

## تحلیل مقایسه‌ای ژئودایورسیتی (تنوع زمین‌شناختی) در حوضه‌های شمال غربی استان فارس

لیلا گلی مختاری\* - استادیار ژئومورفولوژی گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه حکیم سبزواری  
سعید نگهبان - استادیار ژئومورفولوژی گروه جغرافیا، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز  
نجمه شفیعی - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه حکیم سبزواری

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۲/۰۵      تأیید نهایی: ۱۳۹۷/۱۱/۰۹

### چکیده

ژئودایورسیتی (تنوع زمین‌شناختی) یک ویژگی چشم‌انداز مربوط به ناهمگونی خواص فیزیکی سطح زمین است. همانگونه که در طبیعت و در میان موجودات زنده (گیاه و جانور) گوناگونی و تنوع (بیودایورسیتی) به چشم می‌خورد، در پدیده‌ها و عوارض زمین‌شناختی نیز گوناگونی و تنوع (ژئودایورسیتی) فراوانی وجود دارد. با توجه به این که این گوناگونی در کشوری مانند ایران که در یک نقطه‌ی پیچیده و پر تنش از دیدگاه فرآیندها و رویدادهای زمین‌شناختی قرار دارد، میزان بالایی دارد، این پژوهش با هدف تحلیل مقایسه‌ای ژئودایورسیتی ۳ حوضه در زیرحوضه‌های هندیشان جراحی، واقع در جنوب غرب ایران در شمال غرب استان فارس شکل گرفت. روش پژوهش مبتنی بر روش‌های تحلیلی و توصیفی است و پس از تهیه لایه‌های مورفومتریک به روش (TPI)، مورفوکلیماتیک و زمین‌شناسی و محاسبه شاخص‌های تنوع و غنا برای هر گروه این لایه‌ها تلفیق شدند و نقشه نهایی برای محاسبه شاخص پنجگانه ژئودایورسیتی که شامل تراکم ناهمواری هر قطعه (PRD) ضریب ناهمواری سیمپسون (SIEI)، ضریب ناهمواری شانون (SHEI)، ضریب دایورسیتی شانون (SHDI)، ضریب دایورسیتی سیمپسون (SIDI) و تراکم ناهمواری‌ها آماده شد. نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌ها نشان داد که در فاکتور زمین‌شناسی حوضه فهلیان به دلیل تنوع و توسعه سازند بیشترین ارزش را در شاخص‌ها به خود اختصاص داده اما در فاکتورهای مورفومتریک و لایه نهایی بالاترین ارزش مربوط به حوضه نورآباد است که به دلیل داشتن بالاترین میزان شیب، ارتفاع، زبری و درجه انحنا و همچنین وجود اقلیمی مرطوب در بخش‌های جنوبی آن سبب توسعه اشکال متنوع در منطقه شده است.

واژگان کلیدی: ژئودایورسیتی، ضریب شانون، ضریب سیمسون، تراکم ناهمواری حوضه‌های شمال غرب استان فارس.

## مقدمه

واژه ژئودایورستی معادل با تنوع زمین ریخت شناسی است وقتی سخن از تنوع زمین شناسی است طبق مفاهیم جهانی تنوع زمین شناسی و تنوع ژئومورفولوژیک را در بر می‌گیرد و ما به اختصار آن را تنوع زمین شناختی می‌نامیم و شامل انواع مختلفی از جمله تنوع زمین شناسی، کانی شناسی، چینه شناسی، سنگ شناسی، رسوب شناسی و... می‌باشد (قنواتی و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین با رویکرد جدید جهانی به ژئودایورستی حفاظت از ژئودایورستی در قالب حفظ طبیعت بی جان با ظهور رشته علمی ژئوکانسرویشن در جهان (۲۰۰۸) مطرح شده است که بدون وجود تنوع زمین شناختی حفاظت از آن به نام ژئوکانسرویشن نیز بی معنا خواهد بود. منابع طبیعی، از قبیل سنگ‌های ساختمانی، شن دانه ها، مواد و معادن، گاز طبیعی، نفت و آب‌های زیرزمینی را در اختیار انسان قرار می‌دهد؛ اساس زمین‌های کشاورزی و خاک‌های حاصلخیز را شکل می‌دهد؛ بر مکان زندگی ما اثر می‌گذارد؛ چشم اندازه‌های ارزشمند و خاص اطرافمان را افزایش می‌دهد؛ یک آرشیو بی نظیر از اقلیم و شرایط محیطی گذشته همچنین میراث فرهنگی غنی و تاریخ استخراج منابع بدون ژئودایورستی، بیودایورستی وجود ندارد (بریلها<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵).

