

## ارزیابی زمینساخت فعال مبتنی بر تحلیل های ژئومورفولوژیکی و مورفوتکتونیکی حوضه های آبریز (مطالعه موردی: جزیره قشم)

۱- عادل رسولی؛ دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، ایران

۲- مهران مقصودی<sup>\*</sup>؛ استاد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران، ایران

۳- ابوالقاسم گورابی؛ دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۱

### چکیده

جزیره قشم با مساحت ۱۴۸۶ کیلومتر مربع است که در انتهای جنوب شرقی کمربند زاگرس، در حاشیه غربی تنگه هرمز واقع است. به نظر می رسد با توجه به موقع زمین ساختی آن، بتوان به کمک شاخص های تکتونیک حوضه، تأثیرات نوزمینساختی و دینامیک گسل ها بر مورفوتکتونیک، جزیره را ارزیابی کرد. بر این اساس این پژوهش با بهره مندی از تصاویر ماهواره ای، نقشه های زمین شناسی، عکس های هوایی، و مدل رقومی ارتفاعی (۳۰ متر) در قالب نرم افزارهای مختلف، اقدام به استخراج و محاسبه ۵ شاخص؛ قرینگی یا عدم تقارن آبراهه (AF)، شاخص شکل حوضه (BS)، شاخص تقارن توپوگرافی عرضی (T)، و شاخص پیچناکی رودخانه (S) و ارزیابی مجموع آنها در قالب مدل (IAT)، شاخص ارزیابی سطح فعالیت تکتونیکی در حوضه کرده است. نتایج حاصل بیانگر دینامیک و پویایی نسبی زمینساختی متفاوت جزیره است. همچنین براساس شاخص IAT از ۴۴ زیرحوضه تعداد ۲۶ مورد در کلاس تکتونیکی خیلی زیاد و زیاد واقع شده و در غرب جزیره به دلیل منطبق بودن با تعداد گسل های بیشتر تکتونیک فعال بیشتر مشاهده می گردد.

واژگان کلیدی: جزیره قشم، گسل، تکتونیک، حوضه آبریز، شاخص مورفوتکتونیک.

### مقدمه

مورفوتکتونیک یا ژئومورفولوژی تکتونیک به مطالعه ناهمواری‌ها در مناطق فعال زمین‌ساختی گفته می‌شود که اثر متقابل تکتونیک و ژئومورفولوژی را مورد مطالعه قرار می‌دهد. (گودی، ۲۰۱۳). مطالعات مورفوتکتونیک عمدتاً بر تعیین ناهنجاری‌های زمین‌ریختی در پراکنش لندفرم‌ها، مسیر رودخانه‌ها و اشکال کانال آن‌ها و ناهمواری‌های محلی تأکید دارد (فلورز پریئو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). دانش تکتونیک ژئومورفولوژی، مطالعه ساختارهایی است که بر اثر تکتونیک و عکس‌العمل میان فرآیندهای تکتونیک و ژئومورفولوژیکی حاصل می‌شود (جابری و همکاران، ۱۳۹۱). شناخت ویژگی‌های ژئومورفولوژی یک منطقه و ارتباط آن با تکتونیک، هسته اولیه مطالعات مورفوتکتونیک را در برمی‌گیرد یعنی علم مورفوتکتونیک با استفاده از ژئومورفولوژی به مطالعه تکتونیک نواحی می‌پردازد (سلیمانی، ۲۰۰۰). مطالعات ژئومورفولوژی یا زمین‌ریخت‌شناسی به بررسی اشکال مختلف سطح زمین و تغییرات حاصل از عوامل بیرونی و درونی بر روی این اشکال را بررسی می‌کند، که از نتایج حاصل از آن می‌توان در زمینه مدیریت منابع تجدیدشونده، تعیین شکل ظاهری زمین یا لندفرم‌ها استفاده کرده و از نظر مدیریت منابع، کمک قابل توجهی نماید. (محمودی و ملکی، ۱۳۸۰). تاکنون شاخص‌های ژئومورفولوژیکی زیادی مانند سطوح مثلثی شکل، شیب نیمرخ طولی رودخانه (شاخص k)، نسبت فاصله‌بندی شبکه زهکشی (R)، نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره (VF)، عدم تقارن حوضه زهکشی (AF) و غیره به‌عنوان ابزارهای مهمی جهت تشخیص تکتونیک‌های فعال توسط محققان مختلف مورد استفاده قرار گرفته است که در زیر به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌کنیم: همدونی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۸) با استفاده از شاخص‌های گرادیان طولی رودخانه SL، انتگرال هیپسومتری (Hi)، نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره VF، سینوسیته جبهه کوهستان (SMF)، عدم تقارن حوضه زهکشی (AF) و شکل حوضه (BS)، چهار کلاس فعالیت تکتونیک (IAT) کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد را برای جنوب غرب اسپانیا تعریف نمودند. بقا و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از ۶ شاخص مورفومتری فعالیت تکتونیک البرز مرکزی در شمال ایران را بررسی نموده و براساس مقادیر IAT منطقه را به چهار کلاس فعالیت بسیار زیاد، زیاد، متوسط و کم تقسیم کردند و نتایج نشان داد که کلاس بسیار زیاد و زیاد با خطوط گسلی در لبه جنوبی البرز مرکزی به طور خاصی همخوانی دارد. توپال<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۶) تکتونیک ژئومورفولوژی گسل عادی (نرمال) آکشیر در شمال غربی ترکیه را مطالعه کرده و از ۶ شاخص مورفولوژیکی استفاده نموده است و برای شواهد خطر زلزله در صدهای گذشته در این حوضه ارزیابی پالئو را انتخاب نموده و به این نتیجه رسیده که در کل میزان فعالیت تکتونیک و تجزیه و تحلیل دامنه‌ای در شمال زیاد و در مناطق مرکزی کمتر بوده و ۶ زیرحوضه شمالی فعال‌تر از مناطق جنوبی هستند. شارما<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۸) فعالیت تکتونیک حوضه آلاکاندا در هیمالیای هند را براساس ۸ شاخص مورفومتری و مشاهدات سیستم ماهواره‌ای ناوبری جهانی مورد مطالعه قرار داده‌اند. براساس شاخص فعالیت تکتونیک (IAT) داده‌های به دست آمده را به سه کلاس بسیار فعال با دامنه تا ۲، نسبتاً فعال با مقادیر ۲ تا ۲/۲۵ و کمتر فعال با دامنه بزرگ‌تر از ۲/۲۵ تقسیم نموده‌اند. نتایج نشان داد که براساس سیستم ماهواره‌ای ناوبری جهانی و اطلاعات پایه مرجع عملیاتی پایه، پوسته این منطقه دارای حرکت نسبتاً زیادی به میزان ۴۱.۱ میلی‌متر در سال است و قسمت جنوبی حوضه دارای فعالیت تکتونیک بیشتر و شرق دارای فعالیت تکتونیک کمتر می‌باشد. جابری و همکاران (۲۰۱۸) ارتباط میان تکتونیک فعال، فرسایش و دیاپیرسم در حبله‌رود البرز جنوبی (شمال ایران) با استفاده از ۷ شاخص ژئومورفولوژیکی را مطالعه نمودند و نتایج نشان می‌دهد که روند تکتونیک منطقه در البرز مرکزی از شمال غربی-جنوب شرقی به شمال شرقی-

