پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۷
ص ۳۲۲- ۳۰۷

محاسبه و تحلیل تنوع زمینی (ژئودایورسیتی) (مطالعهٔ موردی: شهرستان اشتهارد)

لیلا گلی مختاری*- استادیار گروه اقلیم و ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، ایران
فرشته بیرامعلی- دانشجوی دکتری گروه اقلیم و ژئومورفولوژی، دانشکدهٔ جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۸

چکیده

در دهه‌های اخیر، علاقه‌مندی به رخدادهای زمینی در کشورها گسترش یافته و این امر بـه توسـعهٔ سـه مفهـوم در جهان علم منجر شده است: مفاهیمِ ژئودایورسیتی؛ ژئوتوریسم؛ حفاظت. ژئودایورسیتی مقایسهٔ تنـوع پدیـده‌هـای زمین‌شناسی، هیدرولوژی، ژئومورفولوژی و خاک‌شناسی، توزیع و فراوانی این پدیده‌ها، و ارتباط آن‌ها با یکدیگر در چشم‌انداز است. اشتهارد، به عنوان یک منطقهٔ نیمه‌کویری در جنوب استان البرز، از ظرفیت بالقوهٔ قابل ملاحظـه‌ای در زمینهٔ تنوع زمینی برخوردار است. در این پژوهش، نخست، برحسب ویژگی‌های مختلف ژئومورفولوژی، سه واحد انتخاب و مرزبندی شد. بر اساس مشاهدات میدانی، محاسبات کمّی و کیفی پدیده‌ها، و تهیه و تحلیـل نقشـه‌هـای مورد نیاز مطالعاتی انجام گرفت. بر اساس مطالعات، واحد G1 دارای بیشترین تعـداد عناصـر غیرزنـده، G2 دارای بیشترین تنوع فرم‌شناسی، و G3 دارای بیشترین ارزش ژئودایورسیتی در منطقه است. با توجه به اینکه حفاظت در منطقهٔ مورد مطالعه در ارتباط با پدیده‌های مورد بررسی انجام نگرفته و بخشی از این منابع زمینی در حال تخریـب است، به‌نظر می‌رسد توجه به ارزش‌های مربوط به تنوع زمینی در این منطقه گامی در جهت جلب توجهات بیشتر در زمینهٔ حفاظت از منطقه باشد.

کلیدواژه‌ها: اشتهارد، حفاظت، ژئوتوریسم، ژئودایورسیتی، لندفرم.

مقدمه

مفهوم ژئودایورسیتی، به خودی خود، به عنوان ابزاری در مدیریت مناطق حفاظت‌شده نمود پیدا می‌کند. قبلاً واژهٔ ژئودایورسیتی[1]، که جغرافی‌دان آرژانتینی، فدریکو آلبرتو داوس، در دههٔ ۱۹۴۰، آن را مطرح کرد، موزاییکی از تنوع چشم‌اندازی و فرهنگی از فضای جغرافیایی و همچنین پیچیدگی‌های زمینی را، که مربوط به زیستگاه انسان بود، در مقیاس‌های مختلف دربر می‌گرفت. بنابراین، این مفهوم درواقع به تنوع جغرافیایی اشاره می‌کرد. در دههٔ ۱۹۹۰ مفهومی طبیعت‌گرایانه از ژئودایورسیتی غلبه پیدا کرد که از بیودایورسیتی الگو گرفته شده بود. برخلاف توصیف دقیق و روشن بیودایورسیتی، که دربرگیرندهٔ مفهوم سطوح سلسله‌مراتبی است (ژن، گونه، و اکوسیستم)، ژئودایورسیتی یک ضعف مفهومی نشان داده است که آن را در زمینه‌های مختلف سرگردان می‌کند. به‌علاوه، اصطلاحات میراث زمین‌شناسی، حفاظت از زمین و تنوع زمینی قابل تفکیک از هم نیستند (سرانو و روئیز فلانو، ۲۰۰۷: ۲). ژئودایورسیتی را می‌توان محدودهٔ طبیعی از تنوع زمین‌شناختی (سنگ‌ها، مواد معدنی، و فسیل)، ژئومورفولوژیکی (فرم‌ها و فرایندها)، و ویژگی‌های خاک تعریف کرد که شامل

* نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۵۳۲۵۶۷۴۶
E-mail: l.mokhtari@gmail.com

1. geodiversity

مجموعه‌ها، روابط، ویژگی‌ها، تفسیرها، و سیستم‌هاست (گری، ۲۰۰۴: ۸). تنوع زمین‌شناسی به وسیلهٔ ۵۰۰۰ مادهٔ معدنی شناخته‌شده در جهان معرفی می‌شود که برخی بسیار نادرند و به‌آسانی نیز از دست می‌روند. این مواد وقتی با فاکتورهای دیگر مانند ذرات ریز، بلورها، اَشکال، و ساختارها تعریف شوند، می‌توانند هزاران نوع سنگ را به‌وجود آورند. در حدود یک میلیون فسیل در جهان شناخته شده و به میزان ۱۹۰۰۰ نوع خاک فقط در ایالات متحده شناسایی شده است. اما در ارتباط با لندفرم‌های زمین و توپوگرافی طبقه‌بندی‌های کمتری انجام گرفته است. برخی لندفرم‌ها مانند مورن‌ها یا کانیون‌ها نام‌گذاری شده‌اند؛ درحالی‌که بسیاری از فرم‌های سطحی زمین در فهرست لندفرم‌ها قرار نگرفته‌اند. برخی فرایندهای ژئومورفولوژیکی نیز شناسایی و نام‌گذاری شده‌اند، مانند فرایند ساحلی، فرایند یخچالی، و فرایند زمین‌لغزش. ولی هنگامی که با جزئیات بیشتری ارزیابی می‌شوند، به طور فزاینده‌ای پیچیده و دشوار به‌نظر می‌رسند. این موارد نشان می‌دهد که در جهان هستی تنوع زمینی همانند تنوع زیستی چشم‌گیر است (گری، ۲۰۰۵: ۶). مفهوم ژئودایورسیتی می‌تواند در زمینه‌های مختلف مربوط به علوم، آموزش، و توریسم به‌کار برده شود. بنابراین، منبع ارزشمندی است که برای ایجاد سودهای اقتصادی– اجتماعی به بهره‌برداری مناسب نیاز دارد (روبان، ۲۰۱۷). از آنجا که تعداد زیادی از سایت‌های میراث زمین‌شناختی در مناطقی قرار دارد که پدیدهٔ شهرنشینی و توسعهٔ اقتصادی سیمای آن‌ها را به‌شدت دگرگون کرده است، به همین دلیل، یونسکو، در سال ۱۹۹۹، برای پاره‌ای از این مناطق، نوعی ساختار مدیریتی– حفاظتی پیشنهاد کرد که به آن ژئوپارک[1] می‌گویند. مفهومِ ژئوپارک برای یونسکو ایجاد ارتباط مردم با طبیعت (که در اینجا سیمای زمین و سرزمین) است که به پتانسیل‌های میراث زمین‌شناختی از بُعد توسعهٔ اقتصادی (به‌ویژه ژئوتوریسم[2]) نیز توجه دارد. ژئوپارک‌ها ابزارهای منحصربه‌فردی برای استفاده از منابع ژئودایورسیتی هستند (روبان، ۲۰۱۷) که به حفاظت از ژئودایورسیتی و آموزش‌های مربوط به علوم زمین از طریق تورهای مخصوص ژئوسایت‌ها منجر می‌شوند (کوه و همکاران، ۲۰۱۴).

پرچمدار مطالعات ژئودایورسیتی در جهان ماری گری انگلیسی است. وی، در سال ۲۰۰۴، ژئودایورسیتی را توزیع طبیعی پارامترهای زمین‌شناسی شامل سنگ‌ها، کانی‌ها، فسیل‌ها، ویژگی‌های خاک، شکل زمین و فرایندهای آن (ژئومورفولوژی) و روابط بین این‌ها معرفی کرد. همچنین، در سال ۲۰۰۵، از مبحثی با نام تنوع زمینی و حفاظت زمینی نام برد که ارتباط معناداری میان این دو مفهوم برقرار می‌کند. بریلها[3] (۲۰۰۵) ژئودایورسیتی را دیدگاهی جدید می‌داند و ژئودایورسیتی و بیودایورسیتی را مستخرج از مجمع بیودایورسیتیِ[4] جهانیِ سال ۱۹۹۲ (ریودوژانیرو در برزیل) معرفی می‌کند. سرانو و روئیز فلانو (۲۰۰۷) دیدگاه جامع‌تری از آنالیز فضایی چشم‌انداز ارائه می‌دهند. آن‌ها ژئودایورسیتی را این چنین تعریف می‌کنند: ژئودایورسیتی تنوع طبیعی غیرزنده از تکتونیک، ژئومورفولوژی، خاک‌شناسی، هیدرولوژی، توپوگرافی، و عوامل لیتولوژی است. روبان در سال ۲۰۱۰ به تعریف ژئودایورسیتی و آسیب‌پذیری این شاخه از علوم زمینی پرداخت. وی طبقه‌بندی کمّی از سایت‌های مطالعاتی را برای شناسایی پتانسیل‌ها و لزوم حفاظت از میراث زمینی ضروری می‌داند. سرانو و گونزالزتوروبا (۲۰۱۱) ژئودایورسیتی را جزء جداناپذیر شناخت محیط می‌دانند. گوردون و همکاران (۲۰۱۱) دربارهٔ اهمیت ژئودایورسیتی در توسعهٔ پایدار جوامع و انواع بهره‌مندی‌های اقتصادی، فرهنگی، و اجتماعی جوامع انسانی از طبیعت به بحث پرداخته‌اند و این مفهوم را لازمهٔ توسعهٔ جوامع می‌دانند و جایگاه آن را در بالاترین سطوح تصمیم‌گیری حکومت‌ها معرفی می‌کنند.