در این میان، ضرورت جذب توریسم به ایران با این وسعت منطقه ای و پتانسیل‌های فراوانی که وجود دارد، برای ایجاد درآمد و شغل و توسعه‌ی پایدار احساس می‌شود (قدیر زاده، ۱۳۸۶). از دیگر سو کشور ایران به لحاظ پدیده‌های منحصر به فرد زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی در زمره غنی‌ترین کشورهای جهان به شمار می‌رود و پتانسیل عالی بالقوه ای برای دستیابی به توسعه پایدار از این طریق دارد. طبق پیش بینی‌ها ۵۰ منطقه بالقوه برای شناسایی، تاسیس، بهره برداری گردشگری، آموزشی و پایدار در ایران برای ثبت ژئوپارک جهانی وجود دارد (نکویی صدری، ۱۳۹۰). گری<sup>۲</sup> در سال (۲۰۰۴) معتقد است که تنوع زمین شناختی می‌باید به دو دلیل محافظت گردد؛ اول اینکه، تنوع زمین شناختی ارزشمند است و ارزش‌گذاری آن به طرق زیادی صورت می‌گیرد؛ و دوم اینکه، این تنوع توسط فعالیت‌های مختلف و در حد کلان بشری مورد تهدید قرار گرفته است. این محافظت‌ها، می‌تواند ابزار سنجش و تمایز مردم و جامعه متمدن امروزی باشد که طبیعتا باید خواستار محافظت از جاذبه‌های زمین شناختی باشند. چرا که این جاذبه‌ها هم ارزشمندند و هم مورد تهدیدند. طبق نظر گری (۲۰۰۵) تنوع زمین شناختی، طیفی از عوارض زمین‌شناسی (سنگ ها، کانی ها، فسیل ها)، ژئومورفیک (لندفرم ها، فرایندها) و خاک را در بر می‌گیرد و شامل انباشتگی، ارتباط، خواص، تفاسیر و سیستم های آنهاست. داوولینگ و نیوسام<sup>۳</sup> (۲۰۰۶) مفاهیم و معیارهای تئوریک ژئوتوریسم را در مطالعات خود مورد بررسی قرار داده و در بررسی های خود نشان داده اند که بسیاری از شاخص های فرهنگی - اجتماعی - محیطی در مناطق جاذب توریست باید مورد شناسایی قرار گیرند مارتینز و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۸) زمین شناسی را به عنوان یک تنوع طبیعی از لحاظ تعداد، توزیع و فرکانس عناصر و فرآیندهای زمین شناختی نظر می‌گیرند و تنوع زیستی مانند تنوع زمین شناسی نیست بلکه به محل یا منطقه وابسته است. بروسی و سندررو<sup>۵</sup> (۲۰۰۹) تعریف متفاوتی ارائه داده اند که عبارت است از مجموع اجزای پوسته زمین شامل (سنگ ها، ساختارهای زمین‌شناسی، کانی ها، فسیل ها، نهشته های سطحی، واحد های ژئومورفیک و فرایندهای فعال) که مصالح خدمات مفیدی را در اختیار مردم می‌گذارد. رامون پیلیترو و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۰)، به ارزیابی کاربردی ژئودایورستی و ژئومورفوسایت به

<sup>۱</sup> -Brelha

<sup>۲</sup> -Gery

<sup>۳</sup> - Davoling and Nesam

<sup>۴</sup> Martinz and ets

<sup>۵</sup> - Jastiana MArvona

<sup>۶</sup> -Ramon Pletro

منظور نواحی طبیعی حفاظت شده پرداختند که جنبه های ابیوتیک را در ارزیابی و حفاظت از مناطق با تنوع طبیعی مورد توجه قرار دادند. لورا کامانسکو الکساندر ندلا<sup>۱</sup> (۲۰۱۲)، با استفاده از فرمول  $Gd = Eg/S$  که بر گرفته از سرانو و رویز فلانو (۲۰۰۷) و رینارد (۲۰۰۸) می باشد به محاسبه تنوع ژئولوژی در ژئوپارک بوزالی کانتی رومانی پرداخته اند و با استفاده از این تنوع ها کارکرد ژئوپارک را بیان نموده اند. فاسولاس و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی روش کمی ارزیابی ژئوسایت ها، که در مدیریت پایدار و حفاظت از میراث زمین شناسی منطقه به کار می رود، ارائه شده است. این مقاله بر روی توسعه شاخص های خاص لازم برای تعیین مقادیر بر مبنای عددی مربوط به اهمیت توریستی و آموزشی ژئوسایت و ضرورت حفاظت از آنها متمرکز شده است.

گری (۲۰۱۳) تنوع زمین شناختی عبارت است از: طیف طبیعی (تنوع) عوارض زمین شناسی (سنگها، کانی ها، سنگواره ها)، عوارض زمین شکل شناسی (لندفرمها، توپوگرافی، فرایند های فیزیکی)، خاک و عوارض هیدرولوژیکی و شامل انباشتگی های آنها، ساختارها، سامانه ها و سهم آنها در چشم اندازها می باشد. جاستینا وارونا<sup>۲</sup> (۲۰۱۴)، ۷۶ ژئوسایت را در ژئوپارک رودخانه ویستولا<sup>۳</sup> در لهستان با ۱۸ معیار ارزیابی بررسی می کند و در نهایت گروه های ارزیابی مشابه را دسته بندی می نماید. بریلها (۲۰۱۵) در مقاله خود به بررسی نقاط ضعف و قوت ارزیابی ها پرداخته و یک معیار برای ارزیابی ژئوسایت ها و ژئودایورسیتی بیان کرده و کوبالی کوا و کریشنر<sup>۴</sup> (۲۰۱۵) به ارزیابی ژئومورفوسایت ها در هایلند کشور چک<sup>۵</sup> پرداخته و فرصت ها و نقاط ضعف و توانایی های ژئومورفوسایت ها را بررسی نموده است.

یزدی و دبیری (۱۳۹۴) به بررسی درآمدی بر ژئودایورسیتی به عنوان پایه ای برای ژئوتوریسم، پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در ژئودایورسیتی ارزش ها از جمله ارزش های ذاتی فرهنگی زیبا شناسانه اقتصادی عملکردی و ..... هم چنین تهدیدهای این حوزه از قبیل تراکم شهرنشینی مجاور ژئوسایت ها ازدحام بازدید کننده ها کمبود آگاهی و توجه ویژه نمود همچنین مدیریت در ژئوتوریسم ژئوپارک ها و فعالیت های تفریحی مرتبط می بایست متناسب با تنوع زمین شناختی تنظیم و اجرا گردد. سایر مطالعات انجام شده در داخل از جمله شایان (۱۳۹۵) انصاری فر و همکاران (۱۳۹۲) بیشتر به صورت توصیفی بر اهمیت تنوع زیستی در مناطق مورد مطالعه اشاره دارند و سابقه ای از پژوهش های کمی در این رابطه در دسترس نمی باشد. با توجه به اهمیت تنوع زیستی هم به لحاظ زیبایی بصری و ژئودایورسیتی زمینه برای گسترش مراکز توریستی برای جذب گردشگر به این مناطق فراهم می آورد شناخت تنوع زمینی در جهت برنامه ریزی برای حفاظت از منابع و ارتقا سطح فعالیت های مربوط به ژئوتوریسم اهمیت دارد و هم از لحاظ ایجاد امکانات و پتانسیل انجام طیف وسیعی از فعالیت ها به نظر می رسد بررسی تنوع زیستی گام اول در حفظ و استفاده بهینه از این استعداد طبیعی باشد.