<sup>1</sup>-Flores-Prieto

<sup>2</sup>-El Hamdouni

<sup>3</sup>- Topal

<sup>4</sup>- Sharma

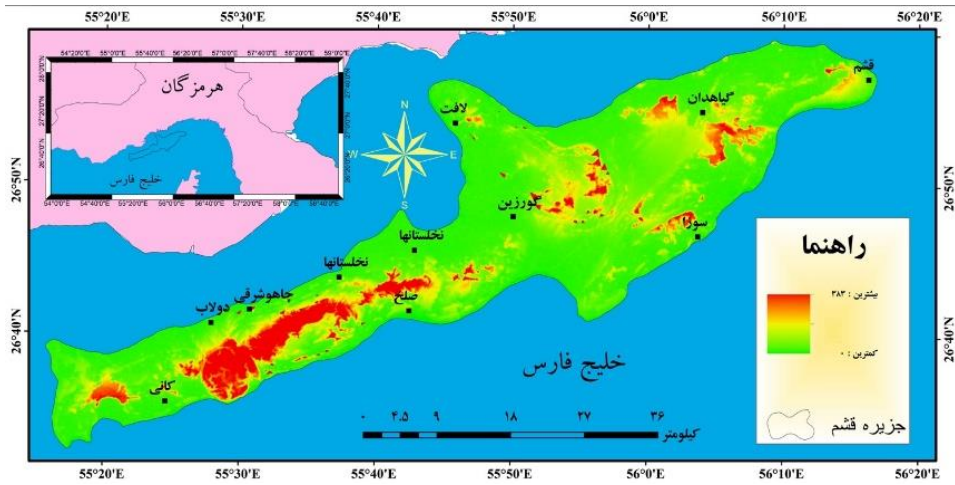
جنوب غربی در حال تغییر است. گیانو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از ۸ شاخص ژئومورفولوژیکی شواهد ژئومورفیک تکتونیک کواترنر در یک گسل در منطقه جنوب آپنین ایتالیا را بررسی نموده‌اند و هدف این بوده که شواهد توپوگرافی سطح بین دو بخش گسل و جبهه‌های کوهستان را کشف کنند و نتایج به دست آمده با شواهد توپوگرافی (گسل و جبهه‌های کوهستان) کاملاً مطابقت داشته و قسمت شمال غربی گسل فعالیت تکتونیک بیشتری را نشان داده‌اند. گورابی و نوحه-گر (۱۳۸۶) شواهد ژئومورفولوژیکی تکتونیک فعال (نو زمین ساخت) حوضه آبریز در که را ارزیابی نموده و در این تحقیق هفت شاخص ژئومورفولوژیکی برای بررسی فرایندهای پویا و دینامیک موثر در شکل دهی زمین و چشم انداز های موجود و طبقه بندی فعالیت تکتونیک حوضه آبخیز در که استفاده شده است و نتایج نشان دادند که این حوضه از فعالیت تکتونیک فعال بالایی برخوردار است. مقصودی و دلیر (۱۳۸۷) نقش تکتونیک در تنظیم کانال رودخانه تجن را ارزیابی نمودند و نتایج تحقیق نشان داد که با توجه به ضرایب به دست آمده از شاخص های ژئومورفولوژی و داده های ایستگاه های ژئودینامیک، منطقه از لحاظ فعالیت تکتونیک فعال می باشد اما میزان فعالیت در همه جای حوضه یکسان نبوده است. گورابی و کیارستمی (۱۳۹۴) ارزیابی زمین ساخت حوضه آبریز رودک (شمال شرق تهران) با استفاده از اختصاصات ژئومورفولوژیک در قالب الگوی TecDEM را مطالعه کرده و نتایج بررسی و تجزیه و تحلیل عناصر ساختاری مورفوتکتونیک استخراج شده مانند نیمرخ طولی رودخانه، جهت های جریان، مورفولوژی حوضه آبریز، نقطه های عطف و تغییر شیب، منحنی های هیپسومتری، بیان کننده تغییرات مورفوتکتونیک فعال حوضه است. امامی و همکاران (۱۳۹۵) فعالیت تکتونیک سه حوضه دیواندره-بیجار، سقر و سیمینه رود را در شمال غرب کشور با استفاده از شاخص های مورفوتکتونیک مورد بررسی قرار داده و نتایج تحقیق نشان می دهد که به ترتیب حوضه سیمینه رود دارای بیشترین فعالیت و حوضه سقر کمترین فعالیت را دارا می باشد. مقصودی و همکاران (۱۳۹۵) تاثیر نوزمین ساخت و تغییر اقلیم در تحول پهنه های ماسه ای شمال خاوری اهواز را با استفاده از شاخص های تراکم زهکش ها (P)، شکل حوضه (BS)، عدم تقارن حوضه زهکشی (AF)، سینوسیته جبهه کوهستان (SMF) و نمونه های رسوبی مورد بررسی و ارزیابی قرار داده به طوری که نتایج تحقیق نشان از تکامل پهنه های ماسه ای بخش خاوری اهواز به وسیله زمین ساخت و تغییر اقلیم می باشد. مقصودی و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از شاخص های تکتونیک شاخص عدم تقارن آبراهه (AF)، شاخص شکل حوضه (BS)، شاخص تقارن توپوگرافی عرضی (T)، شاخص سینوسیته کانال رودخانه (S)، حوضه سیمینه رود را ارزیابی نموده و نتایج نشان دهنده این است که حوضه سیمینه رود در هر ۴ شاخص دارای فعالیت تکتونیک فعال و بیشترین فعالیت تکتونیک در شاخص های شاخص تقارن توپوگرافی عرضی (T) و شاخص سینوسیته کانال رودخانه (S) مشاهده می شود. مقصودی و همکاران (۱۳۹۶) تاقدیس سلخ در بخش غربی جزیره قشم را توسط دو پارامتر مورفومتری تاقدیس، شامل سطوح مثلثی و دره های (ساغری) مورد بررسی و اندازه گیری قرار دادند. به طور کلی نتایج نشان می دهد که میزان فعالیت تکتونیک در یال شمالی تاقدیس در هر دو پارامتر بیشتر است. گورابی و امامی (۱۳۹۶) تأثیرات نوزمین ساخت بر تغییرات مورفولوژی حوضه های زهکشی سواحل مکران را براساس شاخص های شکل حوضه، پیچناکی رودخانه، تقارن توپوگرافی عرضی، عدم تقارن آبراهه، ناهنجاری و تراکم ناهنجاری بررسی نموده‌اند و در کل به این نتیجه دست یافته‌اند که فعالیت نسبی تکتونیک در منطقه از غرب به شرق افزایش می یابد. مقصودی و همکاران (۱۳۹۷) پنج تاقدیس در بخش جنوبی گسل میناب و شرق آن را توسط سه پارامتر مورفومتری تاقدیس شامل رویه های سه گوش، دره های شرابی و سینوسیته ی جبهه ی تاقدیس مورد بررسی و اندازه گیری قرار دادند و بر اساس نتایج به دست آمده از مجموعه ی عوامل مورد بررسی، منطقه ی مورد مطالعه دارای تکتونیک فعال است و اثرات این