ازوولینزکی و استهویاک، در سال ۲۰۱۲، در مقالهٔ خود، با نام «نقشهٔ ژئودایورسیتی پارک ملی تاترا برای ژئوتوریسم»، جاذبه‌های گردشگری منطقهٔ تاترا را فهرست و از منظر ژئودایورسیتی ارزیابی کردند. حداکثر مقدار ژئودایورسیتی

1. geopark
2. geotourism
3. brilha
4. biodiversity

به‌دست‌آمده در این مطالعه مربوط به مناطق کوهستانی پارک ملی تاترا است. اریکستاد، در سال ۲۰۱۳، به بیان رابطه میان ژئودایورسیتی و میراث زمینی پرداخت. وی در این راستا هرگونه بهره‌مندی سیاسی و علمی از سایت‌های دارای ارزش را منوط به حفاظت می‌داند و ژئودایورسیتی را مفهومی انعطاف‌پذیر در توسعه معرفی می‌کند. دپائولاسیلوا و رودریگز (۲۰۱۵) از نوعی روش‌شناسی کمّی‌سازی ژئودایورسیتی برای حوضهٔ آبریز رودخانهٔ زینگو[1] در برزیل استفاده کردند. این روش‌شناسی شامل اندازه‌گیری و تلفیق عناصر غیرزنده در مقیاس‌های مختلف بود و در نهایت شاخص ژئودایورسیتی به‌دست‌آمده برای هر بخش مورد بحث قرار گرفت.

بریلها (۲۰۱۶) در مقاله‌ای با نام «ارزیابی کمّی ژئوسایت‌ها و سایت‌های تنوع زمینی»، روش جدیدی برای مفاهیم ژئوسایت و سایت‌های ژئودایورسیتی ارائه داد، رهیافت‌های توسعهٔ یک فهرست‌برداری سیستماتیک مورد استفاده در مقیاس‌های مختلف را مرور و معیارهای جدیدی معرفی کرد. مانوسو و نوبرگا (۲۰۱۵) به محاسبهٔ ژئودایورسیتی واحدهای چشم‌اندازی در منطقهٔ کادآدوی برزیل پرداختند. ایشان در بررسی خود از مقایسهٔ هشت واحد چشم‌اندازی استفاده کردند و با استفاده از فرمول ژئودایورسیتی برآوردی کمّی از تنوع ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، و هیدرولوژی ارائه کردند. آرگریو و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای تنوع زمینی در کرت یونان را بر پایهٔ تقسیم‌بندی فاکتورهای ژئومورفولوژیک، زمین‌شناسی، و اقلیمی بررسی کردند و نقشهٔ ژئودایورسیتی را با استفاده از الگوریتم‌های مختلف تهیه نمودند. کپ (۲۰۱۶) ۳۹۰ سال ژئوتوریسم را در دربی شایر بررسی کرد. طی این مطالعه، مشخص شد که در ابتدا تنوع زمینی منطقه از جمله غارهای منطقه عامل اصلی فعالیت‌های ژئوتوریسمی بوده است که تا قرن ۲۱ با اضافه‌شدن موارد دیگر ادامه یافته است و هنوز هم بازاری برای تجاری‌سازی گردشگری زمین در این منطقه وجود دارد. استپاریو و همکاران (۲۰۱۷) ویژگی‌های ژئوبیودایورسیتی را در تحلیل الگوهای چشم‌انداز به‌کار بردند. تحلیل انجام‌گرفته مشخص کرد که پوشش زمین (بیودایورسیتی) و زمین‌شناسی (ژئودایورسیتی) نقش مهمی در تعیین الگوهای چشم‌انداز دارند؛ به‌طوری‌که درک ارتباط بین ژئو و بیودایورسیتی و ویژگی‌های چشم‌اندازی می‌تواند نقش مهمی در توسعهٔ استراتژی‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی ایفا کند. ستینر و همکاران (۲۰۱۷) سایت‌های حفاظت‌شدهٔ طبیعی را در شبه‌جزیرهٔ بیگا در ترکیه با هدف فهرست‌برداری با استفاده از روش مفهومی کیفی و همچنین روش نیمه‌کیفی بررسی کردند.

حریریان (۱۳۶۹) از اولین افرادی بود که تعریفی از تنوع زمینی ارائه کرد. از نظر وی، برای تشکیل تنوع زمین‌شناختی، تنوع و دگرگونی توسط فرایندهای بیرونی و درونی لازم است. طبیعت دائم به وسیلهٔ فرسایش آبی و بادی در حال تنوع و دگرگونی است. این دگرگونی توسط خود عوامل فرسایش شکل می‌گیرد نه انسان. مهم‌ترین عوامل پیدایش رخنمون‌ها، اَشکال، و جلوه‌های زمین که موجب جلب گردشگران علاقه‌مند به پدیده‌های طبیعی می‌شود عبارت‌اند از: فرسایش‌ها، آتشفشان‌ها، چین‌خوردگی‌ها و گسله‌ها، گنبدهای نمکی، و تپه‌های مرجانی. هرچند برخی علاقه‌مندان آغاز ژئوتوریسم ایران را پیشنهاد محمدحسن نبوی برای رویکرد زیبایی‌شناختی به پدیده‌های زمین‌شناختی ذکر کرده‌اند، درواقع این امر آغازی بوده است برای شناسایی ژئودایورسیتی و میراث زمین‌شناختی ایران از دید زیبایی‌شناسی. زیرا ژئوتوریسم چیزی بیش از توجه زیبایی‌شناختی به ژئودایورسیتی (تنوع زمین‌شناختی) کشور است و به‌رغم ثبت ژئوپارک قشم به عنوان آغازی برای به‌رسمیت‌شناختن ژئوتوریسم در کشور به دلیل بود ابزار تفسیر زمین‌شناختی و نبود متخصصان و آگاهان زمینهٔ گردشگری و قوانین حفاظت از زمین هنوز ژئوتوریسم ایران به صورت علمی آغاز نشده است. اما خوشبختانه مطالعات ژئودایورسیتی و میراث زمین‌شناختی ایران در سازمان زمین‌شناسی و

1. Xingou

اکتشافات معدنی کشور از ده سال پیش آغاز شده و ماحصل آن اطلس نفیسی از تنوع زمین‌شناختی ایران، این تنوع و میراث زمین‌شناختی کشور را در سال ۲۰۱۰ به جهانیان معرفی کرده است. سپهر در سال ۱۳۹۲، مخاطرات محیطی و تنوع زمینی را دو میراث ژئومورفولوژیکی دانست و در مقالهٔ خود تحلیلی ژئوسیستمی از رخدادها و فرایندهای فرمزا در ارتباط با تعادل و پایداری سیستمی ارائه کرد. باتجربه و همکاران (۱۳۹۴) نیز نقشهٔ تنوع زمینی شهرستان مشهد را بر اساس تحلیل درجهٔ حساسیت لندفرم‌ها به فرسایش و هوازدگی ترسیم کردند و ارتفاعات مناطق کارستیک و آهکی را دارای بیشترین درجهٔ ژئودایورسیتی معرفی نمودند.