هدف از این پژوهش شناسایی مکان های بسیار بکر طبیعی از لحاظ ژئودایورسیتی جهت توسعه فضاهای گردشگری، جذب توریسم، توسعه زیست بوم ها

#### محدوده مورد مطالعه

در این پژوهش به منظور بررسی ژئودایورسیتی سه حوضه فهلیان و نورآباد و رستم که در جنوب ایران، شمال غرب استان فارس و بخش های مرکزی و شرقی شهرستان نورآباد ممسنی و رستم واقع شده اند را در برمی گیرد که این حوضه ها

<sup>۱</sup> - lora.comanasco, Elksander

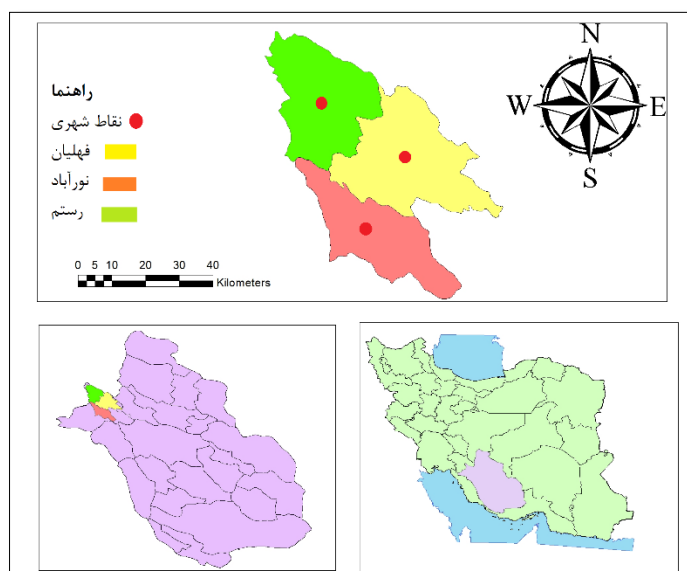
<sup>۲</sup> Justyna Warowna

<sup>۳</sup> vistula

<sup>۴</sup> . Kova and crishner

<sup>۵</sup> Vizovická vrchovina Highland (Czech Republic)

جمعا حدود ۲۰۰۵ کیلومتر مربع وسعت دارند که در ارتفاع ۹۳۵ متری از سطح دریا قرار دارد و در ۱۵۰ کیلومتری شمال غربی شیراز مرکز استان فارس واقع شده است. محدوده مورد مطالعه از لحاظ تقسیمات واحدهای زمین‌شناسی ایران در زون زاگرس چین خورده واقع شده است. چین خوردگی‌ها و مورفولوژی کلی زاگرس حاصل کوهزایی‌هایی است که در دو مرحله یکی در اواخر کرتاسه و دیگری در پلیوسن رسوبات موجود بین پوسته‌های قاره‌ای ایران و پلیت عربی را تحت تأثیر قرار دادند. طی کوهزایی دوره پلیوسن حوضه‌های رسوبی این بخش کاملاً چین خوردگی پیدا کردند و شکستگی‌ها و ساختار کلی زاگرس در این مرحله شکل گرفت و از آن زمان تاکنون فقط عوامل فرسایشی و جابه‌جایی محلی گسل‌ها تغییراتی را در مورفولوژی زاگرس به وجود آورده‌اند. روند کلی امتداد چین خوردگی‌ها شمال غرب- جنوب شرق می‌باشد. ارتفاعات حاشیه دشت‌های مورد مطالعه معمولاً از طاق‌دیس‌هایی تشکیل یافته که گاهی توسط گسل و یا شکستگی‌های بزرگ جابجا شده است.



شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه

### روش تحقیق

در این پژوهش نوعی پژوهش توصیفی و تحلیلی می‌باشد. ابتدا لایه‌های طبقه بندی مورفومتریک، مورفوکلیماتیک و زمین شناسی آماده گردید. لایه زمین شناسی از نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، لایه مورفوکلیماتیک از لایه طبقه بندی اقلیمی ایران و لایه مورفومتریک با استفاده از لایه ارتفاعی و با بکارگیری شاخص  $TPI^1$  تهیه شد که در ادامه شرح داده می‌شود و در پایان لایه ترکیب نهایی از تلفیق سه لایه اصلی ایجاد شد. پس از این مرحله با استفاده از نرم افزار FRAGTATSE شاخص‌های پن‌جگانه ژئودایورسیتی که شامل تراکم ناهمواری هر قطعه ( $PRD^2$ )، ضریب ناهمواری سیمپسون ( $SIEI^3$ )، ضریب ناهمواری شانون ( $SHEI^4$ )، ضریب دایورسیتی شانون ( $SHDI^5$ )، ضریب دایورسیتی سیمپسون

