشی، پرتگاه ساختمانی، آبشار، چشمه‌های کارستی، سازندهای آبرفتی، سنگ‌های آهکی و دولومیتی، مارن، شیل، ماسه سنگ، کنگلومرای بختیاری، توپوگرافی متوسط شیب تا پرشیب	مراعات متوسط، مراعات غنی، پوشش جنگلی، مناطق مسکونی روستایی و عشایری، گونه‌های گیاهی علفی، درختی و درختچه‌ای با تراکم متوسط تا زیاد از جمله گونه‌های بلوط، کرگو، بادام کوهی، بید، گلابی وحشی، گون، درمنه، بومادران، آویشن، سریش ایرانی، لاله واژگون، کما، کلاه میرحسن، پونه اشترانکوهی، میخک اشترانکوهی، محلب، شیرخشت لرستانی، موسیر، پیچک، ببه یا پسته کوهی، کنگر وحشی، ریواس، پونه، سیب وحشی، فرفیون کپه‌ای و غیره

بحث

مطالعات مختلفی بر اهمیت تنوع عناصر محیط زنده (بیودایورسیتی) و تنوع عناصر محیط غیرزنده (ژئودایورسیتی) به‌ویژه در زمینه توسعه اکوتوریسم و ژئوتوریسم (Gray, 2004: 340; Reynard & Brilha, 2018: 450; Albert et al., 2021; عباسی و همکاران، ۱۳۸۸؛ مقصودی و همکاران، ۱۳۹۸؛ شایان یگانه و همکاران، ۱۳۹۹) و به‌ویژه تلفیق آن‌ها (ژئوبیودایورسیتی) برای بهره‌برداری پایدار تأکید کرده‌اند (Alahuhta et al., 2020; Santos et al., 2019). در این مطالعه نیز نتایج حاصل از شاخص ژئوبیودایورسیتی و ماتریس‌های تحلیلی آن، تنوع عناصر غیرزنده (زمین‌شناسی، آب، خاک و ژئومورفولوژی)، عناصر زنده (پوشش گیاهی) و همچنین سطوح حفاظتی منطقه را در سلول‌های شش‌ضلعی تلفیق نمود و پهنه‌های ژئوبیودایورسیتی با ارزش را برای بهره‌برداری پایدار مشخص کرده است. در واقع، این پژوهش تلاش اولیه برای تعیین مناطق با ارزش بالای ژئوبیودایورسیتی در ایران است که با مطالعه موردی در منطقه اشترانکوه پیاده‌سازی گردیده است.

پیاده‌سازی شاخص GBI و بهره‌گیری از رویکرد سلول‌های شش‌ضلعی نشان داد که GBI شاخصی کارآمد است.