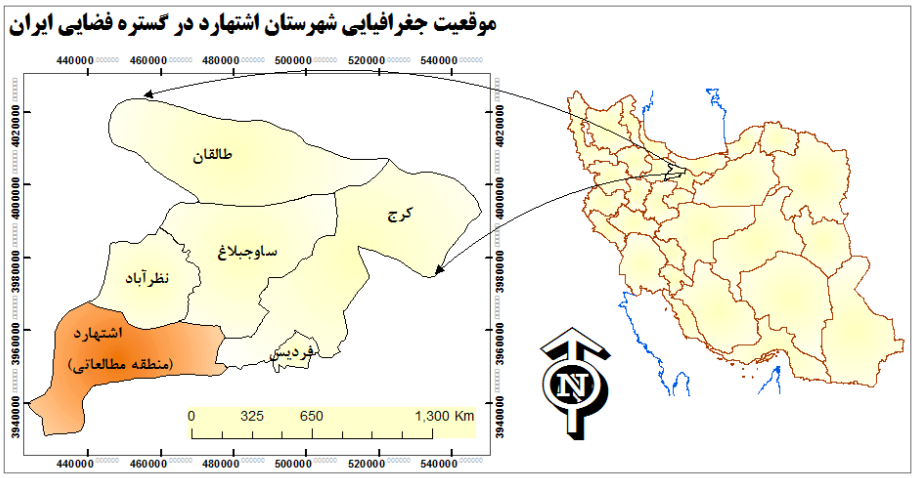
در مقالهٔ حاضر، با ارزیابی کمّی تنوع زمینی منطقهٔ اشتهارد، به بررسی شاخص‌های ژئودایورسیتی و مقایسهٔ واحدهای ژئومورفولوژیکی این منطقه پرداخته شده است. هدف از اجرای این پژوهش شناخت پتانسیل‌های منابع زمینی برای بهره‌برداری‌های اقتصادی و صنعتی از انواع ژئوفرم‌ها و واحدهای ژئومورفولوژیک با استفاده از روش ژئومورفولوژی کمّی است. استفادهٔ بهینه و اصولی از این پتانسیل‌ها می‌تواند مسبب توسعهٔ پایدار در سطوح اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، و زیست‌محیطی شود.

موقعیت طبیعی منطقهٔ مورد مطالعه

شهرستان اشتهارد، با وسعتی حدود ۸۰۰ کیلومتر مربع و ارتفاع متوسط ۱۱۷۵، در عرض شمالی ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و طول شرقی ۵۰ درجه و ۶ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۴۵ دقیقه قرار دارد. این شهرستان از شمال به نظرآباد و آبیک، از جنوب به شهریار و استان مرکزی، از شرق به شهرستان کرج، و از غرب به بویین‌زهرا محدود می‌شود.

اشتهارد دشتی نیمه‌کویری است که ادامهٔ زمین‌های آن در بخش‌های جنوبی به مناطق کویری در استان قم و استان مرکزی می‌پیوندد. این منطقه در زون زمین‌شناسی ایران مرکزی قرار دارد. بخش عمدهٔ آن پوشیده از آبرفت، پهنه‌های رسی، ماسه‌سنگ، و کنگلومراست و جنوب آن از گدازه‌های آتشفشانی مانند آندزیت و بازالت تشکیل شده است.

از نظر فرم‌شناسی، در بخش سطوح مقعر ریگی واقع شده است. در دو سوی دشت اشتهارد، رشته‌های حلقه در شمال و تاوره و جارو در جنوب قرار گرفته و لذا شیب عمومی منطقه به سمت بستر رودخانهٔ شور در مرکز دشت است. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه را نمایش می‌دهد.



شکل ۱. نقشهٔ موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه در گسترهٔ فضایی ایران

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور، تصاویر ماهواره‌ای گوگل‌ارث، مدل ارتفاعی- رقومی[1]، سیستم اطلاعات جغرافیایی[2]، مطالعات کتابخانه‌ای، و مشاهدات میدانی انجام پذیرفت. مطالعهٔ تنوع زمینی در محدودهٔ مورد مطالعه با استفاده از روش‌شناسی پیشنهادی توسط سرانو و همکاران (۲۰۰۹) انجام گرفت.

برای بررسی نوع و پراکنش شاخص‌های ژئودایورسیتی در منطقهٔ مطالعاتی، پنج مرحلهٔ زیر طی شد:

در گام اول منطقهٔ مورد مطالعه با استفاده از نقشهٔ توپوگرافی و تصویر ماهواره‌ای مرزبندی شد.

در گام دوم واحدهای ژئومورفیک مورد نظر بر اساس سه چشم‌انداز دشت، تپه، و کوهستان تعیین شد (G1، G2، و G3). منطقهٔ مورد مطالعه در این پژوهش به صورت دشتی در میان دو رشته ارتفاعی واقع شده است: رشتهٔ پُرتراکم و طویل‌حلقه در شمال، که بازماندهٔ یک تاقدیس قدیمی و به صورت گنبدهای نمکی ظهور یافته است، و رشتهٔ کوهستانی و شکستهٔ جارو در جنوب.

در گام سوم مؤلفه‌ها و عناصر زمینی موجود در منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های توپوگرافی، نقشه‌های زمین‌شناسی، نقشهٔ خاک، نقشهٔ شبکه‌های هیدروگرافی، و مشاهدات میدانی شناسایی شد. کلاس‌های مختلفی برای طبقه‌بندی ژئودایورسیتی طبیعی پیشنهاد شده؛ از جمله فرم‌های بیوژنیک و بیوتای دیرینه، رسوب‌گذاری‌های ساحلی، آذرین‌های غیرآتشفشانی، ویژگی‌های شیمیایی، تکتونیکی، و سطحی (بردبری، ۲۰۱۴) و بسیاری تقسیم‌بندی‌های دیگر. از میان این عوامل، چهار عامل توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، و هیدرولوژی انتخاب و برای هر یک زیرمجموعه‌هایی درنظر گرفته شد. فهرست‌برداری از بیشتر عناصر در مقیاس کاری ۱:۵۰۰۰۰ انجام شد. ذکر این نکته لازم است که نوع و تعداد عناصر شناسایی و بررسی‌شده در این پژوهش ارتباطی مستقیم با مقیاس انتخابی دارد و بدیهی است با تغییر مقیاس ممکن است عناصر دیگری اضافه یا کم شود یا تعداد آن‌ها تغییر یابد.

در گام چهارم برای بررسی سیستماتیک چشم‌انداز منطقه نقشه‌های مورد نیاز با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی ترسیم و با تصاویر تهیه‌شده از بازدید میدانی مقایسه و ارزیابی شد.

گام پنجم ارزیابی واحدهای انتخابی با استفاده از شاخص ژئودایورسیتی و تحلیل مقایسه‌ای در منطقه بود. برای تعیین شاخص ژئودایورسیتی از چند پارامتر استفاده شده است که شامل تعداد عناصر غیرزنده، خشونت ناهمواری، و لگاریتم مساحت هر یک از مناطق G1، G2، و G3 است.

بنابراین، با توجه به فرمول ارائه‌شده در سرانو و همکاران (۲۰۰۹)، داده‌های کیفی به داده‌های عددی تبدیل شد و محاسبه و مقایسه شدند:

$$GD = \frac{\mathrm{Eg.R}}{\mathrm{Ln\ S}} \qquad (۱)$$

GD شاخص ژئودایورسیتی، Eg تعداد عناصر غیرزنده، R خشونت ناهمواری، LnS لگاریتم مساحت منطقه.

استفاده از لگاریتم در رابطهٔ ۱ اثر سطح را بر نتایج تحلیل ژئودایورسیتی کاهش می‌دهد.

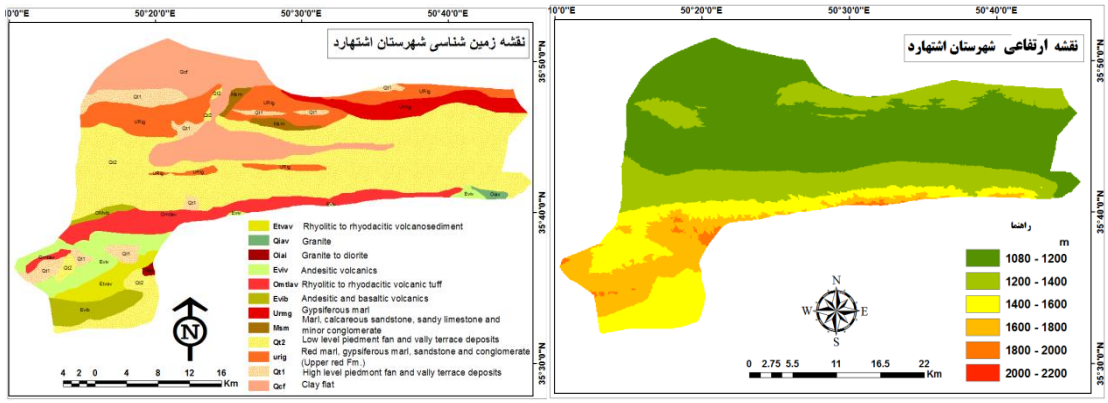
گام نهایی ارائهٔ تصویری از مفهوم حفاظت و شرایط حفاظتی در منطقهٔ مورد مطالعه است.