<sup>1</sup> Topographic position indicator

<sup>2</sup> -Patch Richness Density

<sup>3</sup> -Shannon's Diversity Index

<sup>4</sup> Shannon's Evenness Index

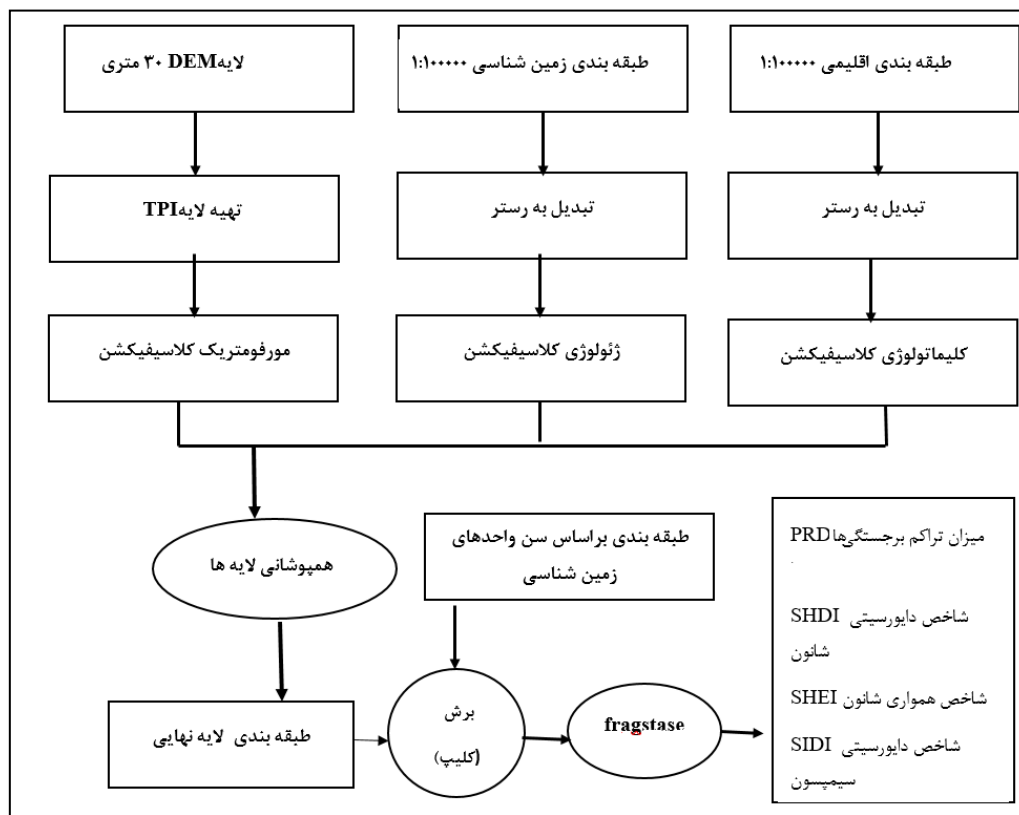
<sup>5</sup> Simpson's Diversity Index

(SIDI)<sup>۱</sup> محاسبه شد. نرم افزار FRAGSTATSE در سال ۲۰۰۲ به وسیله مک گاریگا برای محاسبه ژئودایورسیتی مورد استفاده قرار گرفت. این نرم افزار شامل یک برنامه تجزیه تحلیل الگوی فضایی برای کمی کردن ساختار (برای مثال ترکیب و توزیع) سیمای سرزمین است (گاریگا ۲۰۱۴) و به سادگی ناهمگونی سیمای سرزمین را کمی می کند. همچنین پیکربندی هندسی و فضایی چشم انداز را اندازه گیری می کند. طبقه بندی، در سه سطح اطلاعات عمل می کند: (منطقه فردی یک واحد نقشه)، کلاس (یک واحد نقشه) و چشم انداز (نقشه یا موزاییک): مراحل محاسبه شاخص های ژئودایورسیتی در جدول (۱) نشان داده شده است.  $A =$  مساحت محدوده مورد مطالعه،  $m$  تعداد طبقات،  $p$  نسبت منظره اشغال شده توسط قطعه  $i$ .

جدول ۱: شاخص های ژئودایورسیتی (بیتو کالوو و همکاران (۲۰۰۷))

واحد	فرمول	محدوده	شاخص
تعداد در صد هکتار	$PRD=m/A*(10^4)(10^2)$	$PRD>0$ , without limit	PRD میزان تراکم برجستگی ها
-	$SHDI=-\sum_{i=1}^m(pi \ln pi)$	$SHDI>0$ without limit	SHDI شاخص دایورسیتی شانون
-	$SHEI= -\sum_{i=1}^m(pi \ln pi) / \ln m$	$0 \leq SHEI \leq 1$	SHEI شاخص همواری شانون
-	$SIDI=1 - \sum_{i=1}^m pi^2$	$0 \leq SIDI \leq 1$	SIDI شاخص دایورسیتی سیمپسون
-	$SIEI=1 - \sum_{i=1}^m pi^2$	$0 \leq SIEI \leq 1$	SIEI شاخص همواری سیمپسون

<sup>۱</sup> Simpson's Evenness Index



شکل ۲: فلوجارت روش تحقیق

## روش TPI

مفهوم کلی و کاربرد شاخص موقعیت توپوگرافی (TPI) به این است که صورت دقیق و غیر توصیفی مرز لندفرم‌هایی مانند: ارتفاعات، شیب تند، مناطق مسطح، دره و ... را با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی به صورت اتوماتیک و سریع، تعریف و تعیین نماید. به عبارت دیگر مدل TPI راهکار نوینی جهت تعیین کمی لندفرم‌ها است. اما وابستگی و تابعیت مستقیمی با رزولوشن و شعاع پیکسل‌های همسایه دارد. در تحقیق حاضر نیز با توجه به رزولوشن موجود و مساحت مورد واکاوی، آزمون واقع‌گرایان‌های نسبت به طبقه‌بندی صورت پذیرفت. برای جدا سازی واحدهای منطقه از مدل رقومی ارتفاع با رزولوشن ۳۰ متر استفاده شد. به این منظور در نرم افزار GIS تعداد ۶ نوع لندفرم براساس TPI یا شاخص موقعیت توپوگرافی شناسایی شد (وایز<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶). برای محاسبه TPI طبق معادله وایز ارتفاع هر سلول در یک مدل رقومی با میانگین ارتفاع سلول‌های همسایه بررسی می‌شود در نهایت ارتفاع میانگین از مقدار ارتفاع مرکز کم می‌شود. جدول ۴ انواع معادلات پیشنهادی توسط محققین برای محاسبه شاخص موقعیت توپوگرافی شرح داده شده است.