<sup>1</sup>- Giano

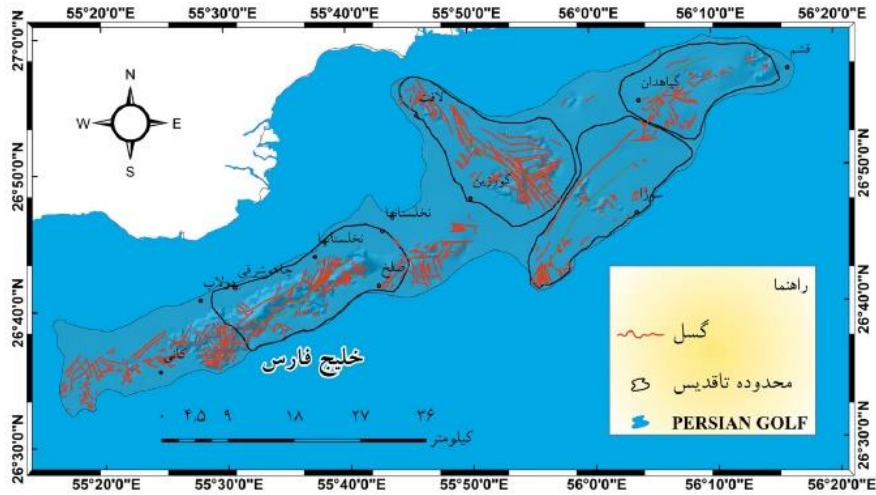
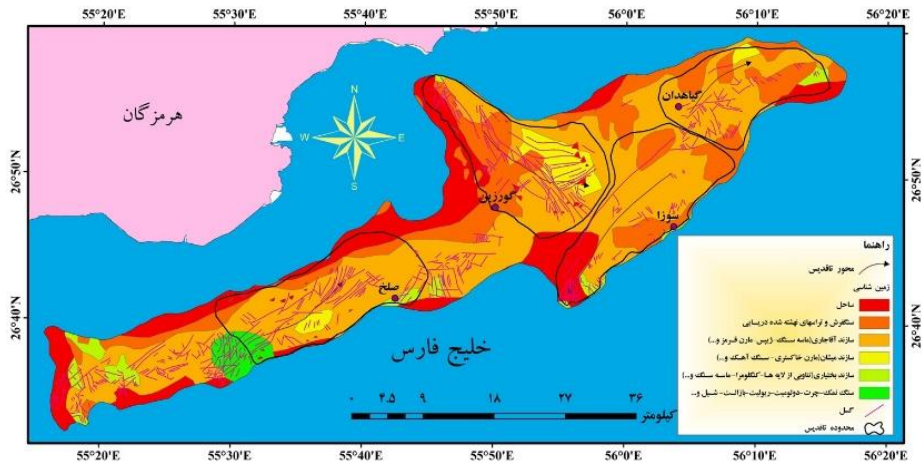
تکتونیک فعال در شواهد مورفوتکتونیک می‌باشد. مقصودی وهمکاران (۱۳۹۹) زمین ساخت فعال و تاثیر آن بر مورفولوژی طاق‌دیس‌های جزیره قشم را براساس ۶ شاخص مورد مطالعه قرار داده و نتایج نشان می‌دهد که بر اساس هر شش شاخص استفاده شده، هر ۴ طاق‌دیس سلخ، گورزین، سوزا و گیاهدان از نظر تکتونیک فعال بوده و هر جا تراکم گسلی بیشتر بوده بر خاستگی بر فرسایش غلبه پیدا کرده مثل غرب جزیره و هر جا که از تراکم گسلی کم شده فرسایش دشت یکنواختی را به وجود آورده است مثل شرق جزیره. در تحقیق حاضر از نظر فعالیت تکتونیک حوضه‌ای، جزیره قشم مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف از این پژوهش مشخص نمودن وضعیت فعالیت‌های تکتونیک با استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژی و مورفوتکتونیک در جزیره قشم می‌باشد و در این راستا براساس شاخص‌های ژئومورفولوژیکی و مورفوتکتونیک، ۴۴ زیرحوضه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است.

### منطقه مورد مطالعه

جزیره قشم به عنوان بزرگترین جزیره غیرمستقل دنیا در نزدیکی دهانه‌ی تنگه هرمز در خلیج فارس در ۵۵ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی و ۲۶ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۲۷ درجه و ۰۵ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. مساحت این جزیره ۱۴۸۶ کیلومتر مربع است. منطقه مورد مطالعه دارای بیشینه طولی بالغ بر ۱۱۰ کیلومتر و پهنای بین ۱۰ تا ۳۰ کیلومتر است. مرتفع‌ترین نقطه آن قله کوه نمکدان با بیش از ۳۸۰ متر ارتفاع می‌باشد (شکل ۱). منطقه قشم از نظر زمین‌ساختاری، جزئی از حاشیه جنوب خاوری و در پیشانی ایالت زمین‌شناسی زاگرس بوده، و زاگرس حوضه رسوبی و ایالتی از پهنه‌های چین‌خورده با روند ساختاری شمال‌غربی-جنوب‌شرقی را در حاشیه جنوبی سیستم کوهزایی نسبتاً فعال آلپ-همالیا تشکیل داده، که ویژگی‌های زمین‌ساختی آن طبیعتاً متأثر از تکوین مداوم تکتونیک و ژئودینامیک در طی دوره‌های زمین‌شناسی مربوط تا عهد حاضر بوده و در ادامه خواهد بود. از لحاظ زمین‌شناختی، سازندهای رخنمون شده در جزیره قشم شامل سری تبخیری هرمز به صورت گنبد‌ها یا دیاپیرهای نمکی و نهشته‌های مارنی، ماسه‌سنگی و سنگ آهکی است. منطقه قشم از نظر حرکات نئوزمین‌ساختی و لرزه‌خیزی به‌عنوان بخشی از ایالت زاگرس با زلزله‌های نسبتاً فراوان و در نتیجه محدودیت نسبی از نظر بزرگی زلزله‌ها، شناخته شده است. تشکیلات نمکی مربوط به سری هرمز یا گروه نمکدان که احتمالاً دارای سن نسبی پرکامبرین پسین یا پالئوزوئیک پیشین برای تشکیل اولیه نهشته‌های مربوط باشد. به‌صورت ساختار گنبدی در جزیره هنگام و زمین‌ریخت استوانه‌ای به قطر حدود ۷ کیلومتر در کوه نمکدان از جزیره قشم رخنمون دارد. علاوه بر تأثیر فشارهای تکتونیک و دینامیک در بالاردگی این تشکیلات به‌صورت گنبد‌های نمکی و از اعماق بیش از ده کیلومتری، اصولاً مؤثرترین عامل در این مورد یا پدیده دیاپیریسیم می‌تواند مربوط به خواص فیزیکی نهشته‌های نمکی باشد (شکل ۲ نقشه زمین‌شناسی قشم).



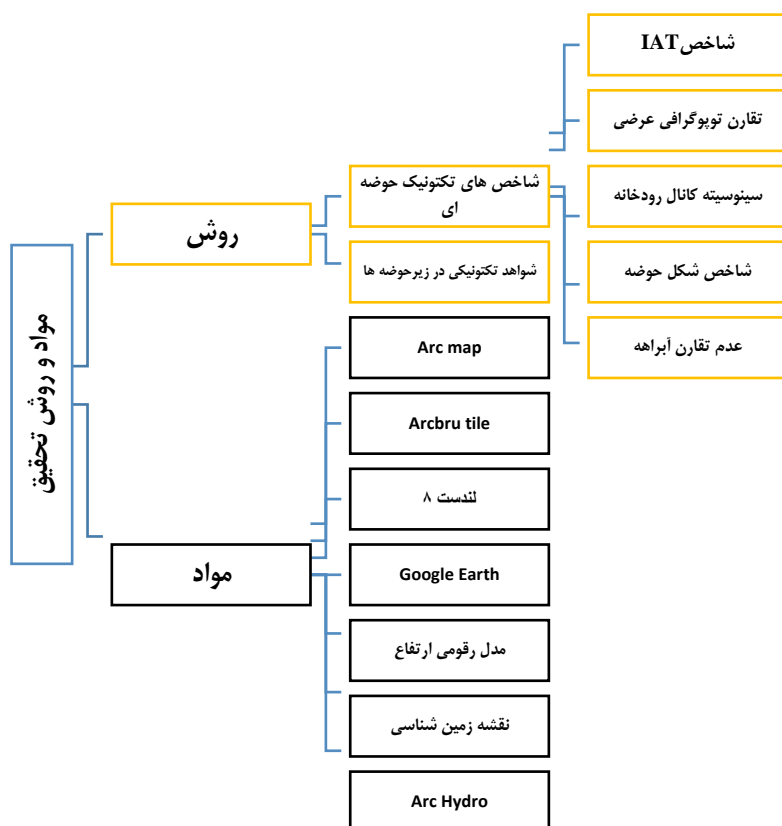
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی جزیره قسم در جنوب ایران



شکل ۲. نقشه زمین شناسی و گسل منطقه مورد مطالعه (برگرفته از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی)

## مواد و روش‌ها

از داده‌های نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰، مدل رقومی ارتفاع (Dem 30m)، Arc hydro و Arcbrt tile جهت ژئومورفومتری حوضه‌ها و زیرحوضه‌ها استفاده شده است. در این راستا و بر اساس روش تحقیق از ۵ شاخص ژئومورفیک متداول (انتخاب شده بر اساس منطقه مورد مطالعه و همخوانی برای زیرحوضه‌ها) جهت ارزیابی تأثیر تکتونیک فعال بر لندفرم‌ها و زیرحوضه‌های منطقه استفاده شده و محاسبات صورت گرفته است (شکل ۳). ۵ شاخص مورد استفاده شامل شاخص قرینگی یا عدم تقارن آبراهه<sup>۱</sup> (AF)، شاخص شکل حوضه (BS)، شاخص تقارن توپوگرافی عرضی (T)، شاخص پیچناکی رودخانه<sup>۲</sup> (S) و شاخص ارزیابی سطح فعالیت تکتونیک در حوضه<sup>۳</sup> (IAT) می‌باشد (شکل ۳).