1. DEM
2. GIS

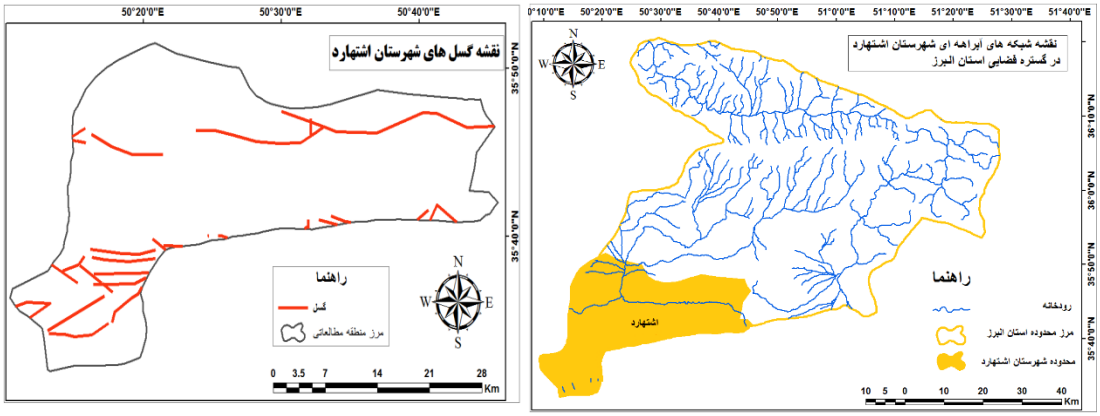
یافته‌های پژوهش

شهرستان اشتهارد دارای تنوع بسیار زیاد پدیده‌های زمینی و همچنین ویژگی منحصربه‌فرد است. این منطقهٔ نیمه‌کویری در جنوب کرج، که به باغشهر تهران شهرت دارد، نه‌تنها از نظر تنوع زمین‌شناسی، بلکه به لحاظ پوشش خاک، شرایط هیدرولوژیکی، و لندفرم‌ها نیز درخور توجه است. شکل‌های ۲ تا ۷ ویژگی‌های طبیعی اشتهارد را نمایش می‌دهد. برای بررسی تنوع زمینی و مقایسهٔ کمّی این تنوع در بین واحدهای ژئومورفیک موجود در منطقه، سه واحد ژئومورفولوژیک شناسایی و مرزبندی شد که در جدول ۱ مشخصات هر یک از واحدهای G1، G2، و G3 درج شده است.

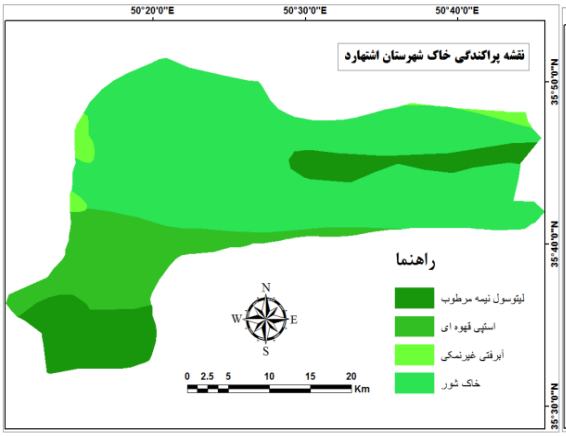
دشت اشتهارد بخش وسیعی از شهرستان اشتهارد را به خود اختصاص داده است. با توجه به وجود کوهستان‌های رشته‌ای جنوب این دشت و گنبدهای نمکی در شمال، که با تجمع خود چشم‌انداز جالب توجهی را خلق کرده‌اند، همچنین گسل‌های متعددی که در این شهرستان به‌چشم می‌خورد، به‌نظر می‌رسد که این دشت حاصل جابه‌جایی گسلی و تکتونیکی است که دشت را نسبت به ارتفاعات جنوبی در فرودست قرار داده است (شکل ۸).

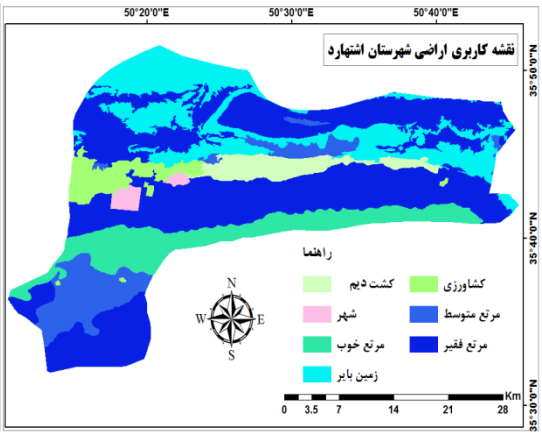


شکل ۲. نقشهٔ زمین‌شناسی منطقهٔ مورد مطالعه (منبع: نگارندگان) شکل ۳. نقشهٔ ارتفاعی منطقهٔ مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)



شکل ۴. نقشهٔ گسل‌های منطقهٔ مورد مطالعه (منبع: نگارندگان) شکل ۵. شبکهٔ رودهای منطقهٔ مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)





شکل ۶. نقشهٔ خاک منطقهٔ مورد مطالعه (منبع: نگارندگان) **شکل ۷. نقشهٔ کاربری اراضی منطقهٔ مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)**

دشت کویری مورد مطالعه میراثی از تغییرات محیطی در طی کواترنر و دوره‌های سرد است؛ به‌نحوی‌که با مطالعات انجام‌گرفته به‌نظر می‌رسد بستر دریاچه‌ای قدیمی است که در طی فازهای سرد فعال و از آب حاصل از ذوب زبانه‌های یخی بالادست، به‌ویژه حوضهٔ کرج، تغذیه می‌شده است. این دریاچه با اتمام فاز یخچالی و مگاسیلاب‌های ناشی از ذوب یخ یا فعالیت گسل‌های موجود در منطقه، فروپاشیده و گالی نسبتاً عمیقی در پایین‌دست خود به‌وجود آورده است (بیرامعلی، ۱۳۹۰: ۱۱۱). هم‌اکنون رودخانهٔ شور در این بستر جریان دارد و در نهایت به حوض سلطان ختم می‌شود. این رودخانه، با آنکه دائمی است، به دلیل کم‌آبی گاهی خشک می‌شود.

سیستم زهکشی رودخانهٔ شور به صورت شبکه‌ای طولی و نامتقارن است که آبراهه‌های تغذیه‌کنندهٔ آن از گنبدهای نمکی بالادست رود جریان می‌یابد. این آبراهه‌ها، به واسطهٔ بسترهای سست و ریزدانهٔ خود، مخروط‌افکنه‌های متعددی در پای گنبدها به‌وجود آورده‌اند. همچنین، وجود یک آبراههٔ بسیار شور در پای بخشی از گنبدهای نمکی پلیگون‌های نمکی بزرگ و شاخصی را همراه دریاچهٔ نمک در شمال دشت به‌وجود آورده است. تپه‌های باستانی کشف‌شده و شناخته‌شده‌ای نیز در دشت وجود دارد که به ثبت سازمان میراث فرهنگی کشور رسیده است.

تپه‌های رنگین‌کمانی شمال شهرستان اشتهارد یکی از قابل توجه‌ترین چشم‌اندازهای موجود در منطقه و همچنین در سطح استان البرز به‌شمار می‌رود. این تپه‌های دیاپیری از رسوباتی پوشیده شده‌اند که در میان فعالان ژئوتوریستی به رسوبات رنگین‌کمانی موسوم‌اند. در حال حاضر، از این تپه‌ها به‌منزلهٔ چراگاه استفاده می‌شود. وجود یک دریاچهٔ فصلی در بین رشته تپه‌های رنگی، غار نمکی، و دو چشمهٔ آب شور و آب شیرین از ویژگی‌های ژئودایورسیتی تپه‌های رنگی است. همچنین، تپه‌های مارنی موجود در شمال غربی کویر اشتهارد چشم‌انداز دیگری از منطقهٔ G1 است. طی مشاهدات میدانی، خانه‌های سنگی قدیمی واقع در این تپه‌ها به صورت رشته‌ای به شکل غارهایی در دل رسوبات مارنی سخت‌شده به‌وجود آمده‌اند.