به طوری که صحت سنجی نتایج این شاخص از طریق نقاط کنترل و روش منحنی ROC در سطح خیلی خوب مورد تأیید قرار گرفت. رویکرد سلول‌های شش ضلعی نیز ارتباط بین سلول‌های اطراف یا مناطق با ارتباط متقابل را بهتر و واضح‌تر نشان می‌دهند (Sahr, 2011; Steinke, 2021). علاوه بر این، مزیت دیگر سلول‌های شش ضلعی سهولت استفاده از آن‌ها بدون در نظر گرفتن مقیاس است و تنها نیاز به تنظیم ابعاد مربوط به آن‌ها دارد. زیرا به مکان‌ها (سلول‌ها) با اهمیت زیاد برای ژئوبیودایورسیته اشاره می‌کند که باید به عنوان نقاط کانونی در خصوص موضوع ارائه شده تلقی شوند (Steinke, 2021). سلول‌ها یا پهنه‌های شش ضلعی با ارزش زیاد و خیلی زیاد از نظر ژئوبیودایورسیته، مناطقی با غنای بسیار قابل توجه ژئوبیودایورسیته و بیودایورسیته هستند که لازم است به عنوان سایت‌های ویژه ژئوبیودایورسیته مورد حفاظت و بهره‌برداری پایدار قرار گیرند (Steinke, 2021 et al., 2021 Moradi; Zametske et al., 2019). چرا که از یک سو، انواع ساختارها و سازندهای زمین‌شناسی، خاک‌ها و آب‌های سطحی و همچنین انواع لندفرم‌های متنوع در منطقه به ویژه قله مرتفع اشترانکوه، سیرک‌های یخچالی و دریاچه گهر، دره‌های عمیق و بسیار زیبا مانند دره نی گاه، مخروط‌های واریزه‌ای و مخروط‌افکنه‌ها، رودخانه‌ها و پادگانه‌ها، دشت‌های آبرفتی و دامنه‌ای و غیره نشان از تنوع و غنای قابل توجه ژئوبیودایورسیته در منطقه است و از سوی دیگر، وجود تیپ‌ها و گونه‌های گیاهی متنوع در همان مناطق از جمله گونه‌های بلوط، بادام کوهی، درمنه، بومادران، لاله واژگون، پونه اشترانکوهی، میخک اشترانکوهی، محلب، شیرخشت لرستانی، موسیر و غیره در کنار انواع گونه‌های جانوری در منطقه (درویش و شکویی، ۱۳۸۴: ۵۱؛ جوادی و همکاران، ۱۳۹۰؛ عباسی و همکاران، ۱۳۸۸، ۱۳۹۳؛ بیات و مجنونیان، ۱۳۹۶: ۵۴)، نشان از غنای زیاد تنوع زیستی است.

این مناطق در مجموع، ژئوبیودایورسیته بسیار قابل توجه و ارزشمندی را ارائه می‌دهند که نیازمند توجه ویژه در زمینه‌های مختلف حفاظت و بهره‌برداری پایدار است. در این میان، نگرش و رفتار جامعه محلی نقش تعیین‌کننده‌ای در مدیریت و حفاظت از ارزش‌های ژئوبیودایورسیته دارد (ملک‌زاده و همکاران، ۱۴۰۱) و حفاظت نیز نقش بسیار مهمی در حفظ کیفیت و کمیت عناصر ژئوبیودایورسیته منطقه اشترانکوه دارد (عباسی و همکاران، ۱۳۸۸).

نتیجه‌گیری

در این مطالعه ژئوبیودایورسیته منطقه اشترانکوه بر اساس شاخص GBI و ماتریس‌های تحلیلی آن مورد ارزیابی قرار گرفت. این شاخص، عناصر مختلف ژئوبیودایورسیته، ژئومورفولوژی، پوشش گیاهی و سطوح حفاظتی منطقه را که با یکدیگر ارتباط متقابل دارند در سلول‌های شش ضلعی و با ارزش‌های خیلی کم تا خیلی زیاد تلفیق و مشخص نمود. بر اساس نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر، منطقه اشترانکوه از نظر عناصر ژئوبیودایورسیته دارای پتانسیل زیاد و خیلی زیادی است. به طوری که انواع مختلف پدیده‌های زمین‌شناختی، ژئومورفولوژیکی، هیدرولوژیکی و خاک با ارزش‌های قابل توجه به ویژه از نظر علمی، آموزشی و ژئوتوریسم در این مناطق تشکیل و توسعه یافته‌اند.

منطقه اشترانکوه از نظر تنوع زیستی نیز دارای غنای قابل توجهی است و به همین دلیل بخشی از آن تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست قرار گرفته است، اما آن‌چنان که شایسته است اقدامات و فعالیت‌های حفاظتی در منطقه پیاده‌سازی نشده است. به طوری که بیش از ۷۰ درصد منطقه مورد مطالعه بر اساس شاخص سطح حفاظت در سطح حفاظتی کم و خیلی کم توزیع یافته است؛ بنابراین، ضروری است توجه به نتایج مطالعه حاضر، یک رویکرد مدیریت یکپارچه در منطقه مورد مطالعه به ویژه در بخش‌های حفاظت شده با مشارکت فعال کلیه ذی‌نفعان پیاده‌سازی شود که ارزش‌های ژئوبیودایورسیته منطقه مورد بررسی برای نسل‌های مختلف حفظ گردد.