جدول ۲: روابط پیشنهادی توسط محققین برای محاسبه شاخص موقعیت توپوگرافی

تعریف طبقات	رابطه پیشنهادی	

دره	$TPI \leq [A]$	جنز و همکاران، (۲۰۱۱)
شیب	$[A] \leq TPI \leq [B]$	
ستیغ	$TPI > [B]$	
دره	$TPI \leq -8$	دیکسونو بیر، (۲۰۰۶)
شیب کم	$-8 \leq TPI \leq 8, Slope < 6$	
شیب تند	$-8 \leq TPI \leq 8, Slope \geq 6$	
ستیغ	$TPI \geq 8$	
دره	$TPI \leq -1SD$	وايز، (۲۰۰۱)
شیب کم	$-1SD < TPI \leq -0.5SD$	
شیب مسطح	$-0.5SD < TPI \leq -0.5SD, slope \leq 5$	
شیب متوسط	$-0.5SD < TPI \leq -0.5SD, slope > 5$	
شیب تند	$-0.5SD < TPI \leq -1SD$	
ستیغ	$TPI > 1SD$	

### بحث و یافته ها

#### کمی سازی ژئودایورسیتی

در جدول (۳) به منظور طبقه بندی زمین شناسی در این سه زیرحوضه از فاکتورهای جنس لایه ها و سن لایه ها استفاده شده است. سازندها مربوط به دوران مزوزئیک، سنوزیک و کواترنر می باشند و جنس لایه ها آهک مزوزئیک و سنوزئیک، کنگلومرا، گچساران و رسوبات آبرفتی است. بیشترین سازند در محدوده مربوط به رسوبات آهکی است که در شکل گیری لندفرمهای محدوده مورد مطالعه نقش موثری داشته است. همانطور که در شکل (۲) که وضعیت زمین شناسی هر سه منطقه نشان داده شده است دیده می شود تنوع و گسترش سازندها در فلهلیان از دو حوضه نورآباد و رستم بیشتر می باشد. در واقع اقلیم منطقه هم گویای این است که نوع آب و هوا می تواند بر تنوع سازند و اشکال اثر بگذارد مقایسه نوع اقلیم در هر سه حوضه گویای آن است که در حوضه نورآباد تنوع اقلیمی ۵ مورد و در حوضه های فلهلیان و رستم به ۴ مورد کاهش می یابد. وجود طبقه اقلیم مرطوب در بخش جنوبی دشت نورآباد یک عامل اثر گذار در بالابردن وضعیت شاخص های ژئودایورسیتی در محدوده به شمار می رود جدول (۴). لایه مربوط به مورفومتیک که براساس فاکتور TPI تهیه شد که در شکل های (۳-۵) نشان داده شده است.

جدول ۳: سازندهای زمین شناسی سه حوضه مورد مطالعه

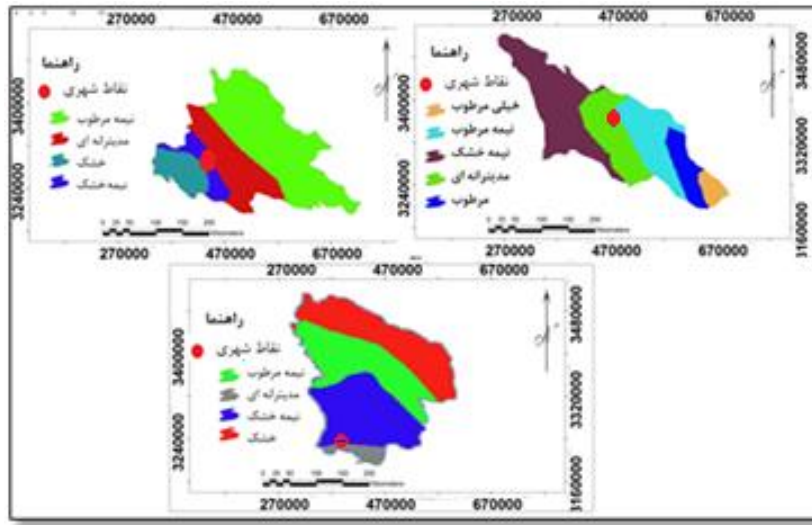
کوآترنر	سنوزئیک	مزوزئیک	سن
---------	---------	---------	----

			سازند	
-	۳۹٪	۳۹٪	فهلپیان	آهک
-	۴۳٪	۲۲٪	نورآباد	
-	۵۰٪	۳۲٪	رستم	
-	۵٪	-	فهلپیان	گچساران
-	۱۰٪	-	نورآباد	
-	۰٪/۴	-	رستم	
-	٪/۰.۳	-	فهلپیان	کنگلو مرا
-	۱۵٪	-	نورآباد	
-	۰٪/۵	-	رستم	
۱۵٪	-	-	فهلپیان	آبرفت
۲۹٪	-	-	نورآباد	
۱۶٪	-	-	رستم	