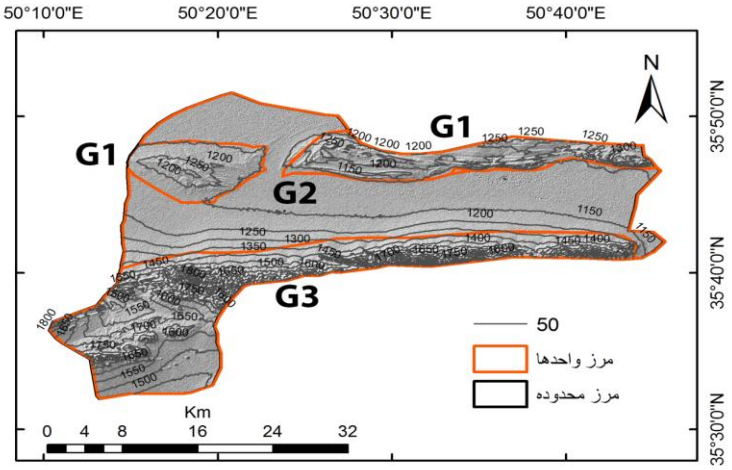
جنوب شهرستان اشتهارد کاملاً با رشته‌کوه‌های جارو و تاوره احاطه شده است؛ حداکثر ارتفاع این کوه‌ها حدود ۲۰۰۰ متر از سطح دریاهای آزاد است. روستای جارو، روستایی سرسبز در کویر اشتهارد، در پای کوه‌های جارو قرار گرفته است. آنچه این منطقه را از مناطق G1 و G2 متمایز می‌کند چشمه‌های متعدد و نیز سنگ‌های متنوع آتشفشانی است که تمام منطقه را تحت حاکمیت خود قرار داده است. سنگ‌های آندزیت، ریولیت، گرانیت، و ریوداسیتی عمده‌ترین سنگ‌های تشکیل‌دهندهٔ این منطقه به‌شمار می‌رود.

جدول ۱. ویژگی‌های منطقهٔ G1، G2، و G3 در منطقهٔ مورد مطالعه

منطقه	پارامترهای ژئودایورسیتی	توضیحات
G1	موقعیت جغرافیایی	′81 °35-′74 °35 و ′74 °50-′24 °50
	توپوگرافی مساحت، ارتفاع	مساحت: ۱۶۳٫۸ کیلومتر مربع؛ کمترین ارتفاع: ۱۱۳۲ متر؛ بیشترین ارتفاع: ۱۳۳۱ متر؛ ارتفاع متوسط: ۱۱۶۴ متر؛
	زمین‌شناسی سنگ‌شناسی، گسل	رسوبات پادگانه‌ای و مخروط‌افکنه‌ای پایین‌دست کواترنری؛ رسوبات پادگانه‌ای و مخروط‌افکنه‌ای بالادست کواترنری؛ پوشش رسی مربوط به کواترنر؛ مارن قرمز، مارن گچی، ماسه‌سنگ، کنگلومرا مربوط به کواترنر (سازند قرمز بالایی)؛ مارن، ماسه‌سنگ آهکی، سنگ آهک و ماسه مربوط به میوسن؛ مارن گچی مربوط به میوسن. دارای سه گسل: گسل شرقی– غربی به طول تقریبی ۳۹ کیلومتر؛ بخشی از یک گسل جنوب‌شرقی– شمال‌غربی به طول ۸ کیلومتر؛ گسل کوچک با جهت شمال شرق به جنوب غرب به طول تقریبی ۱٫۵ کیلومتر.
	ژئومورفولوژی لندفرم‌ها	تپه‌های رنگی؛ تپه‌های مارنی؛ دریاچهٔ فصلی؛ غار نمکی؛ چشمه؛ خانه‌های سنگی.
	هیدرولوژی آب‌های سطحی و زیرزمینی	دریاچه فصلی کم‌عمق با متوسط مساحت ۱۵ کیلومتر مربع؛ رودخانه‌های غیرفعال؛ دارای دو چشمهٔ فعال قابل ملاحظه با آب شیرین و آب شور.
	خاک‌شناسی پراکندگی نوع خاک	خاک‌های شور در بخش وسیعی از منطقه؛ خاک‌های لیتوسول نیمه‌مرطوب در جنوب تپه‌های رنگی؛ خاک‌های آبرفتی غیرنمکی در شرق.
G2	موقعیت جغرافیایی	′85 °35-′67 °35 و ′76 °50-′24 °50
	توپوگرافی مساحت، ارتفاع	مساحت: ۴۲۳٫۹ کیلومتر مربع؛ کمترین ارتفاع: ۱۰۸۰ متر؛ بیشترین ارتفاع: ۱۳۷۶ متر؛ ارتفاع متوسط: ۱۲۲۸ متر؛
	زمین‌شناسی سنگ‌شناسی، گسل	رسوبات پادگانه‌ای و مخروط‌افکنه‌ای پایین‌دست کواترنری؛ رسوبات پادگانه‌ای و مخروط‌افکنه‌ای بالادست کواترنری؛ پوشش رسی مربوط به کواترنر؛ مارن قرمز، مارن گچی، ماسه‌سنگ، کنگلومرا مربوط به کواترنر (سازند قرمز بالایی)؛ مارن، ماسه‌سنگ آهکی، سنگ آهک و ماسه مربوط به میوسن؛ مارن گچی مربوط به میوسن. دارای چهار گسل: گسل شرقی– غربی به طول تقریبی ۳۹ کیلومتر؛ بخشی از یک گسل جنوب‌شرقی– شمال‌غربی به طول ۸ کیلومتر؛ دو گسل کوچک با جهت جنوب‌شرق– شمال‌غرب و شمال‌شرق به جنوب‌غرب به طول تقریبی ۱٫۵ کیلومتر.
	ژئومورفولوژی لندفرم‌ها	کویر قارپوزآباد؛ پدیمنت؛ مخروط‌افکنه‌های پی‌درپی؛ بسترهای اصلی و فرعی رودخانه‌ای؛ شبکهٔ زهکشی طولی نامتقارن؛ پولیگون‌های نمکی؛ دریاچهٔ نمک؛ زمین زراعی.
	هیدرولوژی آب‌های سطحی و زیرزمینی	رودخانهٔ شور با طول حدود ۵۶ کیلومتر که آبراهه‌های تغذیه‌کنندهٔ آن از تپه‌های بالادست و از منطقهٔ G1 وارد رودخانهٔ اصلی می‌شوند؛ دریاچهٔ نمک در جنوب تپه‌های رنگی.
	خاک‌شناسی پراکندگی نوع خاک	خاک‌های شور در بخش وسیعی از منطقه؛ خاک‌های لیتوسول نیمه‌مرطوب در حد فاصل G1 و G2؛ خاک‌های آبرفتی غیرنمکی در شرق.
G3	موقعیت جغرافیایی	′71 °35-′53 °35 و ′73 °50-′17 °50
	توپوگرافی مساحت، ارتفاع	مساحت: ۳۰۲٫۶ کیلومتر مربع؛ کمترین ارتفاع: ۱۱۸۷ متر؛ بیشترین ارتفاع: ۲۰۸۰متر؛ ارتفاع متوسط: ۱۵۲۳ متر؛
	زمین‌شناسی سنگ‌شناسی، گسل	رسوبات پادگانه‌ای و مخروط‌افکنه‌ای پایین‌دست کواترنری؛ رسوبات پادگانه‌ای و مخروط‌افکنه‌ای بالادست کواترنری؛ توف‌های ریولیتی و ریوداسیتی مربوط به الیگوسن؛ رسوبات آتشفشانی آندزیتی مربوط به ائوسن میانی؛ گرانیت الیگوسن؛ رسوبات ولکانیکی ریولیتی و ریوداسیتی مربوط به ائوسن؛ گرانیت و دیوریت مربوط به الیگوسن؛ جریان لاوای آندزیتی مربوط به الیگوسن– میوسن. دارای گسل‌های متعدد و متقاطع به‌ویژه در بخش جنوب غربی با طول متوسط ۶ کیلومتر.
	ژئومورفولوژی لندفرم‌ها	کوهستان با جهت شرقی– غربی؛ دشت‌سر؛ پیشانی گسل و بخش فرورو؛ تنوع رسوبات آتشفشانی؛ روستای جارو، غار جارو
	هیدرولوژی آب‌های سطحی و زیرزمینی	فاقد شبکهٔ آب‌های سطحی؛ دارای قنات‌های آبدار متعدد مانند قنات مختارآباد و چشمه‌های فعال که بیشتر به مصرف صنعتی می‌رسند.
	خاک‌شناسی پراکندگی نوع خاک	خاک‌های استپی قهوه‌ای در نیمهٔ شمالی؛ خاک‌های لیتوسول نیمه‌مرطوب در نیمهٔ جنوبی منطقه.

زمان تشکیل سنگ‌های آتشفشانی جنوب منطقه و نیز کل شهرستان اشتهارد دوران سوم زمین‌شناسی یا سنوزوئیک است. با توجه به اینکه گسل‌های منطقهٔ کرج گسل‌های کواترنری‌اند (بربریان، ۱۹۷۶: ۱۸۶) و سنِ سنگ‌های تشکیل‌دهندهٔ منطقهٔ اشتهارد نیز مربوط به سنوزوئیک است، شاید بتوان گفت که گنبدهای نمکی شمال منطقه و سنگ‌شناسی جنوب آن در تحرکات گسلی دوران سوم ریشه دارد. بنابراین، منطقهٔ مورد مطالعه، در طی دوران سوم، رخدادهای زمین‌شناسی قابل توجهی را تجربه کرده است.