در مجموع، مکان‌ها یا سلول‌های شش ضلعی که طبقات زیاد و خیلی زیاد شاخص ژئوبیودایورسیته را نشان می‌دهند به ۲۵۸۷ سلول (۴۴/۳۵ درصد منطقه) می‌رسد که برای آن‌ها مطالعات در سطوح عمیق‌تر از نظر مقیاس نقشه‌برداری و شناسایی دقیق‌تر عناصر زنده و غیرزنده و به ویژه مطالعات حفاظت و بهره‌برداری پایدار که قادر به تثبیت جنبه‌های ژئوبیودایورسیته هستند، توصیه می‌شود. زیرا این سلول‌ها به مکان‌هایی با اهمیت بالایی از ژئوبیودایورسیته اشاره می‌کنند که باید به عنوان نقاط کانونی در موضوع ژئوبیودایورسیته و بیودایورسیته تلقی شوند. در نهایت، نتایج این تحقیق می‌تواند برای

برنامه‌ریزی مدیریت و حفاظت از هسته‌های ژئوبودایورسیتی منطقه اشترانکوه بسیار حائز اهمیت باشد که لازم است توسط سازمان‌های ذی‌ربط به‌ویژه سازمان حفاظت محیط‌زیست موردتوجه قرار گیرد.