شکل ۳. فلوجارت (مواد و روش) تحقیق

1- Asymmetry Factor

2- Sinuosity of river chanell

3- Index of relative Active tectonic

## شاخص عدم تقارن آبراهه

AF: عدم تقارن حوضه زهکشی؛ Ar : مساحت سمت راست حوضه (دید به سمت خروجی) و At: مساحت کل حوضه است.(بال<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷ و همدونی و همکاران، ۲۰۰۸).

$$AF=100(Ar/At) \quad \text{رابطه ۱}$$

## شاخص شکل حوضه (BS)

BS شکل حوضه؛ Bi طول حوضه (فاصله پایین ترین ارتفاع حوضه تا دورترین نقطه آن) و Bw عرض حوضه در عریض ترین بخش آن است(رامیرز و هررا<sup>۲</sup>، ۱۹۹۸ و بربانک و اندرسون<sup>۳</sup>، ۲۰۱۲).

$$BS=Bi/Bw \quad \text{رابطه ۲}$$

## شاخص تقارن توپوگرافی عرضی (T)

Da، فاصله آبراهه اصلی تا خط وسط حوضه و Dd، فاصله مرز حوضه تا خط وسط حوضه است.

$$T=Da/Dd \quad \text{رابطه ۳}$$

## شاخص سینوسیته کانال رودخانه (S)

c: طول رودخانه v: طول رودخانه به خط مستقیم

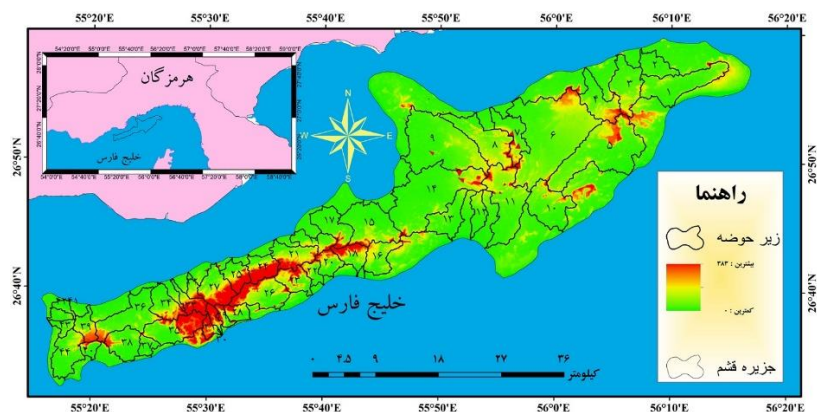
$$S=C/V \quad \text{رابطه ۴}$$

برای محاسبه پارامترهای هریک از شاخص ها از نرم افزار Arc map استفاده شده است. در محدوده جزیره قشم ۴۴ زیر حوضه استخراج شد و هر ۵ شاخص برای هر کدام محاسبه گردیده است.(شکل ۴).

<sup>1</sup>-bull

<sup>2</sup>-Ramirez and Herrera

<sup>3</sup>-burbank and Anderson

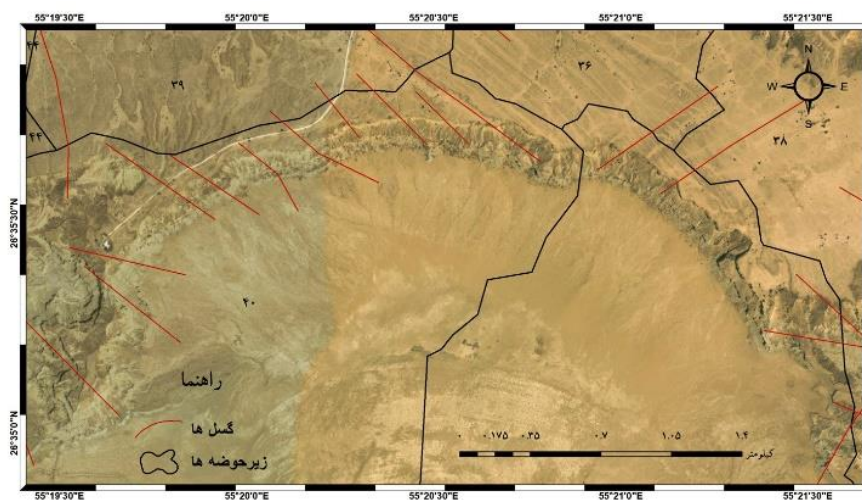


شکل ۴. موقعیت و تعداد زیرحوضه‌های مورد مطالعه

## یافته‌ها و نتایج تحقیق

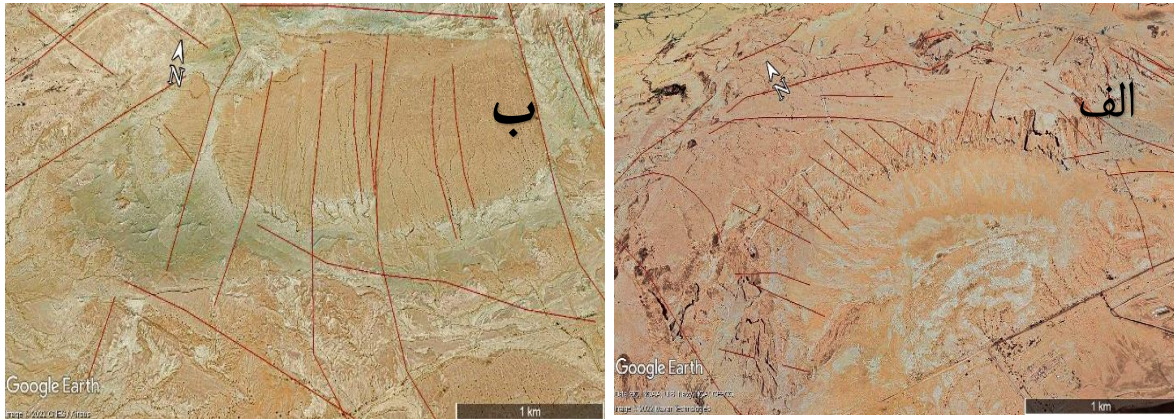
### شواهد مورفوتکتونیکی

تصاویر ماهواره‌ای جابه‌جایی لایه‌ها و خطوط را بر اثر گسل و تکتونیک نشان می‌دهد و اثبات می‌کند. در شکل ۵ وجود دیواره‌های هلالی شکل که به صورت پرتگاه تشکیل شده است نشانه‌ای از فعالیت حرکات تکتونیکی بوده به نحوی که دیواره پرتگاه بر اثر خطوط گسلی با جهات شمال غربی-جنوب شرقی (منطبق با زاگرس) تشکیل شده است. در شکل ۶ امتداد شمالی- جنوبی گسل‌ها، باعث به وجود آمدن دره‌های خطی زیادی به صورت شمالی- جنوبی شده و همچنین تغییر و جابه‌جایی لایه‌ها بر اثر گسل بسیار مشهود بوده و حرکات مورفوتکتونیکی را اثبات می‌کند.