در مطالعات ژئودایورسیتی، پس از بررسی تنوع زمینی هر منطقه، عناصر به وسیلهٔ اعداد یکپارچه‌سازی و کمّی و سرانجام در معادله وارد می‌شوند. به وسیلهٔ داده‌های عددی، می‌توان مقایسهٔ قابل قبول‌تر و مشخص‌تری برای مناطق G1، G2، و G3 ارائه کرد. شاخص (*R*) با استفاده از روش وضعیت نسبی توپوگرافی در *GIS* محاسبه و در رابطهٔ ۱ قرار داده شد. بیشترین میزان *(R)* مربوط به واحد *G1* با مقدار ۰٫۴۷۴۵ به‌دست آمد.

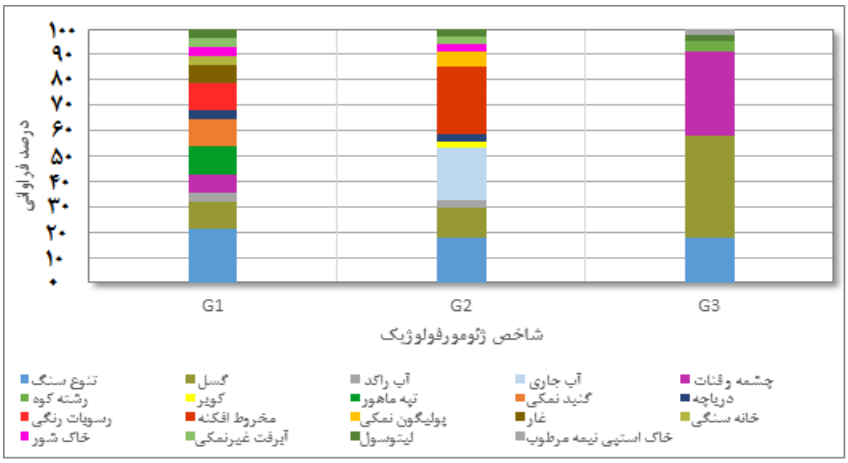


شکل ۸. موقعیت واحدهای مرزبندی‌شده در نقشهٔ توپوگرافی منطقهٔ مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)

جدول ۲ فراوانی شاخص‌های مورد بررسی در این پژوهش شامل زمین‌شناسی (سنگ‌شناسی، گسل، و تاریخ زمین‌شناسی)، هیدروگرافی (آب‌های سطحی و زیرزمینی)، ژئومورفولوژی (لندفرم‌ها و فرایندها)، و خاک‌شناسی (پراکندگی نوع خاک) یا به عبارت دیگر تعداد عناصر غیرزندهٔ هر یک از واحدهای ژئومورفیک (Eg) را نشان می‌دهد. همان‌طورکه در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بیشترین عناصر غیرزنده با تعداد ۶۰ عنصر در G3 است و کمترین تعداد را منطقهٔ G1 با رقم ۳۰ عنصر داراست. این به معنای ارزش پایین‌تر محدودهٔ G1، که معرف تپه‌های شمالی منطقه است، نیست، بلکه این محدوده یکی از شاخص‌ترین فرم‌های شناخته‌شده را، که همان دیاپیرها، رسوبات رنگی، و خانه‌های سنگی برجای‌مانده در این تپه‌هاست، داراست. همچنین، چشمه‌های آب شور و شیرین موجود در این تپه‌ها قابل تأمل است؛ اما به دلیل تعداد کمتر هر یک از عناصر غیرزنده، نسبت به دو واحد دیگر، میزان Eg در واحد اخیر کاهش می‌یابد. شکل ۹ نمودار ستونی درصد فراوانی شاخص‌ها و عناصر غیرزنده را در واحدهای تعیین‌شده نشان می‌دهد. سرانجام، با درنظرگرفتن مساحت هر یک از واحدها، شاخص ژئودایورسیتی محاسبه شد. جدول ۳ اولویت‌بندی واحدهای G1 و G2 و G3 را از نظر هریک از شاخص‌های مطالعه‌شده نشان می‌دهد. چنان‌که از جدول‌های ۲ و ۳ استنباط می‌شود، بیشترین شاخص ژئودایورسیتی با میزان ۴٫۷۱۶ در G3 یعنی کوهستان جنوبی منطقهٔ اشتهارد مشاهده می‌شود. G2 (کویر داخلی) و G1 (تپه‌های شمالی) به‌ترتیب در اولویت دوم و سوم قرار دارند.

جدول ۲. تنوع زمینی واحدهای ژئومورفیک و ارزش ژئودایورسیتی هر یک از واحدها

واحدهای ژئومورفیک		پارامترهای ژئودایورسیتی G1	G2	G3
زمین‌شناسی	تنوع سنگ‌شناسی	۶	۶	۸
	گسل	۳	۴	۱۸
	تنوع زمین‌شناسی	۹	۱۰	۲۶
هیدرولوژی	آب راکد	۱	۱	۰
	آب جاری	۰	۷	۰
	چشمه و قنات آبدار	۲	۰	۱۵
	تنوع هیدرولوژی	۳	۸	۱۵
نوع خاک	خاک شور	۱	۱	۰
	خاک آبرفتی غیرنمکی	۱	۱	۰
	لیتوسول	۱	۱	۱
	استپی نیمه‌مرطوب	۰	۰	۱
	تنوع خاک‌شناسی	۳	۳	۲
ژئومورفولوژی	رشته‌کوه	۰	۰	۲
	کویر	۰	۱	۰
	رشته تپهٔ ماهور	۳	۰	۰
	رشته گنبدهای نمکی	۳	۰	۰
	شبکهٔ رودخانه‌ای	۰	۷	۰
	دریاچه	۱	۱	۰
	چشمه و قنات آبدار	۲	۰	۱۵
	تنوع رسوبات رنگی	۳	۰	۰
	مخروط‌افکنه	۰	۹	۰
	پولیگن نمکی	۰	۲	۰
	غار	۲	۰	۱
	رشته خانه‌های سنگی	۱	۰	۰
	تنوع ژئومورفولوژی	۱۵	۲۰	۱۷
Ln		۵٫۰۹۸	۶٫۰۴۹	۵٫۷۱۲
R		۰٫۴۷۴	۰٫۴۷	۰٫۴۴۹
شاخص ژئودایورسیتی		۲٫۷۹۱	۳٫۱۸۸	۴٫۷۱۶

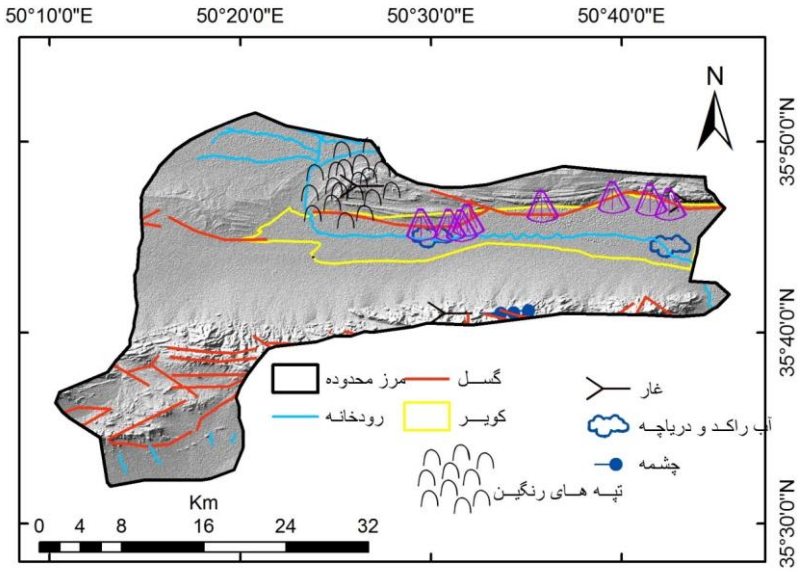


شکل ۹. نمودار درصد فراوانی عناصر ژئودایورسیتی در واحدهای ژئومورفیک منطقهٔ مطالعاتی

