پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال هفتم، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۷
صص. ۱۶۳-۱۵۱

تحلیل مقایسه ای ژئودایورسیتی(تنوع زمین شناختی) در حوضه های شمال غربی استان فارس

لیلا گلی مختاری *– استادیار ژئومورفولوژی گروه جغرافیای طبیعی، دانشکدهٔ 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 تائید نهایی: ۱۳۹۷/۱۱/۰۹

چکیده

ژئودایورسیتی (تنوع زمین شناختی) یک ویژگی چشم انداز 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 زمین شناختی 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 زمین شناختی قرار دارد، میزان بالایی دارد، این پژوهش با هدف تحلیل مقایسه ای ژئودایورسیتی ۳ حوضه در زیرحوضه های هندیجان 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 لایه های مورفومتریک به روش (TPI) ، مورفوکلیماتیک و زمین شناسی و محاسبه شاخص‌های تنوع و غنا برای هر گروه این لایه ها 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 ناهمواری ها آماده شد. نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌ها نشان داد که در فاکتور زمین شناسی حوضه فهلیان به دلیل تنوع و توسعه سازند بیشترین ارزش را در شاخص ها به خود اختصاص داده اما در فاکتور های 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 حوضه های شمال غرب استان فارس.

* نویسنده مسئول: E-mail: L.mokhtari@hsu.ac.ir

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 می نامیم و شامل انواع مختلفی از جمله تنوع زمین شناسی ، کانی شناسی، چینه شناسی، سنگ شناسی، رسوب شناسی و... می باشد (قنواتی و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین با رویکرد جدید جهانی به ژئودایورسیتی حفاظت از ژئودایورسیتی در قالب حفظ طبیعت بی جان با ظهور رشته علمی ژئوکانسرویشن در جهان(۲۰۰۸) مطرح شده است که بدون وجود تنوع زمین شناختی حفاظت ازآن به نام ژئوکاسرویشن 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 اندازهای 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 ژئودایورسیتی، بیودایورسیتی وجود ندارد (بریلها[۱]، 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[۲] در سال(۲۰۰۴)معتقد است که تنوع زمین شناختی می باید به دو دلیل محافظت گردد؛ اول اینکه، تنوع زمین شناختی ارزشمند است و ارزش‌گذاری آن به طرق زیادی صورت می گیرد؛ 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. داولینگ و نیوسام[۳] (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[۴](۲۰۰۸) زمین شناسی را به عنوان یک تنوع طبیعی از لحاظ تعداد، توزیع و فرکانس عناصر و فرآیندهای زمین شناختی نظر می گیرند و تنوع زیستی مانند تنوع زمین شناسی نیست بلکه به محل یا منطقه وابسته است. بروسی و سندررو[۵] (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 فرایند های فعال) که مصالح خدمات مفیدی را در اختیار مردم می‌گذارد. رامون پیلیترو و همکاران[۶](۲۱۰۱۰)، به ارزیابی کاربردی ژئودایورسیتی و ژئومورفوسایت به

---

[۱] -Brelha

[2] -Gery

[3] - Davoling and Nesam

[4] Martinz and ets

[5]- Jastiana MArvona

[6] -Ramon Pletro

منظور نواحی طبیعی حفاظت شده پرداختندکه جنبه‌های ابیوتیک را در ارزیابی و حفاظت از مناطق با تنوع طبیعی مورد توجه قرار دادند. لورا کامانسکوو الکساندر ندلا[1] (۲۰۱۲) ، با استفاده از فرمول $Gd = Eg/S$ که بر گرفته از سرانو و رویز فلانو (۲۰۰۷) و رینارد (۲۰۰۸) می‌باشد 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 ژئوسایت‌ها، که در مدیریت پایدار و حفاظت از میراث زمین‌شناسی منطقه به کار می‌رود، 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 نشاسی (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 می‌باشد. جاستیانا وارونا[2] (۲۰۱۴)، ۷۶ ژئوسایت را در ژئوپارک رودخانه ویستولا[3] در لهستان با ۱۸ معیار ارزیابی بررسی می‌کند و در نهایت گروههای ارزیابی مشابه را دسته بندی می‌نماید. بریلها (۲۰۱۵) در مقاله خود به بررسی نقاط ضعف و قوت ارزیابی ها پرداخته و یک معیار برای ارزیابی ژئوسایت‌ها و ژئودایورسیتی بیان کرده و کوبالی کوا و کریشنر[4] (۲۰۱۵) به ارزیابی ژئومورفوسایت‌ها در هایلند کشور چک[5] پرداخته و فرصتها و نقاط ضعف و توانایی های ژئومورفوسایت‌ها 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 برمی‌گیرد که این حوضه‌ها