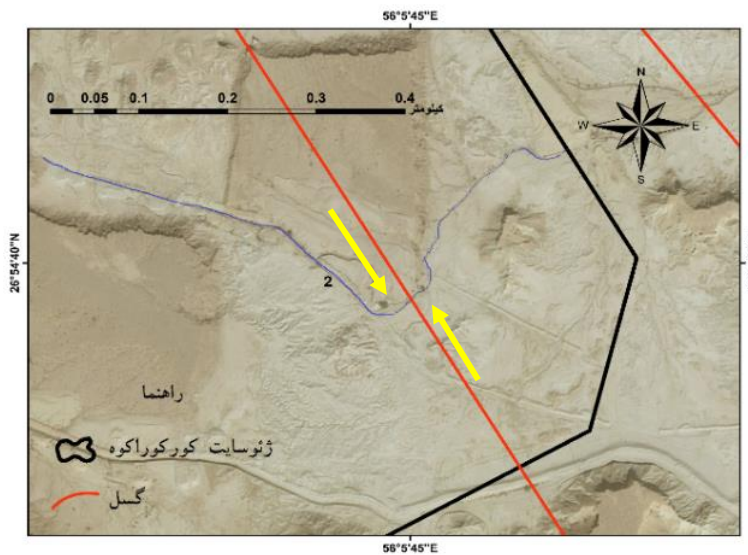


شکل ۵. دیواره هلالی شکل مشرف به دریا و تشکیل پرتگاه منطبق با فعالیت خطوط گسلی بر اساس تصاویر ماهواره‌ای (الف: لندست ۸ و ب: گوگل ارث)



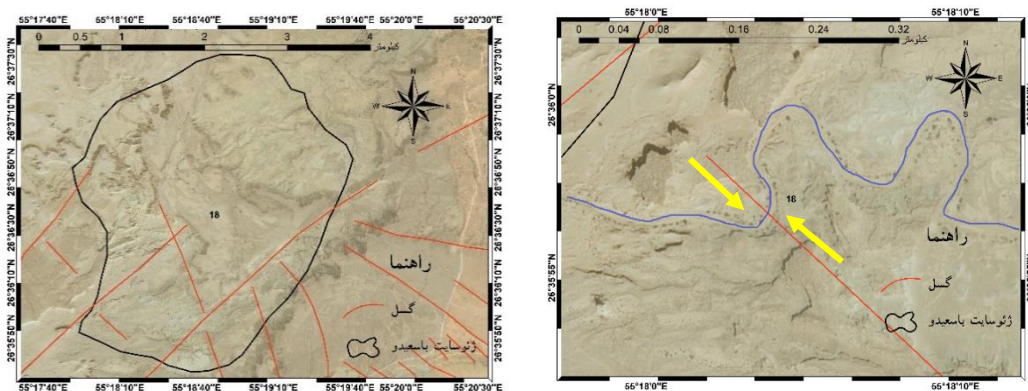


شکل ۶. شواهد فعالیت زمین ساخت بر اساس تصاویر ماهواره‌ای، جابه‌جایی لایه‌ها بر اثر فعالیت خطوط گسلی (الف: گوگل ارث و ب: لندست ۸)



شکل ۷. جابه‌جایی آبراهه توسط گسل چپ‌گرد در ژئوسایت کورکوراکوه (شواهد مورفوتکتونیک) (لندست ۸)

در کورکوراکوه که گسل کل محدوده را احاطه کرده است شواهد مورفوتکتونیک مشاهده می‌شود (زیرحوضه‌های ۳ و ۴). به طوری که انحراف شبکه آبراهه‌ها، نشانه‌ای از وجود تکتونیک فعال در این حوضه است. بنابراین می‌توان گفت با توجه به شواهد انحراف شبکه آبراهه در محدوده کورکوراکوه در تصاویر لندست ۸، تکتونیک و حرکات گسل‌ها در به وجود آمدن پیچیدگی‌های درون تپه‌ها و ایجاد مناظر توریستی و گردشگری نقش اساسی داشته است (شکل ۷).



شکل ۸. ژئوسایت باسعیدو، موقعیت گسل‌ها و جابه‌جایی آبراهه توسط گسل راست‌گرد (شواهد مورفوتکتونیک) (لندست ۸)

باسعیدو در غربی‌ترین قسمت جزیره قشم واقع شده است (زیرحوضه‌های ۳۹، ۴۳ و ۴۴). به طوری که در شمال، آثار فرسایشی و دشت‌های مسطح و در قسمت شرقی در مرز با بصیرا و جنوب، جایی که گسل‌ها خودنمایی می‌کنند دره‌ها، تنگه‌ها، دیواره کم‌ارتفاع در قسمت شرقی و دشت‌های نسبتاً مرتفع در اندازه کوچک قابل مشاهده هستند. همچنین تأثیر گسل‌ها در جابه‌جایی آبراهه‌ها مشهود بوده و در قسمت‌هایی که گسل وجود دارد ناهمواری‌ها بیشتر شده و هرچه به سمت شمال حرکت کنیم آثار فرسایشی برتری بیشتری را داشته‌اند (شکل ۸). این ناحیه که به‌عنوان آخرین مورد از تأثیر گسل‌ها و تکتونیک در اشکال آن، در غربی‌ترین نقطه جزیره و حوضه واقع شده است را می‌توان نماینده‌ی بسیار خوبی از کل جزیره باشد. به نحوی که اشکال فرسایشی و اشکال ناشی از گسل و بالآمدگی و جابه‌جایی خطوط به‌عنوان شواهد مورفوتکتونیک را می‌توان در این منطقه مشاهده نمود.

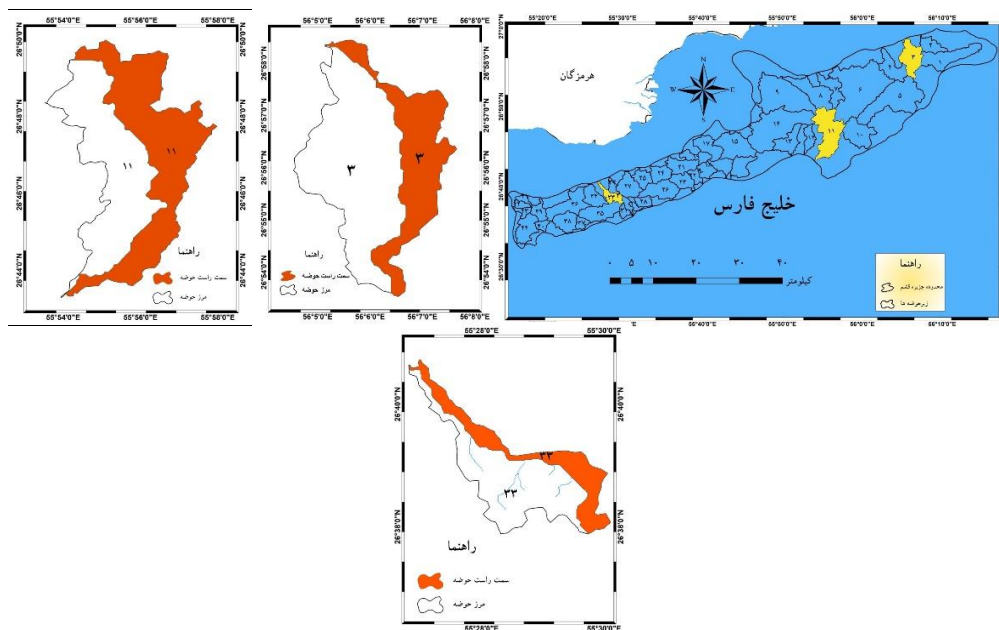
### شاخص‌های مورفوتکتونیک

#### شاخص قرینگی یا عدم تقارن آبراهه (AF)

شاخص عدم تقارن آبراهه تغییرات انحراف عمودی مسیر آبراهه را نشان می‌دهد، این شاخص به فعالیت‌های تکتونیک بسیار حساس است و در حوضه‌های آبریزی که فعالیت‌های تکتونیک را تجربه نکرده‌اند این شاخص برابر با ۵۰ همچنین مقادیر کمتر و بیشتر از ۵۰ نشان‌دهنده کج‌شدگی حوضه به سمت راست و چپ بر اثر فعالیت‌های تکتونیک در زمان‌های مختلفی است (کلر و پینتر، ۲۰۰۲) (شکل ۹). همدونی و همکاران ۲۰۰۸ به منظور تفکیک و کلاسه‌بندی حوضه‌ها براساس این شاخص، ۳ کلاس را مد نظر قرار داده‌اند که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد. همچنان که در جدول ۳ مشاهده می‌گردد براساس این شاخص تعداد ۲۰ زیرحوضه در کلاس ۱، ۱۲ زیرحوضه در کلاس ۲ و ۱۲ زیرحوضه نیز در کلاس ۳ قرار می‌گیرند. بنابراین ۲۰ زیرحوضه (معادل ۴۵ درصد) از کل جزیره قشم براساس نتایج این شاخص دارای تکتونیک بسیار فعال است (شکل ۱۰).