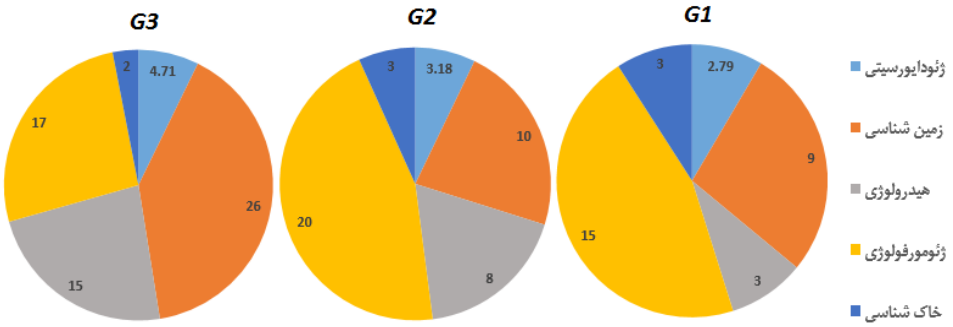
افزایش میزان ژئودایورسیتی G3 نسبت به دو واحد دیگر مشخصاً به دلیل اختلاف زیاد دو فاکتور هیدرولوژی (تعداد چشمه‌ها و قنات‌ها) و نیز تنوع بالای سنگ‌شناسی این واحد است. G3 متشکل از سنگ‌های متنوع آتشفشانی و آذرینی است که یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مشخص‌کننده و بی‌رقیب این واحد نسبت به دو واحد دیگر است. پس از آن، G2 با ژئودایورسیتی ۳٫۱۸۸ در رتبهٔ دوم قرار دارد که مهم‌ترین ویژگی این واحد و وجه تمایز آن از واحدهای ژئومورفیک دیگر تنوع زیاد پارامترهای ژئومورفولوژیکی و دارابودن آب‌های سطحی دائمی و فصلی قابل ملاحظه است که مهم‌ترین آن رودخانهٔ شور است. نمودار درصد فراوانی به‌خوبی این واقعیت را روشن می‌کند که ژئودایورسیتی محدودهٔ G1، با وجود تنوع بسیار زیاد عناصر مورد مطالعه، به دلیل اینکه این عناصر از تعداد قابل توجهی در مقایسه با G2 و G3 برخوردار نیست، دارای کمترین میزان و برابر با ۲٫۷۹۱ است (شکل ۱۰). شکل ۱۱ نمودار مقایسهٔ واحدهای G1، G2، و G3 را از نظر پارامترهای زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، و در نهایت ژئودایورسیتی نشان می‌دهد.

جدول ۳. رتبه‌بندی واحدهای ژئومورفیک از نظر شاخص‌های مورد مطالعه

شاخص‌های مطالعاتی	رتبه‌بندی واحدها بر اساس شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده		
	G1	G2	G3
زمین‌شناسی	۳	۲	۱
هیدرولوژی	۳	۲	۱
ژئومورفولوژی	۳	۱	۲
خاک‌شناسی	۱	۱	۲
ژئودایورسیتی	۳	۲	۱



شکل ۱۰. موقعیت عوارض در نقشهٔ محدودهٔ مورد مطالعه (منبع: نگارندگان)



شکل ۱۱. نمودار مقایسهٔ واحدهای ژئومورفولوژیکی از نظر پارامترهای مورد بررسی

در شکل‌های ۱۲ تا ۱۹ تنوعی از اَشکال طبیعی شناسایی‌شده در بازدید میدانی درج شده است:

شکل ۱۲. گنبدهای نمکی در منطقهٔ G1

شکل ۱۳. غار نمکی در منطقهٔ G1

شکل ۱۴. دریاچهٔ فصلی در منطقهٔ G1

شکل ۱۵. خانه‌های سنگی در منطقهٔ G1

شکل ۱۶. پلیگون نمکی در منطقهٔ G2

شکل ۱۷. چشمهٔ آب شور در منطقهٔ G2

شکل ۱۸. رود شور در منطقهٔ G2

شکل ۱۹. کوه جارو در منطقهٔ G3

یکی از مهم‌ترین مفاهیمی که در ژئودایورسیتی به آن توجه می‌شود مفهوم حفاظت[1] است. حفاظت به این معنی است که نه‌تنها عناصر زمینی موجود باید از گزند محفوظ داشته شوند، بلکه باید تلاش شود تا گوناگونی یا به عبارت دیگر ژئودایورسیتی منطقه نیز حفظ شود. امروزه، عناصر ارزشمند موجود در سیارهٔ زمین، به دلیل جوامع پیچیدهٔ شهری، افزایش جمعیت، و همچنین صنعت توریسم و ژئوتوریسم، به‌منزلهٔ صنعتی مهم و رو به توسعه در اغلب کشورها به‌شدت در معرض آسیب قرار گرفته است. این تهدیدها شامل سدها و انحراف رودخانه‌ها، آلودگی منابع آب، حفاری‌های زمین گرمایی، آلودگی هوا، آلودگی صوتی، اثرهای شهرنشینی، تعداد بیش از حد خودروها، تأثیرات منفی بازدیدکننده‌ها، فقدان علم و آگاهی و سایر موارد مانند شکار غیرقانونی و فعالیت‌های تفریحی نامناسب است.

بحث و نتیجه‌گیری

سازگاری با تغییرات محیط برای داشتن آینده‌ای پایدارتر به رهیافت‌های یکپارچه‌تری در رابطه با ژئودایورسیتی، بیودایورسیتی، و حفاظت و مدیریت چشم‌انداز نیاز دارد (گری و همکاران، ۲۰۱۳). با انجام‌دادنِ مطالعات تخصصی‌تر ارتباط عمیق‌تر ژئودایورسیتی و حفاظت از زمین مشخص می‌شود. درک موفق این مباحث حیاتی به همکاری‌های عمیق‌تر در حوضه‌های علوم زمین و انجمن‌های حفاظتی و سایر بخش‌های طبیعت، سیاست‌گذاران، و برنامه‌ریزان نیاز دارد.

کاربرد مفهوم تنوع زمینی لزوماً به کمّی‌سازی ژئودایورسیتی و همراه‌نمودن آن با بیودایورسیتی نیاز دارد تا برای برآورد تنوع طبیعی مورد استفاده قرار گیرد. با اینکه رهیافت‌های اندکی وجود دارد، تفاوت در مقیاس و سطح توسعهٔ آن‌ها مقایسه و ارزیابی مستقیم را مشکل می‌کند (سرانو و روئیز فلانو، ۲۰۰۷). مطالعهٔ کمّی ژئودایورسیتی روشی نوین است که ما را به درک و شناخت ساختار پدیده‌های زمینی، پراکنش آن‌ها، و رابطهٔ این پدیده‌ها با چشم‌انداز منطقه رهنمون می‌کند. برآورد ژئودایورسیتی درواقع تلاشی نوپاست برای آگاهی کمّی و کیفی از مؤلفه‌های غیرزندهٔ محیطی و مقایسهٔ فراوانی، توازن و تنوع آن‌ها در چشم‌انداز. علوم زمین نقش مهمی در پُرکردن خلأهای دانش ما در رابطه با ارزیابی سیستم‌های طبیعی و ارائهٔ راهکار برای مسائل محیطی اقتصادی و اجتماعی دارد. به سبب تغییرات طبیعی و انسانی انجام‌گرفته در دهه‌های اخیر، کاربرد علوم زمین برای حفاظت از محیط امری ضروری به‌نظر می‌رسد.

هدف اصلی از مطالعهٔ ژئودایورسیتی منطقهٔ مورد مطالعه در این پژوهش ارائهٔ تصویری تأمل‌برانگیز از تنوع زمینی در وسعتی برابر با ۸۰۰ کیلومتر مربع است. اشتهارد منطقه‌ای نیمه‌کویری در جنوب استان البرز است و از تنوع بسیار زیاد

1. geoconservation

سنگ‌شناسی، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، و خاک‌شناسی برخوردار است که نه‌تنها منابع زمینی متعددی را پیش روی بازدیدکنندگان و جامعهٔ انسانی متشکل از شهرنشین و روستانشین و کوچنده[۱] قرار می‌دهد، بلکه جاذبهٔ ژئوتوریستی درخور توجهی نیز ارائه می‌دهد. این محدودهٔ مطالعاتی در طی فرایند تحقیق و با انجام‌دادنِ محاسبات کمّی و کیفی، ارزش ژئودایورسیتی بسیار زیادی را نشان می‌دهد. بیشترین میزان ژئودایورسیتی به دلیل تنوعِ زیاد زمین‌شناسی و تعداد چشمه‌ها و قنات‌ها در محدودهٔ G3 با رقمی معادل ۴٫۷ مشاهده شد. محدودهٔ G2 با وجود تنوعِ زیاد پدیده‌های ژئومورفولوژیکی، از ژئودایورسیتی کمتری نسبت به G3 برخوردار است، که دلیل این اختلاف خشونت بیشتر ناهمواری و مساحت زیاد محدودهٔ کوهستان است. محدودهٔ G1 به‌دلیل تعداد کمتر عناصر در رتبهٔ آخر قرار گرفته است.