---

[1] - lora comanasco,Elksander

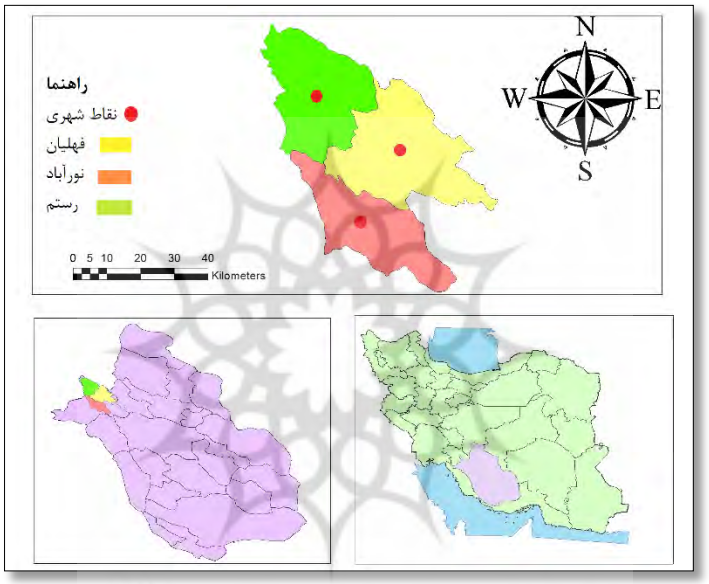
2 Justyna Warowna

3 vistula

[4] . Kova and crishner

5 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 شده‌است چین‌خوردگی‌ها 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 شمال‌غرب– جنوب‌شرق می‌باشد. ارتفاعات حاشیه دشت‌های مورد مطالعه معمولاً از طاقدیس‌هایی تشکیل یافته که گاهی توسط گسل و یا شکستگی‌های بزرگ جابجا شده است



شکل۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه

روش تحقیق

در این پژوهش نوعی پژوهش توصیفی و تحلیلی می باشد. ابتدا لایه‌های طبقه بندی مورفومتریک، مورفوکلیماتیک و زمین شناسی آماده گردید. لایه زمین شناسی از نقشه های 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[۱] تهیه شد که در ادامه شرح داده می شود 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)[۲]، ضریب ناهمواری سیمپسون(SIEI)[۳]، ضریب ناهمواری شانون(SHEI)[۴]، ضریب دایورسیتی شانون(SHDI)[۵] ، ضریب دایورسیتی سیمپسون