1- Asymmetry Factor

2- keller and pinter



شکل ۹. نمونه‌ای انجام شده از شاخص عدم تقارن حوضه به ترتیب از شرق به غرب (زیرحوضه‌های ۳، ۱۱ و ۳۳)

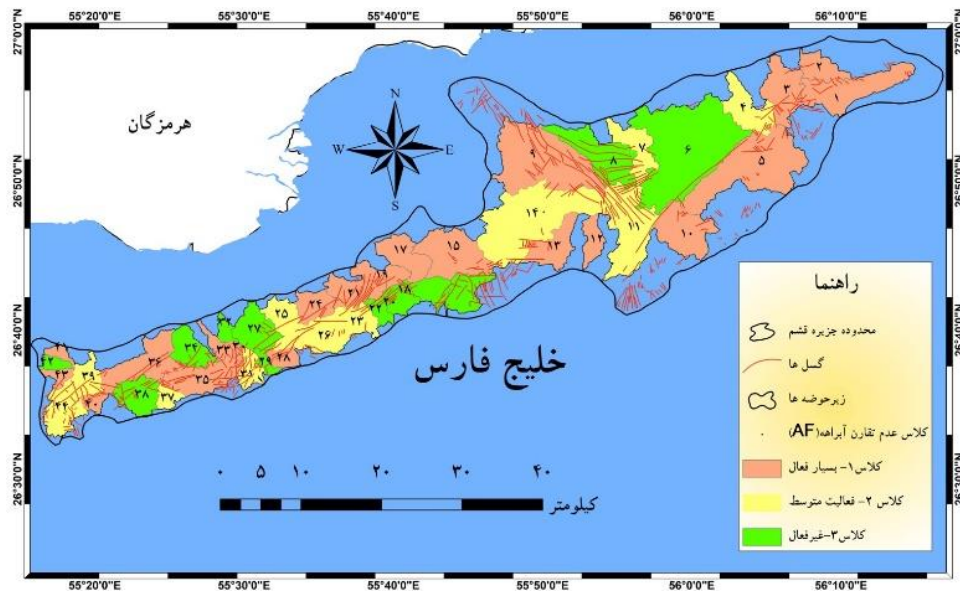
جدول ۲. تقسیم‌بندی فعالیت تکنونیک براساس شاخص AF

کلاس ۱ = بسیار فعال	کلاس ۲ = فعالیت متوسط	کلاس ۳ = غیر فعال
$Af-50 > 15$	$7 < Af-50 < 15$	$Af-50 < 7$

جدول ۳. محاسبات شاخص عدم تقارن آبراهه در ۴۴ زیرحوضه جزیره قشم

زیر حوضه	AF-50	AF عدم تقارن زهکشی	سطح فعالیت	زیر حوضه	AF-50	AF عدم تقارن زهکشی	سطح فعالیت	زیر حوضه	AF-50	AF عدم تقارن زهکشی	سطح فعالیت
۱	۲۱.۵	۷۱.۵	۱	۱۶	۳.۴	۴۶.۶	۳	۳۱	۱۴.۵	۶۴.۵	۲
۲	۱۵.۵	۳۴.۵	۱	۱۷	۲.۰	۳۰.۰	۱	۳۲	۰	۵۰	۳
۳	۱۶.۳	۳۳.۷	۱	۱۸	۶.۱	۴۳.۹	۳	۳۳	۱۷.۱	۳۲.۹	۱
۴	۱۰.۲	۳۹.۸	۲	۱۹	۲.۱	۲۹.۰	۱	۳۴	۶.۷	۵۶.۷	۳
۵	۲۰.۹	۲۹.۱	۱	۲۰	۵.۴	۵۵.۴	۳	۳۵	۲۶.۹	۷۶.۹	۱
۶	۲.۳	۵۲.۳	۳	۲۱	۲۱.۱	۲۸.۹	۱	۳۶	۱۶.۱	۶۶.۱	۱
۷	۱۱.۲	۳۸.۸	۲	۲۲	۱.۴	۵۱.۴	۳	۳۷	۸.۴	۴۱.۶	۲
۸	۴.۱	۵۴.۱	۳	۲۳	۱۳.۶	۳۶.۴	۲	۳۸	۵	۵۵	۳
۹	۳۰.۱	۸۰.۱	۱	۲۴	۲۶.۱	۲۳.۹	۱	۳۹	۱۰	۴۰	۲
۱۰	۲۹	۲۱	۱	۲۵	۸.۵	۵۸.۸	۲	۴۰	۲۸.۵	۲۱.۵	۱
۱۱	۱۰.۸	۳۹.۲	۲	۲۶	۱.۰	۴۰.۰	۲	۴۱	۲۳.۷	۲۶.۳	۱
۱۲	۲۳.۹	۲۶.۱	۱	۲۷	۵.۷	۵۶.۷	۳	۴۲	۶.۵	۵۶.۵	۳
۱۳	۲۶.۱	۷۶.۱	۱	۲۸	۲۲.۳	۲۷.۷	۱	۴۳	۱۶	۶۶	۱
۱۴	۱۰.۲	۳۹.۸	۲	۲۹	۰	۵۰.۰	۳	۴۴	۱۳.۲	۳۶.۸	۲
۱۵	۱۶.۶	۳۳.۴	۱	۳۰	۱۱.۴	۳۸.۶	۲				

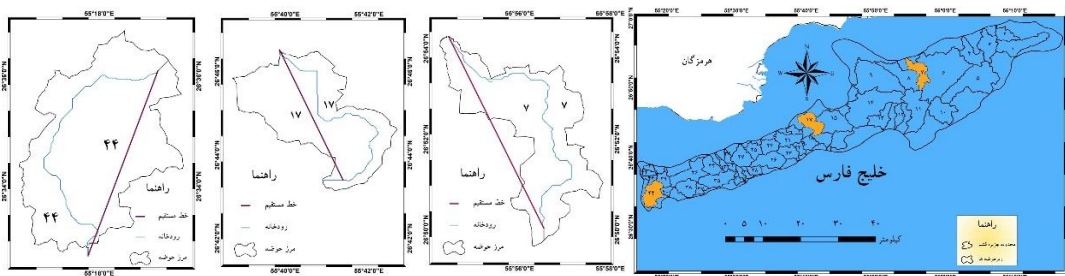
هر ۴۴ زیر حوضه بر اساس این شاخص مورد ارزیابی و محاسبه قرار گرفته است (جدول ۳). بیشترین بالآمدگی در ساحل راست به زیر حوضه شماره ۹ (مرکز قسمت شمالی جزیره) برمی گردد با ۸۰.۱. بیشترین بالآمدگی در ساحل چپ در زیر حوضه های شماره ۱۰ (مرکز قسمت جنوبی جزیره) و ۲۴ (غرب جزیره) به ترتیب با ۲۱ و ۲۳.۹. اما در کل جزیره عدد به دست آمده در این شاخص نشان دهنده بالآمدگی در ساحل های چپ زیرحوضه ها می باشد به طوری که میزان AF به دست آمده برابر با عدد ۴۴ می باشد. بنابراین جزیره قشم بر اساس این شاخص دارای تکتونیک فعال حوضه ای با بالآمدگی سواحل چپ در زیرحوضه ها می باشد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰. نقشه شاخص عدم تقارن آبراهه

شاخص سینوسیته رودخانه<sup>۱</sup> (S)

در این شاخص می‌توان ارتباط میان مقدار کج‌شدگی بستر رودخانه و تغییر در سینوسیته آن را مورد بررسی قرارداد و چنین نتیجه گرفت با افزایش مقدار کج‌شدگی برای رسیدن به یک مقدار ثابت، سینوسیته رود کاهش و با کاهش کج‌شدگی این مقدار نیز افزایش می‌یابد و این تغییر سینوسیته یا پیچناکی بیانگر تغییر و کاهش در نرخ فعالیت زمین‌ساختی منطقه محسوب می‌شود (شکل ۱۱). برای این شاخص در ۴۴ زیر حوضه مورد مطالعه اعداد (جدول ۵) به دست آمد. هر چه مقادیر این شاخص به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد، بیانگر شدت فعالیت‌های تکتونیکی است و برعکس (کلر و پینتر، ۲۰۰۲). براین اساس ۳ کلاس زیر برای شدت فعالیت تکتونیکی معرفی می‌گردد که در جدول ۴ مشاهده می‌گردد. براساس جدول ۵، ۲۱ زیرحوضه در کلاس فعالیت تکتونیکی ۱، ۲۰ زیرحوضه در کلاس ۲ و ۳ زیرحوضه در کلاس ۳ قرار می‌گیرند.