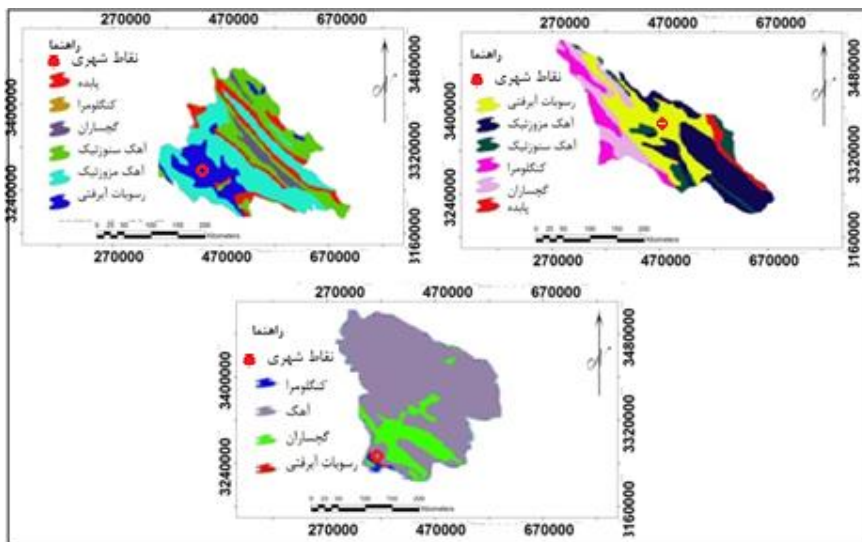
جدول ۴: درصد مناطق اقلیمی در سه حوضه

					حوضه / اقلیم	
خیلی مرطوب	مرطوب	نیمه مرطوب	مدیترانه ای	نیمه خشک		
-	٪۵۶	٪۲۴	٪۸	٪۱۱	فهلپیان	
٪۴	٪۱۰	٪۲۲	٪۲۲	٪۴۰	نورآباد	
-	۳۱٪	٪۳۰	٪۳۳	٪۴/۵	رستم	

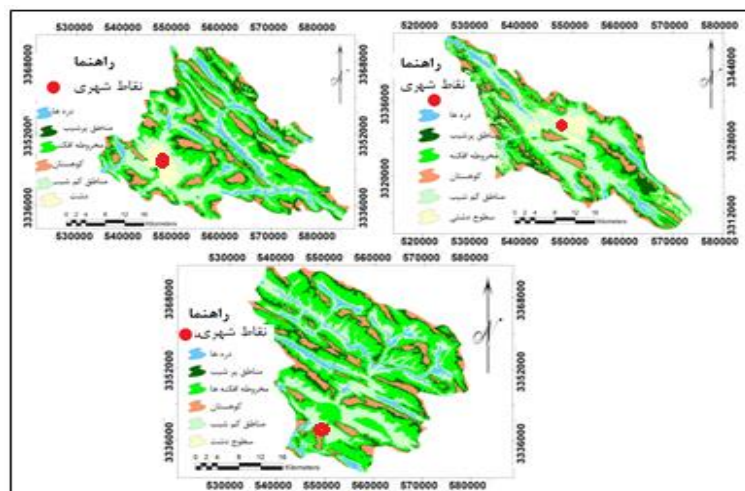




شکل ۳: لایه طبقه بندی اقلیمی سه حوضه



شکل ۴: طبقه بندی لیتولوژی در سه حوضه



## شکل ۵: نقشه مورفومتریک حوضه های مورد مطالعه

همانطور که قبلا ذکر شد PRD در واقع تراکم ناهمواری در هر قطعه را نشان می دهد که با توجه به بررسی‌های انجام شده مشخص گردید بالاترین میزان PRD در فاکتور زمین شناسی مربوط به حوضه رستم می باشد در این حوضه تراکم سازند ها زمین شناسی نسبت به دو حوضه دیگر بیشتر است با بررسی وضعیت زمین شناسی و نوع سازند در سه حوضه مورد مطالعه با توجه به اینکه در تنوع سازند در فلهلیان ۱۲ نوع در نورآباد ۱۰ نوع و در رستم ۹ می باشد این خود به نوعی تعیین کننده امتیاز بالا شاخص‌های تنوع و ناهمواری شانون و سیمسون در حوضه فلهلیان می باشد چون در حوضه فلهلیان فاکتور زمین شناسی به لحاظ قدمت آهک مزوزییک و سنوزییک از سایر حوضه ها بیشتر می باشد. در بررسی فاکتور مورفومتریک بازدید های میدانی از منطقه نشان داد که منطقه نورآباد میزان تراکم اشکال ژئومورفولوژی در هر قطعه بسیار بیشتر می باشد به عنوان مثال تراکم دره ها مخروطه افکنه ها چشمه ها معدنی گوگردی ، لایپه های متراکم به مراتب افزایش یافته اما در محدوده فلهلیان شاخص PRD به نسبت کاهش و در منطقه رستم نسبت به این دو بسیار کمتر می باشد که این خود یک عامل تعیین کننده در میزان شاخص تراکم ناهمواری می باشد (جدول ۵).

در فاکتور مورفومتریک محدوده مورد مطالعه شاخص های تنوع شانون و سیمپسون در محدوده نورآباد بیشترین میزان را دارا می باشد که ناشی از لایه زبری ناهمواری در واقع زبری و خشونت و فرم تیغه ای کوه ها در این محدوده می باشد که بستگی به نوع سازند دارد. این شاخص در سازند های آهکی حوضه نورآباد بیشتر می باشد که حدود ۰/۸۸ می باشد و در بخش های کم ارتفاع محدوده برابر رسوبات آبرفتی جوان و برابر ۰/۰۸ است. فاکتور درجه انحنا که میزان تحدب و تعقر ناهمواری های سطح محدوده را نشان میدهد که از ۶- تا ۷ می باشد که طبقات منفی سطوح مقعر و مثبت سطوح محدب را نشان می دهد از طرفی دیگر حداکثر شیب ۵۷ درجه و ارتفاع ۲۸۰۰ متری را دارا می باشد.