[۱] Topographic position indicator

[۲] -Patch Richness Density

[۳] -Shannon s Diversity Index

[۴] Shannon s Evenness Index

[۵] Simpson s Diversity Index

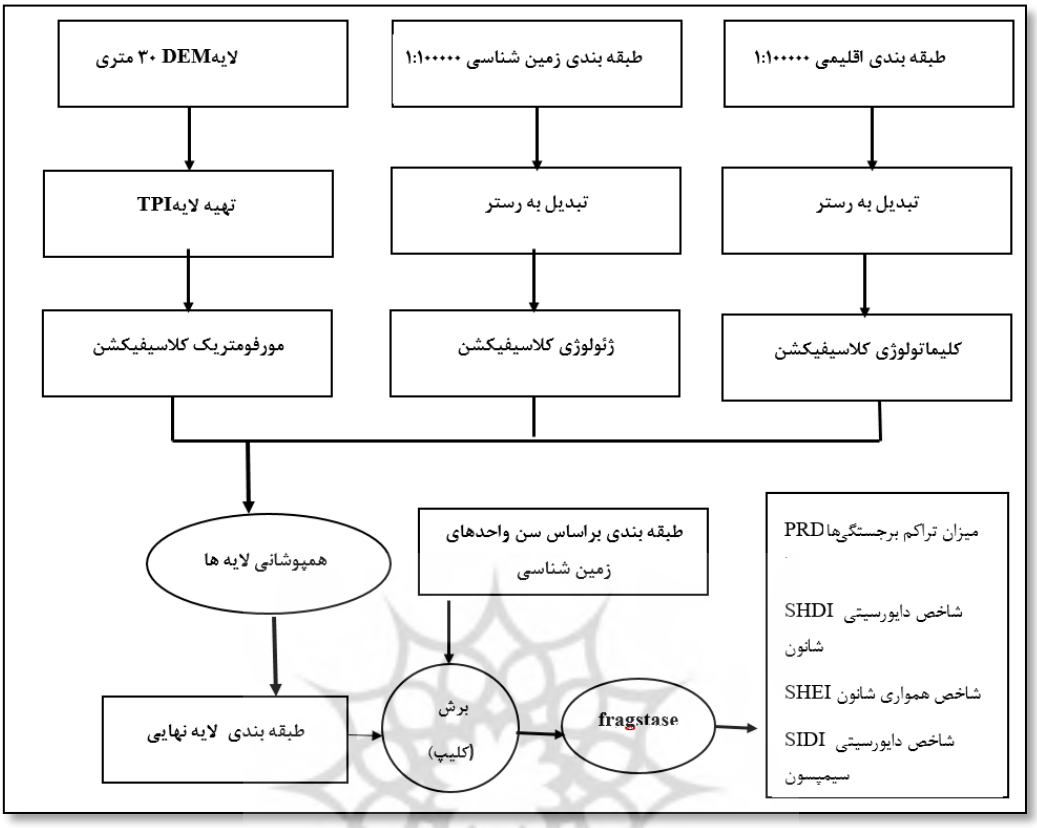
(SIDI)[۱] محاسبه شد. نرم افزارFRAGTATSE در سال ۲۰۰۲ به وسیله مک گاریگا برای محاسبه ژئودایورسیتی مورد استفاده قرار گرفت. این نرم افزار شامل یک برنامه تجزیه تحلیل الگوی فضایی برای کمی کردن ساختار (برای مثال ترکیب و توزیع) سیمای سرزمین است (گاریگا ۲۰۱۴) و به سادگی ناهمگونی سیمای سرزمین را کمی می‌کند. همچنین 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 قطعهi.

جدول۱: شاخص های ژئودایورسیتی (بینتو کالوو و همکاران(۲۰۰۷)

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

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[۱] Simpson s Evenness Index



شکل۲: فلوچارت 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 TPIراهکار 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 واقع گرایان‌های 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[1]،۲۰۰۶). برای محاسبه TPIطبق معادله وایز ارتفاع هر سلول در یک مدل رقومی با میانگین ارتفاع سلول های همسایه بررسی می شود 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

	رابطه پیشنهادی	تعریف طبقات

[1] - vaizer

جنز و همکاران، (۲۰۱۱)	TPIﻋ[A]	دره
	[A]ﻋTPIﻋ [B]	شیب
	TPI> [B]	ستیغ
دیکسونو بیر، (۲۰۰۶)	TPIﻋ-8	دره
	-8ﻋTPIﻋ 8 ,Slope <6	شیب کم
	-8ﻋTPIﻋ 8 ,Slope ﻋ6	شیب تند
	TPIﻋ8	ستیغ
وایز، (۲۰۰۱)	TPIﻋ-1SD	دره
	-1SD< TPIﻋ-0.5SD	شیب کم
	-0.5SD< TPIﻋ-0.5SD,slopeﻋ5	شیب مسطح
	-0.5SD< TPIﻋ-0.5SD,slope>5	شیب متوسط
	-0.5SD< TPIﻋ-1SD	شیب تند
	TPI>1SD	ستیغ

بحث و یافته ها

کمی سازی ژئودایورسیتی

در جدول(۳) به منظور طبقه بندی زمین شناسی در این سه زیرحوضه از فاکتور های جنس لایه‌ها و سن لایه‌ها استفاده شده است. سازندها مربوط به دوران مزوزئیک، سنوزیک و کواترنر می باشند و جنس لایه ها آهک مزوزییک و سنوزوئیک ، کنگلومرا، گچساران و رسوبات آبرفتی است. بیشترین سازند در محدوده مربوط به رسوبات آهکی است که در شکل‌گیری 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 فهلیان از دو حوضه نورآباد و رستم بیشتر می باشد. در واقع اقلیم منطقه هم گویای این است که نوع آب و هوا می‌تواند 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 فهلیان 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(۵-۳) نشان داده شده است.