سیاس‌گذاری

این مقاله برگرفته از طرح پسادکتری مصوب در دانشگاه تهران است که توسط صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) با شماره طرح ۹۹۰۰۳۴۸۰ تأمین مالی شده است. بدین‌وسیله از حمایت‌های دانشگاه تهران و INSF تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- بیات، حمیدرضا؛ مجنونیان، هنریک (۱۳۹۶). *منطقه حفاظت شده اشترانکوه*. تهران: انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست.
- جزیره‌ای، محمدحسین؛ ابراهیمی رستاقی، مرتضی (۱۳۸۲). *جنگل‌شناسی زاگرس*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- جوادی، سید اکبر؛ بهاروند، زمانی؛ مختاری اصل، ابوالفضل (۱۳۹۰). بررسی تأثیر عوامل پستی و بلندی و خاک بر ساختار پوشش گیاهی در نیم‌رخ شمالی اشترانکوه (استان لرستان). *مجله مرتع*، ۴ (۲۰)، ۳۵۲-۳۶۰.
- درویش، محمد؛ شکویی، مسعود (۱۳۸۴). *گزارش تلفیق و تدوین برنامه مدیریت منطقه حفاظت شده اشترانکوه، مطالعات و تهیه طرح مدیریت منطقه حفاظت شده اشترانکوه*. تهران: سازمان حفاظت محیط‌زیست.
- سیستانی بدوئی، مسعود؛ فتوحی، صمد؛ نگارش، حسین؛ رامشت، محمدحسین؛ روستایی، مه آسا (۱۴۰۰). بررسی تفاوت ژئودایورسیتی و ژئومورفودایورسیتی منطقه ساحلی دریای عمان و زون مکران از دماغه جاسک تا خلیج گواتر. *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، ۱۹ (۶۳)، ۳۹-۶۶.
- شایان یگانه، علی اکبر؛ زنگنه اسدی، محمدعلی؛ امیراحمدی، ابوالقاسم (۱۳۹۹). ارزیابی کمی ژئودایورسیتی ژئوپارک پیشنهادی غرب خراسان رضوی برای حفاظت از میراث زمین‌شناسی آن. *آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۰ (۳۶)، ۷۷-۹۰.
- صالحی پور میلانی، علیرضا؛ صدوق، سید حسن؛ رفیعی، رسول (۱۴۰۰). ارزیابی ژئودایورسیتی حوضه‌های آبریز مشرف به دریاچه نمک و حوض سلطان. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۱۰ (۲)، ۸۴-۱۰۵.
- عباسی، سارا؛ پیله‌ور، بابک؛ حسینی، سید محسن (۱۳۹۳). تنوع گونه‌های گیاهی در غرب منطقه حفاظت شده اشترانکوه لرستان. *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، ۱۶ (۳)، ۱۵۵-۱۶۴.
- عباسی، سارا؛ حسینی، سید محسن؛ پیله‌ور، بابک؛ زارع، حبیب (۱۳۸۸). اثر حفاظت بر تنوع زیستی گونه‌های چوبی در منطقه اشترانکوه لرستان. *مجله جنگل/یران*، ۱ (۱)، ۱-۱۰.
- گلی مختاری، لیلا؛ نگهبان، سعید؛ شفیعی، نجمه (۱۳۹۷). تحلیل مقایسه‌ای ژئودایورسیتی (تنوع زمین‌شناختی) در حوضه‌های شمال غربی استان فارس. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۷ (۳)، ۱۵۱-۱۶۳.
- مجنونیان، هنریک (۱۳۷۹). *مناطق حفاظت شده/یران (مبانی و تدابیر حفاظت از پارک‌ها و مناطق)*. تهران: انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست.
- مخدوم، مجید (۱۳۷۶). *آمایش سرزمین شش زیرحوزه جنگلی استان فارس رهنمودی برای برنامه‌ریزی استراتژیک زاگرس*. *مجله محیط‌شناسی*، ۱۹ (۱۹)، ۴۱-۵۰.
- مقصودی، مهران؛ مقیمی، ابراهیم؛ یمانی، مجتبی؛ رضایی، ناصر؛ مرادی، انور (۱۳۹۸). بررسی ژئومورفودایورسیتی آتشفشان دماوند و پیرامون آن بر اساس شاخص GmI. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۸ (۱)، ۵۲-۶۹.
- مقیمی، ابراهیم؛ یاراحمدی، علی محمد؛ ثروتی، محمدرضا؛ کردوانی، پرویز (۱۳۹۱). تأثیر مورفولوژی دامنه‌ها در تحول سیرک‌های یخچالی اشترانکوه. *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، ۱۶ (۳)، ۱۱۹-۱۳۹.
- ملک‌زاده، علی؛ طباطبایی یزدی، فاطمه؛ برومند، امیرعلی؛ نوغانی دخت بهمنی، محسن (۱۴۰۱). نیم‌رخ تنوع زیستی در دانش، نگرش و رفتار (KAP) شهروندان کلان‌شهر مشهد با رویکرد توسعه پایدار. *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۲ (۲)،