شکل ۱۱. نمونه‌ای انجام‌شده از شاخص سینوسیته به ترتیب از شرق به غرب (زیرحوضه‌های ۷، ۱۷ و ۴۴)

<sup>1</sup>- Sinuosity of river channel

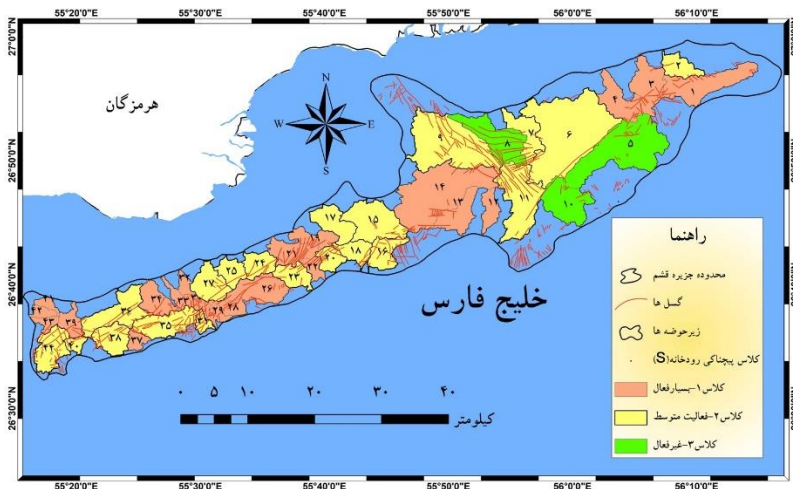
جدول ۴. تقسیم‌بندی فعالیت تکتونیکی براساس شاخص S

کلاس ۱ = بسیار فعال	کلاس ۲ = فعالیت متوسط	کلاس ۳ = غیر فعال
$S < 1.35$	$1.35 < S < 1.7$	$S > 1.7$

جدول ۵. محاسبات شاخص سینوسیته در ۴۴ زیرحوضه جزیره قشم

زیر حوضه	S ضریب سینوسیته	سطح فعالیت	زیر حوضه	S ضریب سینوسیته	سطح فعالیت	زیر حوضه	S ضریب سینوسیته	سطح فعالیت
۱	۱.۲۸	۱	۱۶	۱.۳۷	۲	۳۱	۱.۴۸	۲
۲	۱.۵	۲	۱۷	۱.۶۱	۲	۳۲	۱.۱۳	۱
۳	۱.۳	۱	۱۸	۱.۴۲	۲	۳۳	۱.۲۶	۱
۴	۱.۳۳	۱	۱۹	۱.۱۶	۱	۳۴	۱.۲۵	۱
۵	۱.۷۶	۳	۲۰	۱.۴۵	۲	۳۵	۱.۳۷	۲
۶	۱.۶۷	۲	۲۱	۱.۳۱	۱	۳۶	۱.۳۷	۲
۷	۱.۵	۲	۲۲	۱.۲۵	۱	۳۷	۱.۳۴	۱
۸	۱.۷۲	۳	۲۳	۱.۵۶	۲	۳۸	۱.۵۱	۲
۹	۱.۵	۲	۲۴	۱.۵	۲	۳۹	۱.۲۱	۱
۱۰	۱.۷۳	۳	۲۵	۱.۳۷	۲	۴۰	۱.۵	۲
۱۱	۱.۶۱	۲	۲۶	۱.۳۱	۱	۴۱	۱.۱۲	۱
۱۲	۱.۱۹	۱	۲۷	۱.۵۲	۲	۴۲	۱.۱	۱
۱۳	۱.۲۲	۱	۲۸	۱.۲۹	۱	۴۳	۱.۱	۱
۱۴	۱.۲	۱	۲۹	۱.۱	۱	۴۴	۱.۵۲	۲
۱۵	۱.۵	۲	۳۰	۱.۱	۱			

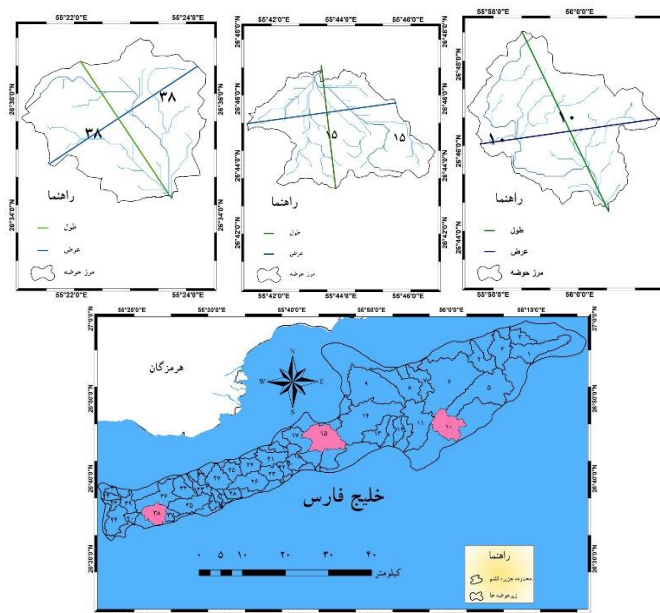
این شاخص نیز برای ۴۴ زیر حوضه مورد محاسبه و اندازه گیری قرار گرفته است و براین اساس زیرحوضه های غرب قشم دارای تکتونیک فعال تر نسبت به شرق جزیره می باشند به طوری که در زیرحوضه های ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴ که همگی در غرب جزیره واقع شده اند میزان سینوسیته S برای ۴ زیر حوضه ۱.۱ به دست آمده و برای زیر حوضه های ۵ و ۶ که در شرق جزیره واقع شده اند میزان سینوسیته S از همه زیرحوضه ها بیشتر بوده که به ترتیب ۱.۷۶ و ۱.۶۷ را نشان می دهند. اما در کل جزیره میانگین ۴۴ زیرحوضه عدد ۱.۳۷ را برای سینوسیته S نشان می دهد و با توجه به اینکه به عدد ۱ نزدیک می باشد می توان گفت که جزیره از نظر این شاخص، حوضه های دارای تکتونیک به نسبت فعالیت زیادی را دارا است (شکل ۱۲).



شکل ۱۲. نقشه شاخص سینوسیته رودخانه

### شاخص شکل حوضه (BS)

مقادیر بزرگ این شاخص مربوط به حوضه های کشیده در نواحی فعال زمین ساختی است در حالی که مقادیر کوچک در حوضه های دایره ای شکل، نواحی غیر فعال را نشان می دهند و در جدول ۷ مقادیر هر پارامتر شاخص شکل حوضه برای ۴۴ زیرحوضه استخراج گردیده است (شکل ۱۳). حوضه هایی که با مقادیر زیاد BS یعنی بیشتر از ۳ مشخص می شوند، از نظر تکتونیک فعال هستند. زمانی که BS بین ۲ تا ۳ باشد، حوضه ها از نظر فعالیت زمین ساختی در کلاس ۲ قرار دارند و مقادیر کمتر از ۲، حوضه های دایره ای شکل را نشان می دهند که از نظر فعالیت، غیرفعال محسوب می شوند (جدول ۶). (همدونی، ۲۰۰۸). از نظر فعالیت تکتونیک براساس این شاخص ۲ زیرحوضه در کلاس ۱، ۲ زیرحوضه در کلاس ۲ و ۴۰ زیرحوضه در کلاس ۳ قرار می گیرند (جدول ۷).