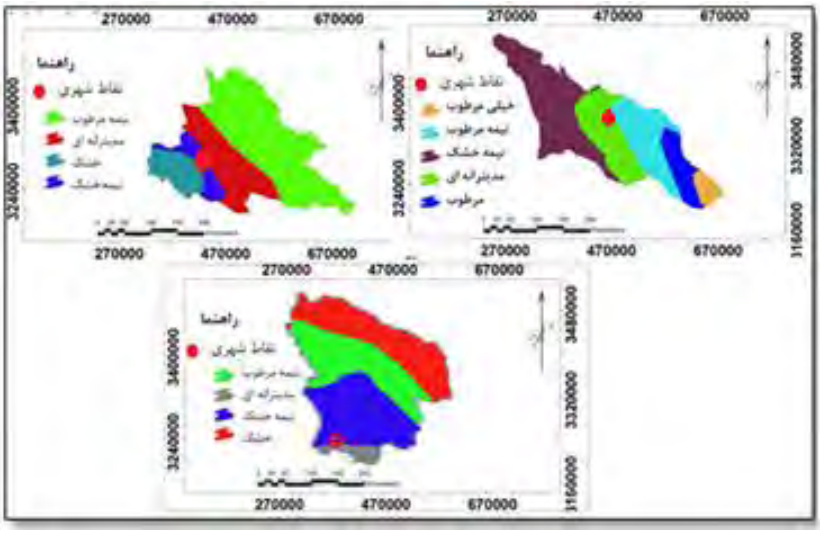
جدول۳: سازندهای زمین شناسی سه حوضه مورد مطالعه

سن	مزوزییک	سنئوزئیک	کواترنر

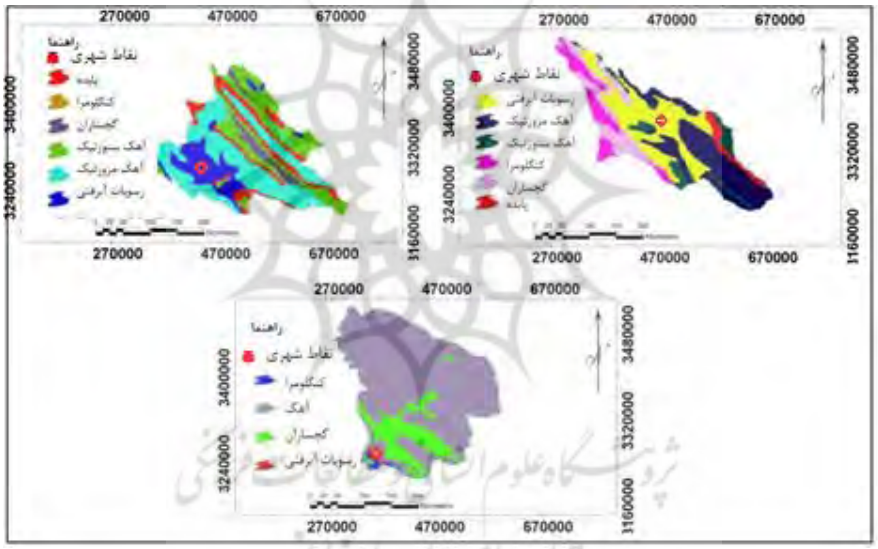
سازند				
آهک	فهلیان	۳۹٪	۳۹٪	–
	نورآباد	۲۲٪	۴۳٪	–
	رستم	۳۲٪	۵۰٪	–
گچساران	فهلیان	–	۵٪	–
	نورآباد	–	۱۰٪	–
	رستم	–	۰٪/۴	–
کنگلومرا	فهلیان	–	٪۰/۰۳	–
	نورآباد		۱۵٪	–
	رستم	–	۰٪/۵	–
آبرفت	فهلیان	–	–	۱۵٪
	نورآباد	–	–	۲۹٪
	رستم		–	۱۶٪