References

- Abasi, S., Hosseini, S., Pilevar, B., & Zare, H. (2009). Effects of conservation on woody species diversity in Oshtorankuh region in Lorestan. *Iranian Journal of Forest*, 1(1), 1-10 (In Persian).
- Abasi, S., Pilevar, B., & Hosseini, S. M. (2014). Study of Plant Biodiversity in West of Oshtorankuh region, Lorestan. *Journal of Environmental Science and Technology*, 16 (3), 155-164 (In Persian).
- Alahuhta, J., Toivanen, M., & Hjort, J. (2020). Geodiversity–biodiversity relationship needs more empirical evidence. *Nature Ecology & Evolution*, 4(1), 2-3.
- Albert, J. S., Destouni, G., Duke-Sylvester, S. M., Magurran, A. E., Oberdorff, T., Reis, R. E., Winemiller, K. O., & Ripple, W. J. (2021). Scientists' warning to humanity on the freshwater biodiversity crisis. *Ambio*, 50(1), 85–94.
- Alkemade, R., Van Oorschot, M., Miles, L., Nellemann, C., Bakkenes, M., & Brink, B. (2009). GLOBIO3: a framework to investigate options for reducing global terrestrial biodiversity loss. *Ecosystems*, 12 (3), 374–390.
- Babbitt, B. (1994). Protecting biodiversity. *Nature Conservancy*, 44 (1), 16-21.
- Balvanera, P., Pfsterer, A. B., Buchmann, N., He, J. S., Nakashizuka, T., Raffaelli, D., & Schmid, B. (2006). Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters*, 9, 1146–1156.
- Bayat, H. & Majnounyan, H. (2016). *Oshtorankuh protected area*. Tehran: Publications of Environmental Protection Organization (In Persian).
- Brilha, J., Gray, M., Pereira, D.I., & Pereira, P. (2018). Geodiversity an integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. *Environmental Science & Policy*, 86, 19–28.
- Darvish, M., & Shakoi, M. (2005). *Report on the consolidation and formulation of the Oshtorankuh Protected Area Management Plan, studies and preparation of the Oshtorankuh Protected Area Management Plan*. Tehran: Publications of Environmental Protection Organization (In Persian).
- Dasmann, R. F. (1968). *A Different Kind of Country*. New York: Macmillan.
- Drechsler, M. (2020). *Ecological-economic modelling for Biodiversity Conservation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- FejesToth, L. (1964). *Regular figures*. Oxford: Pergamon Press.
- Franca, F., Louzada, J., Korasaki, V., Griffiths, H., Silveira, J.M., & Barlow, J. (2016). Do space-for-time assessments underestimate the impacts of logging on tropical biodiversity? An Amazonian case study using dung beetles. *Journal of Applied Ecology*, 53, 1098–1105.
- Golmokhtari, L., neghaban, S., & shafiei, N. (2019). Geodetical Comparison Analysis (Geological Diversity) in Northwest Basins of Fars Province Using FRAGTATSE software. *Quantitative Geomorphological Research*, 7(3), 151-163 (In Persian).
- Gray, M. (2004). *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. London: Wiley-Blackwell.
- Gray, M. (2018). *Geodiversity: the backbone of geoheritage and geoconservation*. In: Reynard, E., Brilha, J. (eds) *Geoheritage* (pp. 13-25). Amsterdam: Elsevier.
- Harper, J. L & Hawksworth, D. L. (1994). *Biodiversity: measurement and estimation*. Berlin: Springer Science & Business Media.
- Javadi, S., Baharond, Z., & Mokhtari Asl, A. (2010). Investigating the effect of topography and soil factors on vegetation structure in the northern profile of Oshtorankuh (Lorestan province). *Journal of Rangeland*, 4(20), 360-352 (In Persian).
- Jazirai, M.H., & Ebrahimi, R. M. (2003). *Silviculture in zagros*. Tehran: Tehran University Press (In Persian).
- Lo, Y. H., Blanco, J. A., & Roy, S. (2015). *Biodiversity in ecosystems: linking structure and function*. London: InTech.
- Maghsoudi, M., Moghimi, E., Yamani, M., Rezaei, N., & Moradi, A. (2019). Geomorphodiversity Investigation of Damavand volcano and its surroundings based on the GmI Index.