اشتهارد، به دلیل قرارگیری در نزدیکی دو کلان‌شهر تهران و کرج، مستعد جمعیت‌پذیری بیش از حد ظرفیت از نظر اسکان است و متعاقباً منابع زمینی این شهرستان در معرض خطر قرار گرفته است. به‌ویژه شهرک صنعتی اشتهارد بر جمعیت‌پذیری و آلودگی منابع فوق افزوده است. تأثیرات انسانی ممکن است به آسیب‌رسانی یا نابودی منابع زمینی باارزش این منطقه مانند سنگ‌ها و مواد معدنی، تغییر چهرهٔ توپوگرافی، دستکاری فرایندهای طبیعی، کاهش قابل ملاحظهٔ سطح آب‌های زیرزمینی، نشست زمین، و سرانجام کاهش زیبایی‌شناسی چشم‌انداز منطقه منجر شود؛ به‌طوری‌که در مشاهدات میدانی از خانه‌های سنگی با تخریب بخشی از این معماری کهن مواجه شدیم؛ درحالی‌که هیچ گونه فعالیت حفاظتیِ مرتبط با این چشم‌انداز انجام نگرفته است. زباله‌های موجود در داخل این خانه‌ها حاکی از بی‌توجهی به نگه‌داری و حفاظت از آن‌هاست. مسئلهٔ عدم حفاظت و ایمنی در مورد سایر پدیده‌های مورد بررسی مانند غارها و رسوبات رنگین‌کمانی نیز مشاهده شد. لازم است با آگاهی به اهمیت پدیده‌های غیرزندهٔ منطقهٔ مورد مطالعه و بالابودن میزان ژئودایورسیتی، اقدامات حفاظتی کافی و قابل قبولی در زمینهٔ منابع زمینی ارزشمند منطقه انجام گیرد. همچنین، با توجه به موقعیت جغرافیایی این منطقه نسبت به شهرهای همجوار و جمعیت‌پذیری بسیار زیاد، برای سرمایه‌گذاری در صنعت ژئوتوریسم در سایهٔ اقدامات حفاظتی و امنیتی از منابع تلاش شود و ظرفیت‌های بالقوهٔ موجود به نحو مطلوبی به‌کار گرفته شود.

سپاسگزاری

نگارندگان از مؤسسهٔ طبیعت‌گردی البرز من به سبب تأمین شرایط لازم برای فراهم‌آوریِ بازدید میدانی از منطقهٔ مورد مطالعه و ارائهٔ راهنمایی‌های ارزنده سپاسگزاری می‌نمایند.

۱. عشایر کوچ‌نشین گلدره

منابع

باتجربه، م.؛ سپهر، ع. و زاده، س.ر. (۱۳۹۴). شناسایی و اولویت‌بندی مناطق با تنوع زمینی بالا با رویکرد گسترش ژئوتوریسم حسین پایدار(مطالعهٔ موردی شهرستان مشهد)، دومین همایش بین‌المللی و پنجمین همایش ملی گردشگری، جغرافیا و محیط زیست پایدار.

بیرامعلی، ف. (۱۳۹۰). کانون‌های یخ‌ساز رودخانهٔ کرج در کواترنر، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان.

تریکار، ژ. (۱۳۶۹). اشکال ناهمواری در نواحی خشک، ترجمهٔ مهدی صدیقی و محسن پورکرمانی، انتشارات آستان قدس رضوی.

حریریان، م. (۱۳۶۹). کلیات ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی.

رامشت، م.ح. و بیرامعلی، ف. (۱۳۹۳). نقش تغییرات اقلیمی فاز اقل در تحول ژئومورفولوژیکی حوضهٔ کرج، نشریهٔ پژوهش‌های جغرافیای کمّی، ۱: ۱-۱۹.

سپهر، ع. (۱۳۹۲). مخاطرات محیطی و تنوع زمینی، اولین همایش ملی انجمن ژئومورفولوژی: ژئومورفولوژی و زیستگاه انسان.

Argyriou, A.V.; Sarris, A. and Teeuw, R.M. (2016). Using geoinformatics and geomorphometrics to quantify the geodiversity of Crete, Greece, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 51: 47-59.

Batajrobe, M.; Sepehr, A. and Hoseinzade, S.R. (2015). Identify and prioritize areas with high geodiversity with a view to expanding the sustainable geotourism-case study: Mashhad, Second International Conference and the Fifth National Conference on Tourism, Geography and stable environment, (In Persian).

Berberian, M. (1976). Contribution to the Seism tectonics of Iran, Geological Survey of Iran, 39: 186.

Beiramali, F. (2015). The Karaj River Ice Fire fields in Quaternary, Master's thesis of geomorphology, Isfahan University, (In Persian).

Brilha, J. (2005). Geologic and geoconservation heritage: conservation of nature in its strand geological, Palimage Editors, Braga.

Brilha, J. (2016). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review, Geoheritage, 8: 119.

Bradbury, J. (2014). A keyed classification of natural geodiversity for land management and nature conservation purposes, Proceedings of the Geologists' Association, 125(3): 329-349.

Çetiner, Z.S.; Ertekin, C. and Yiğitbaş, E. (2017). Evaluating Scientific Value of Geodiversity for Natural Protected Sites: the Biga Peninsula, Northwestern Turkey, And Geoheritage, doi: 10.1007/s12371-017-0218-3.

Cope, M.A. (2016). Derbyshire geodiversity, historical geotourism and the ‘geocommercialisation’ of tourists: setting the context of the Castleton Blue John Stone industry, Proceedings of the Geologists' Association, 127(6): 738-746.

De Paula Silva, J.; Rodrigues, C. and Pereira, D.I. (2015). Mapping and Analysis of Geodiversity Indices in the Xingu River Basin, Amazonia, Brazil, Geoheritage, 7: 337.

Erikstad, L. (2013). Geoheritage and geodiversity management – the questions for tomorrow, proceeding of the Geologists Association, 124(4):713-719.

Gordon, J.E.; Barron, H.F.; Hansom, J.D. and Thomas, M.F. (2011). Engaging with geodiversity-why it matters, Proceeding of the Geologists Association, 123 (1): 1-6.

Gray, M. (2004). Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature, Wiley, Lenders.

Gray, M. (2005). Geodiversity & Geoconservation, the George Wright Forum, 22(3): 6.

Gray, M. (2008). Geodiversity: a new paradigm for valuing and conserving geoheritage, Ser Geosci Can, 35(2):51-59.

Gray, M.; Gordon, J. and Brown, E. (2013). Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management, Proceedings of the Geologists' Association, 124(4): 659-673.

Haririan, M. (1990). General Geomorphology, Islamic Azad University, (In Persian).

Koh, Y.; Oh, K.; Youn, S. and Kim, H. (2014). Geodiversity and geotourism utilization of islands: Gwanmae Island of South Korea, Journal of Marine and Island Cultures, 3(2):106-112.

Manosso, F. and Nóbrega, M.T. (2015). Calculation of Geodiversity from Landscape Units of the Cadeado Range Region in Paraná, Brazil, The European Association for Conservation of the Geological Heritage, DOI 10.1007/s12371-015-0152-1.

Pellitero R.; Manosso F.C. and Serrano E. (2015). Mid- and large-scalegeodiversity calculation in Fuentes Carrionas (NW Spain) and Serra do Cadeado (Paraná, Brazil): methodology and application for land management, Geografiska Annaler, 97(2):219-235.

Ramesht, M. H. and Beiramali, F. (2014). The role of climate changes in geomorphological evolution of Karaj basin, Quantitative Geomorphology researches, (In Persian).

Ruban, D. (2010). Quantification of geodiversity and its loss, proceeding of the Geologists Association, 121(3): 326-333.

Ruban, D. (2017). Geodiversity as a precious national resource: A note on the role of geoparks, Resources Policy, 53: 103-108.

Sepehr, A. (2013). Environmental hazards and Geodiversity. The first of National Conference on Geomorphology and human environment, (In Persian).

Serrano, E. and Ruiz-Flaño, P. (2007). Geodiversity, A theoretical and applied concept, Geographical Helvetica, 62: 1-8.

Serrano E.; Ruiz-Flaño P. and Arroyo, P. (2009). Geodiversity assessment in a rural landscape: Tiermes-Caracena.

Serrano, E. and González Trueba, J.J. (2011). Environmental education and landscape leisure. Geotourist map and geomorphosites in the Picos de Europa National Park, Geo Journal of Tourism and Geosites, 8(2): 295-308.

Stupariu, I.; Stupariu, A.; Stoicescu, I.; Peringer, A.; Buttler, A. and Fürst, C. (2017). Integrating geo-biodiversity features in the analysis of landscape patterns, Ecological Indicators, 80: 363-375.

Trikar, J. (1990). Landforms in arid areas, Translate by Sedighi, M., Poorkermani, M., Published by Astane Ghods, (In Persian).

Zwoliński, Z. and Stachowiak, J. (2012). Geodiversity map of the Tatra National Park for geotourism, Questions Geographicae, 31(1): 99-107.