جدول۴: درصد مناطق اقلیمی در سه حوضه

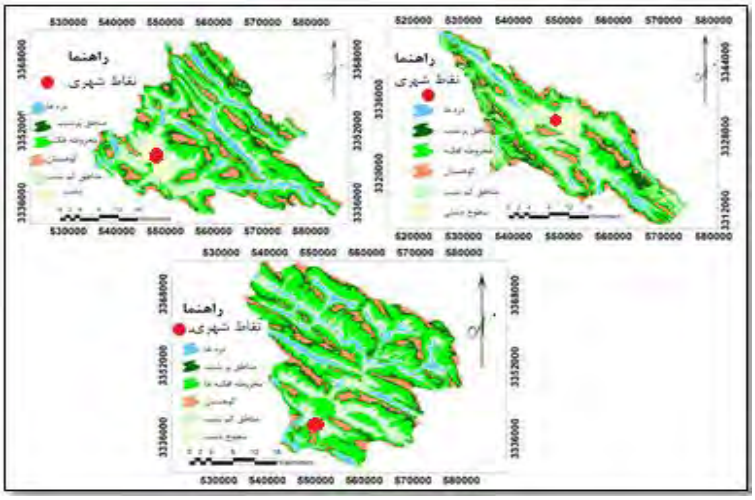
اقلیم / حوضه	نیمه خشک	مدیترانه ای	نیمه مرطوب	مرطوب	خیلی مرطوب
فهلیان	٪۱۱	٪۸	٪۲۴	٪۵۶	–
نورآباد	٪۴۰	٪۲۲	٪۲۲	٪۱۰	٪۴
رستم	٪۳/۵	٪۳۳	٪۳۰	۳۱٪	–



شکل۳: لایه طبقه بندی اقلیمی سه حوضه



شکل۴: طبقه بندی لیتولوژی در سه حوضه



شکل۵ : 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 میزانPRD 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 فهلیان ۱۲ نوع در نورآباد ۱۰ نوع و در رستم ۹ می‌باشد این خود به نوعی تعیین کننده امتیاز بالا شاخص‌های تنوع و ناهمواری شانون و سیمسون در حوضه فهلیان می باشد چون در حوضه فهلیان فاکتور زمین شاسی 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 هرقطعه بسیار بیشتر می باشد به عنوان مثال تراکم دره ها مخروطه افکنه ها چشمه ها معدنی گوگردی ، لاپیه های متراکم به مراتب افزایش یافته اما در محدوده فهلیان 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(جدول۵).

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 بیشترمی باشد که حدود۰/۸۸ 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 سطع محدوده را نشان میدهد که از ۶- تا ۷ می باشد که طبقات منفی سطوح مقعر و مثبت سطوح محدب را نشان می‌دهد از طرفی دیگر حداکثر شیب۵۷درجه و ارتفاع ۲۸۰۰متری را دارا می باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول۵: شاخص های دایورسیتی لایه نهایی

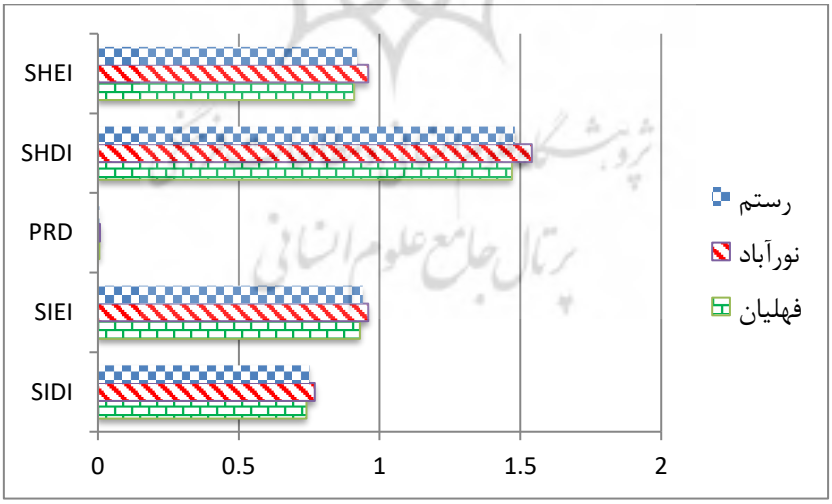
فاکتور	زمین شناسی					مورفومتریک				
شاخص / حوضه	PRD	SHDI	SHEI	SIDI	SIEI	PRD	SHDI	SHEI	SIDI	SIEI
فهلیان	۰۰ ۰/۸۱	۵۹ ۱/	۷ ۰/۶	۸ /۹	۹ ۰/۲	۰ /۰۴	۴ ۱/۷	۹ ۰/۱	۷ ۰/۹	۹ ۰/۳
نورآباد	۰/۰۰۵۸	۱/۴۳	۰/۷۲	۰/۷۹	۰/۸۷	/۰۰۶۷	۱/۵۳	۰/۹۵	۰/۷۷	۰/۹۶

رستم	۰/۰۰۴۷	۰/۵۰	۰/۳۶	۰/۲۸	۰/۳۸	/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 دیواره‌ها بسیار بلند چشمه‌های متعدد آبشارها دره‌ها و تنگ‌ها 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(شکل۶).