- Quantitative Geomorphological Research*, 8(1), 52-69 (In Persian).
- Maghsoudi, M., Moradi, A., & Moradipour, F. (2021). Aerial Geotourism: New Branch of Geotourism for Promoting Geoconservation (Examples from Iran). *Geoheritage* 13, 4. <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00526-8>.
- Majnounian, H. (2000). *Protected areas of Iran (fundamentals of protection of parks and areas)*. Tehran: Publications of Environmental Protection Organization (In Persian).
- Makhdoom, M. (1997). Landuse planning for Six forested catchment areas of Fars: As a guide for the Strategic Planning of Zagros Region. *Journal of Environmental Studies*, 19(19), 41-50 (In Persian).
- Malekzadeh, A., Tabatabaei yazdi, F., Boroumand, A., & Noghani Dokht Bahmani, M. (2022). Biodiversity Profile in Knowledge, Attitude and Practice (KAP) of the Citizens of Mashhad Metropolis applying Sustainable Development. *Geography and Environmental Sustainability*, 12(2), 37-57 (In Persian).
- Michael, E. S., & Bruce, A. W. (1980). *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sunderland (Mass.): Sinauer Associates.
- Moghim, I., Yarahmadi, A. M., Sarwati, M. R., & Kardavani, P. (2012). Investigating the effect of hillslopes morphology on the evolution of Oshtorankuh glacial cirques. *The Journal of Spatial Planning*, 16 (3), 119-139 (In Persian).
- Moradi, A., Maghsoudi, M., Moghim, E. Yamani, M., & Rezaei, N. (2021). A Comprehensive Assessment of Geomorphodiversity and Geomorphological Heritage for Damavand Volcano Management, Iran. *Geoheritage* 13, 39. <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00551-1>.
- Moradipour, F., Moghim, E., Beglou, M. J., & Yamani, M. (2020). Assessment of Urban Geomorphological Heritage for Urban Geotourism Development in Khorramabad City, Iran. *Geoheritage*, 12, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00466-3>.
- Morgan, F. (2000). *Geometric measure theory: a beginner's guide*. San Diego: Academic.
- Myers, N., Russell, A., Mittermeier, C. G., Mittermeier, G., da Fonseca, A. B., & Jennifer, K. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- Panizza, M. (2009). The geomorphodiversity of the dolomites (Italy): a key of geoheritage assessment. *Geoheritage*, 1, 33-42.
- Patru-Stupariu, I., Stupariu, M. S., Stoicescu, I., Peringer, A., Buttler, A., & Furst, C. (2017). Integrating geo-biodiversity features in the analysis of landscape patterns. *Ecological Indicators*, 80, 363-375.
- Reynard, E. & Brilha, J. (2018). *Geoheritage: Assessment, Protection, and Management*. Amsterdam: Elsevier Press.
- Sahr, K. (2011). Hexagonal discrete global grid systems for geospatial computing. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 22, 363-376.
- Salehipour Milani, A., Sadough, S., & Rafiei, R. (2021). Geodiversity Assessment in Catchments of Salt and Hoz-e-Soltan Lakes. *Quantitative Geomorphological Research*, 10(2), 84-105 (In Persian).
- Santos, D.S., Mansur, K.L., Arruda, E. R., Dantas, M., & Shinzato, E. (2019). Geodiversity mapping and relationship with vegetation: A regional-scale application in SE Brazil. *Geoheritage*, 11, 399-415.
- Sharples, C. (1993). A methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes. Report to the forestry commission, Tasmania.
- Shayan Yeganeh, A., Zangane Asadi, M., & Amir-Ahmadi, A. (2020). The quantitative assessment of geodiversity of Proposed Geopark of West Khorasan Razavi to protect its geoheritage. *Geographical Planning of Space*, 10(36), 77-90 (In Persian).
- Sistani Bdoei, M., fotohi, S., Negaresh, H., Ramesht, M., & Roostaei, M. (2021). Geodiversity and Geomorphodiversity Differences in the Coastal of Sea of Oman and Makran Zone from Cape Jask to Gwadar Bay. *Geography and Development*, 19(63), 39-66 (In Persian).
- Steinke, V.A. (2021). Proposal for a Geobiodiversity Index Applied to the Morphoclimatic Domain of Cerrado—Brazil. *Geoheritage*. 13 (3), 1-20.
- Swets, J.A., Dawes, R., & Monahan, J. (2000). Better Decisions through Science. *Scientific*

- American*, 283(4), 82-87.
- Vackar, D., Ten Brink, B., Loh, J., Baillie, J. E., & Reyers, B. (2012). Review of multispecies indices for monitoring human impacts on biodiversity. *Ecological Indicators*, 17, 58–67.
- Zarnetske, P. L., Read, Q. D., Record, S., Gaddis, K. D., Pau, S., Hobi, M. L., Malone, S. L., Costanza, J., M Dahlin, K., Latimer, A. M., Wilson, A. M., Grady, J. M., Ollinger, S. V., Finley, A. O. (2019). Towards connecting biodiversity and geodiversity across scales with satellite remote sensing. *Global Ecology and Biogeography*, 28, 548– 556.