جدول ۵: شاخص های دایورسیتی لایه نهایی

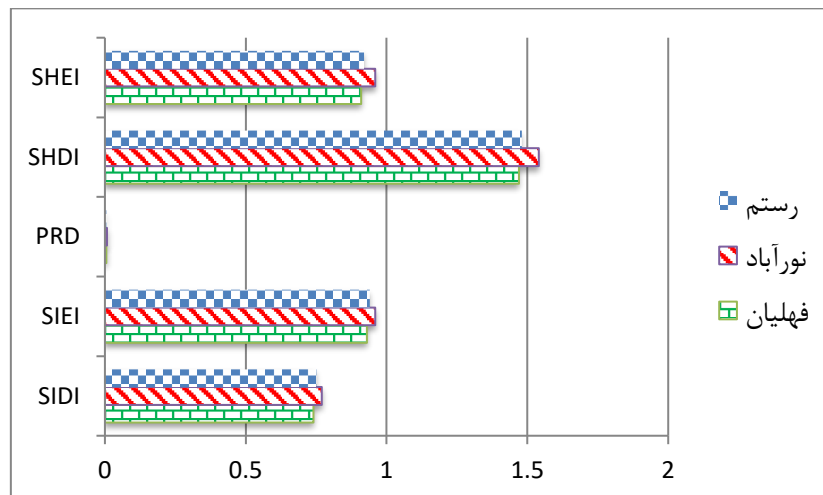
فاکتور	زمین شناسی					مورفومتریک				
	P RD	S HDI	S HEI	S IDI	S IEI	P RD	S HDI	S HEI	S IDI	S IEI
شخص حوضه										
فلهلیان	۰۰ ۰/۸۱	۵۹ ۱/	۷ ۰/۶	۸ /۹	۹ ۰/۲	۰ /۰۴	۴ ۱/۷	۹ ۰/۱	۷ ۰/۹	۹ ۰/۳
نورآباد	۰/۰۰۵۸	۱/۴۳	۰/۷۲	۰/۷۹	۰/۸۷	/۰۰۶۷	۱/۵۳	۰/۹۵	۰/۷۷	۰/۹۶

رستم	۰/۰۰۴۷	۰/۵۰	۰/۳۶	۰/۲۸	۰/۳۸	۰/۰۰۵	۱/۵۲	۰/۹۴	۰/۷۶	۰/۹۶
------	--------	------	------	------	------	-------	------	------	------	------

بررسی جدول (۶) نشان داد که در مرحله پایان و ترکیب سه فاکتور زمین شناسی مورفومتریک و مورفوکلیماتیک شاخص های ناهمواری و تنوع سیمپسون و شانون در حوضه نورآباد دارای بالاترین میزان و همین شاخص ها در حوضه فهلیان و رستم به نسبت کمتر است؛ از طرفی دیگر به علت اینکه که حوضه نورآباد از اقلیمی مرطوب برخوردار است و این منطقه از لحاظ میزان بارندگی بیشترین بارش را دارا می باشد و میزان دماهای میانگین سالانه آن به مراتب کمتر از دو منطقه دیگر است که به نوعی باعث توسعه و گسترش تنوع مورفومتریک و تنوع ناهمواری در سطح حوضه شده است. این امر باعث شکل گیری دیواره ها بسیار بلند چشمه های متعدد آبشارها دره ها و تنگ ها ی بسیار وسیع در بخش های جنوبی محدوده شده است و همچنین منابع آبی در این سازندها به مراتب بیشتر بوده که سبب گسترش و توسعه باغات و جنگل های بسیار وسیع شده است (شکل ۶).

جدول ۶: شاخص های دایورسیتی مربوط به تلفیق لایه ها

زمین شناسی مورفوکلیماتیک					
شاخص	PRD	SHDI	SHEI	SIDI	SIEI
فهلیان	۰/۰۰۴۸	۱/۴۷	۰/۹۱	۰/۷۴	۰/۹۳
نورآباد	۰/۰۰۷۰	۱/۵۴	۰/۹۶	۰/۷۷	۰/۹۶
رستم	۰/۰۰۰۵	۱/۴۸	۰/۹۲	۰/۷۵	۰/۹۴



شکل ۶: نمودار نهایی شاخص های ژئودایورسیتی

### نتیجه گیری

مطالعه کمی ژئودایورسیتی درک تنوع را در هر واحد بالا می برد و تشخیص نقش عوامل مختلف و درجه اهمیت آن ها را امکان پذیر می سازد از آنجایی که زمین شناسان در طول سال های متمادی در پی شناخت بیشتر زمین و دسترسی به اطلاعات و رفع ابهامات آن بوده اند از ژئودایورسیتی غافل بوده و ارزش چندانی برای بررسی گوناگونی زمین شناختی قائل

نبودند. با بررسی جهان از منظر گوناگونی زمین شناختی می توان به درک بهتری از منابع طبیعی زمین رسید. در این پژوهش به بررسی سه زیر حوضه نورآباد، فهلیان و رستم بر اساس معیارهای مورفومتریک، زمین شناسی و اقلیمی اقدام گردید و شاخصهای ژئودایورسیتی برای هر کدام از آنها محاسبه شد. نتایج حاصل از شاخص‌های اعمال شده در هر سه حوضه نشان داده با بررسی وضعیت زمین شناسی و نوع سازند در سه حوضه مورد مطالعه با توجه به اینکه تنوع سازند در فهلیان ۱۲ نوع در نورآباد ۱۰ نوع و در رستم ۹ می‌باشد این خود به نوعی تعیین کننده امتیاز بالا شاخص شاخص‌های تنوع و ناهمواری شانون و سیمسون در حوضه فهلیان می باشد. چون حوضه فهلیان از سایر حوضه‌ها در فاکتور زمین شناسی قدمت بیشتری (سازندهای آهکی مزوزیک و سنوزیک) دارد. در فاکتورهای مورفومتریک و لایه نهایی ژئودایورسیتی بالاترین ارزش مربوط به حوضه نورآباد است که به دلیل داشتن بالاترین میزان شیب، ارتفاع، زبری و درجه انحنا و همچنین وجود اقلیمی مرطوب در بخش‌های جنوبی آن سبب توسعه اشکال متنوع در منطقه شده است. در این حوضه که میزان شاخص‌های ناهمواری و دایورسیتی شانون و سیمسون در آن برابر  $۰.۵۴/۰.۰۷۰$ ،  $۱.۰/۰.۹۶$ ،  $۰.۰۷۷/۰.۹۶$  می باشد. با این حال می توان گفت که با بررسی جهان از منظر گوناگونی زمین شناختی می توان درک بهتری از منابع طبیعی زمین رسید به رغم اهمیت تنوع زمین شناختی در ابعاد مختلف، این پدیده متأثر از فعالیت های انسانی در معرض تهدید است. بنابراین نیاز به حفاظت از گوناگونی زمین شناختی احساس می شود و این مهم خود برای توسعه ژئوتوریسم ضروری است اهداف و شیوه های حفاظتی باید عناصر مختلف تنوع زمین شناختی را در نظر داشته باشد و متناسب با نوع ژئوسایت برنامه ریزی مناسب انجام شود مدیریت در ژئوتوریسم و فعالیت های تفریحی مرتبط و هم چنین ژئوپارک ها نیز اغلب به نوع گوناگونی زمین شناختی بستگی دارد.