جدول۶: 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	۰/۰۰۵	۱/۴۸	۰/۹۲	۰/۷۵	۰/۹۴



شکل۶: نمودار نهایی شاخص های ژئودایورسیتی

نتیجه گیری

مطالعه کمی ژئودایورسیتی درک تنوع را در هر واحد بالا می‌برد و تشخیص نقش عوامل مختلف و درجه اهمیت آن ها را امکان پذیر می‌سازد از آنجایی که زمین شناسان در طول سال‌های متمادی در پی شناخت بیشتر زمین و دسترسی به اطلاعات و رفع ابهامات آن بوده‌اند 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 شاسی قدمت بیشتری (سازندهای آهکی مزوزییک و سنوزییک) 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 شاخص های ناهمواری و دایورسیتی شانون و سیمپسون در آن برابر۰/۰۷۰،۰/۵۴ ،۱ ۰/۹۶، ۰/۷۷؛ ۰/۹۶می 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 متاثر از فعالیت های انسانی در معرض تهدید است. بنابراین نیاز به حفاظت از گوگوناگونی 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 زئوسایت 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 ،ادریس، 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 ، شماره۶۳.
- نکوئی صدری، بهرام؛۱۳۹۰، ژئودایورسیتی ایران؛ نوید ثروت و رفاه مردم ایران. *مجله نظام مهندسی معدن*. شماره۱۹ ،
- قنواتی, عزت اله، کرم ، امیر، فخاری، سعیده،۱۳۹۰مروری بر روند تحولات ژئوتوریسم و مدل های مورد استفاده آن در ایران ، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال سوم ، شماره۴۴، صص۹۱-۷۵.
- یزدی، عبدالله رحیم، دبیری، ۱۳۹۴، درآمدی بر ژئودایورسیتی به عنوان پایه ای برای ژئوتوریسم، یافته های نون زمین شناسی کاربردی، سال ششم، شماره ۱۸ صص۸۳-۷۴.
- *Brilha ,J., 2005. Geologic and geoconservation heritage: conservation ofnature 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,1 O., Magri,and P. Meza,2009. Assessing regional geodiversity: the Iberian Peninsula,ppn1433–1445.*

- *Fassoulas, C. D. Mouriki, P. Dimitriou-Nikolakis, Iliopoulos ,Gr,2012n Quantitative Assessment of Geotopessas an Effective Tool for Geoheritage Management. Geoheritage Journal, 4:ppM 177-193.*
- *Dowling,R, Newsome ,D ,2006 Geotourism, Sustainability, impacts andmanagementt Oxford: Elsevier ,Butterworth Heinemann*
- *Dickson, B1 and P Beier. 2006. Quantifying the influence of topographic position on cougar (Puma concolor) movement In Southern California, USAMThe 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 Zgłobicki, Grzegorz Gajek, Małgorzata Telecka, Renata Kołodyńska-Gawrysiak, Paweł Zieliński n2014 Geomorphpsite asissment in The proposet geopark vistula rivertgap (E POLAND) quaestion Geographec 33(3) ,pp 173-180*
- *Kozlowski Si, 2004 Geodiversity The concepti and scope of geodiversitypPz Geol 52(8/2),pp 833–8377*
- *Martínez ED, Mondéjar FG, Perelló JMM, de Bové CS (2008)The nature conservation should include geodiversity and geological heritage as part of the natural heritaget TribunetOpineBoletin Europarc 25, p 61*
- *McGarigal K, Cushman SA, Neel MC, Ene Ev, 2002P FRAGSTATS:Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computersoftware program produced by thei authors at the University ofMassachusetts: Amherst.*
- *Pereira DI, Pereira P, Brilha J, Santos L (2013) Geodiversity assessmentof Parana State (Brazil): an innovative approach. EnvironmentalManagement, v.52, p.541-522, 2013. Available at*
- *Weiss, A. 2001. Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation, ESRI User,Conference, San Diego,iCi*
- *Reynard,. E (2008)tt Scientificsresearch and touristi promotiont of geomorphologicals heritagettGeogrffFis Dinam Quatk,k31,ppk225-230n*
- *SerranolE,IRuiz-Flaño Pst,2007ssGeodiversity:tattheoretical and appliedconcept. Geogr1 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 mapdesign 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.*