## منابع

- انصاری فر، مجتبی؛ حسین روشن رأی؛ عبدالرضا روشن ضمیری، ادريس، روشن ضمیری، ۱۳۹۳، بررسی ژئودایورسیتی منطقه سد تنگ سهران بشاگرد، مکران(جنوب شرق ایران) اولین همایش ملی مجازی علوم زمین.
- زنگنه اسدی محمد علی؛ ابوالقاسم امیراحمدی، علی اکبر شایان یگانه، ۱۳۹۷، ارزیابی ژئومورفوسایتهای ژئوپارک پیشنهادی غرب خراسان رضوی به روش بریلها به منظور حفاظت از میراث زمین شناختی، جغرافیا و برنامه ریزی، شماره ۶۳.
- نکویی صدری، بهرام؛ ۱۳۹۰، ژئودایورسیتی ایران؛ نوید ثروت و رفاه مردم ایران. مجله نظام مهندسی معدن، شماره ۱۹، قنواتی، عزت اله، کرم، امیر، فخاری، سعیده، ۱۳۹۰ مروری بر روند تحولات ژئوتوریسم و مدل های مورد استفاده آن در ایران، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال سوم، شماره ۴۴، صص ۹۱-۷۵.
- یزدی، عبدالله رحیم، دبیری، ۱۳۹۴، درآمدی بر ژئودایورسیتی به عنوان پایه ای برای ژئوتوریسم، یافته های نون زمین شناسی کاربردی، سال ششم، شماره ۱۸ صص ۸۳-۷۴.
- *Brilha, J., 2005. Geologic and geoconservation heritage: conservation of nature in its strand geological. Palimage Editores, Braga.*
- *Brilha, J., 2015, Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review Geoheritage, The European Association for Conservation of the Geological Heritage, pp. 16.*
- *Benito-Calvo, A., Pérez-González, I. O., Magri, and P. Meza, 2009. Assessing regional geodiversity: the Iberian Peninsula, pp. 1433-1445.*

- Fassoulas, C. D. Mouriki, P. Dimitriou-Nikolakis, Iliopoulos, G., 2012. *Quantitative Assessment of Geotopes as an Effective Tool for Geoheritage Management. Geoheritage Journal*, 4:pp. 177-193.
- Dowling, R., Newsome, D., 2006. *Geotourism, Sustainability, impacts and management. Oxford: Elsevier, Butterworth Heinemann.*
- Dickson, B. and P. Beier. 2006. *Quantifying the influence of topographic position on cougar (Puma concolor) movement In Southern California, USA. The Zoological Society of London. Journal of Zoology. doi: 10.1111/j.1469-7998.2006.00215.x*
- Gray M (2004) *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. Wiley, Chichester.*
- Jenness, Jeff., 2006. *Topographic position index. Version 1.3a. (accessed November 2009) Jenness Enterprises.*
- J  
ustyna, Warowna, Wojciech Zglobicki, Grzegorz Gajek, Małgorzata Telecka, Renata Kołodyńska-Gawrysiak, Paweł Zieliński. 2014. *Geomorphosite assessment in The proposed geopark vistula river gap (E POLAND) question Geographica 33(3), pp 173-180.*
- Kozłowski S., 2004. *Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. Prz Geol 52(8/2), pp. 833-837.*
- Martínez ED, Mondéjar FG, Perelló JMM, de Bové CS (2008) *The nature conservation should include geodiversity and geological heritage as part of the natural heritage. Tribune Opine Boletín Europarc 25, p 61*
- McGarigal K, Cushman SA, Neel MC, Ene E., 2002. *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts: Amherst.*
- Pereira DI, Pereira P, Brilha J, Santos L (2013) *Geodiversity assessment of Parana State (Brazil): an innovative approach. Environmental Management, v.52, p.541-522, 2013. Available at*
- Weiss, A. 2001. *Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, C.*
- Reynard, E. (2008). *Scientific research and tourist promotion of geomorphological heritage. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 31, pp 225-230.*
- Serrano E, Ruiz-Flaño P., 2007. *Geodiversity: a theoretical and applied concept. Geogr Helv 62(3):140-147.*
- Silva JP, Pereira DI, Aguiar AM, Rodrigues C (2013) *Geodiversity assessment of the Xingu drainage basin. J Maps 9:1-9*
- Zwoliński Z., 2010. *The routine of landform geodiversity map design for the Polish Carpathian Mts. Landform Analysis 11: pp, 77-85.*
- Benito-Calvo, Pérez-González. Magri and. Meza, (2009) *Assessing regional geodiversity: the Iberian Peninsula, EARTH SURFACE PROCESSES AND LANDFORMS, pp 433-1445.*