شکل ۱۳. نمونه‌ای انجام‌شده از شاخص شکل حوضه به ترتیب از شرق به غرب (زیرحوضه‌های ۱۰، ۱۵ و ۳۸)

#### جدول ۶. تقسیم‌بندی فعالیت تکتونیکی براساس شاخص BS

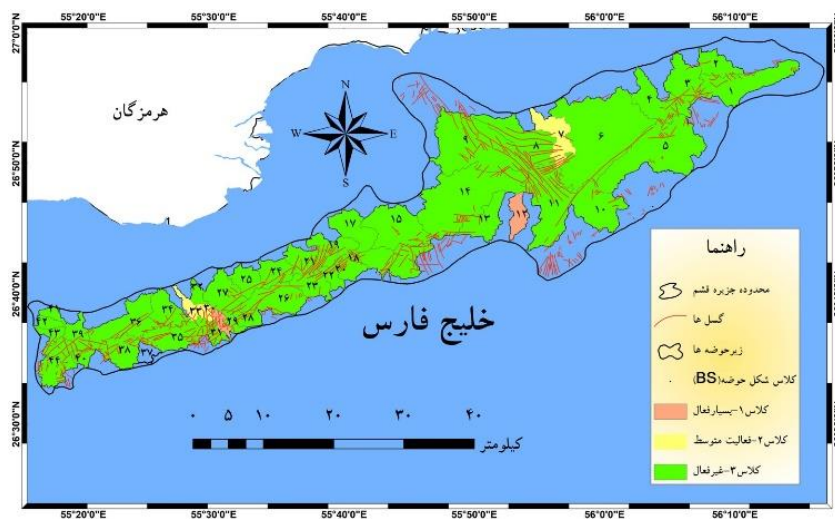
کلاس ۱ = بسیار فعال	کلاس ۲ = فعالیت متوسط	کلاس ۳ = غیر فعال
$BS > 3$	$2 < BS < 3$	$2 > BS$



جدول ۷. محاسبات شاخص شکل حوضه در ۴۴ زیر حوضه جزیره قشم

زیر حوضه	BS شکل حوضه	سطح فعالیت	زیر حوضه	BS شکل حوضه	سطح فعالیت	زیر حوضه	BS شکل حوضه	سطح فعالیت
۱	۰.۶۸	۳	۳۱	۱.۲	۳	۳	۱.۴	۳
۲	۱.۶	۳	۳۲	۱.۵	۳	۳	۲.۱	۳
۳	۱.۷	۳	۳۳	۱	۳	۲	۲.۱	۲
۴	۱.۸	۳	۳۴	۱.۸	۳	۳	۱.۴	۳
۵	۰.۵۳	۳	۳۵	۱.۲	۳	۳	۰.۴	۳
۶	۰.۷	۳	۳۶	۰.۸	۳	۳	۰.۶	۳
۷	۲.۹	۲	۳۷	۱.۶	۳	۳	۱.۲	۳
۸	۱.۷	۳	۳۸	۱.۵	۳	۳	۱	۳
۹	۰.۷	۳	۳۹	۱	۳	۳	۱.۷	۳
۱۰	۱.۲	۳	۴۰	۱.۳	۳	۳	۰.۸	۳
۱۱	۲.۱	۳	۴۱	۰.۶	۳	۳	۱.۴	۳
۱۲	۳.۴	۱	۴۲	۱.۱	۳	۳	۱.۹	۳
۱۳	۱.۳	۳	۴۳	۱.۲	۳	۳	۱.۵	۳
۱۴	۱.۱	۳	۴۴	۱.۸	۳	۳	۱.۶	۳
۱۵	۰.۹	۳		۳	۱			
								۳۰

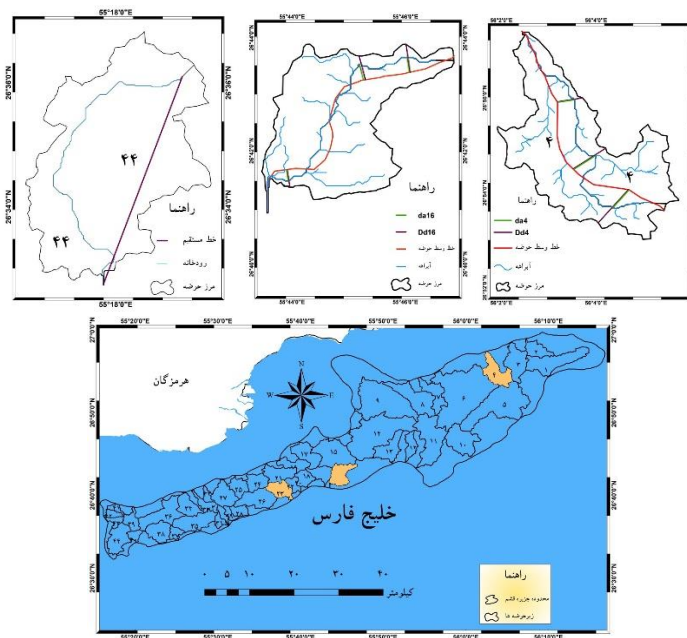
در مناطق با تکتونیک فعال میزان شاخص شکل حوضه BS بیشتر از ۳ می باشد. و هرچه کمتر از این باشد حوضه از نظر تکتونیکی غیرفعال تر می شود. در ۴۴ زیر حوضه جزیره قشم تنها دو زیر حوضه شماره ۱۲ و ۳۰ اعداد BS بالای ۳ را نشان می دهند و بنابراین در این دو زیر حوضه تکتونیک فعال بوده و در بقیه زیر حوضه ها از نظر این شاخص بالآآمدگی آن چنانی دیده نمی شود. زیر حوضه شماره ۳۵ با BS ۰.۴ کمترین میزان فعالیت را به خود اختصاص داده است. در سطح کلی نیز شاخص شکل حوضه BS میانگین عدد ۱.۴ را نشان می دهد. نکته ای که باید به آن اشاره کرد این است که میزان BS در حوضه های کشیده بیشتر بوده و هرچه فرسایش بیشتر بوده و شکل حوضه به دایره ای نزدیک تر باشد مقدار BS نیز کمتر می گردد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴. نقشه شاخص شکل حوضه

### شاخص تقارن توپوگرافی عرضی (T)

این شاخص نیز برای هر ۴۴ زیرحوضه محاسبه و اندازه‌گیری شده است (جدول ۹) و در حوضه‌های کاملاً متقارن  $T=0$  است و مقدار  $T$  بیانگر یک بردار با مقدار عددی بین ۰ تا ۱ است به طوری که با افزایش عدم تقارن مقدار  $T$  افزایش پیدا می‌کند بنابراین در این شاخص مقادیر عددی نزدیک به ۱ بیانگر تکتونیک فعال می‌باشد. جلبه‌جایی کلی و عمومی رودخانه دلیل بر کج‌شدگی زمین در جهت خاصی می‌باشد (جدول ۸). براساس جدول ۹، تعداد ۱۵ زیرحوضه در کلاس ۱، ۲۵ زیرحوضه در کلاس ۲ و ۴ زیرحوضه در کلاس ۳ قرار گرفته‌اند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵. نمونه‌ای انجام‌شده از شاخص توپوگرافی تقارن عرضی به ترتیب از شرق به غرب (زیرحوضه‌های ۴، ۱۶ و ۲۳)

#### جدول ۸. تقسیم‌بندی فعالیت تکتونیکی براساس شاخص T

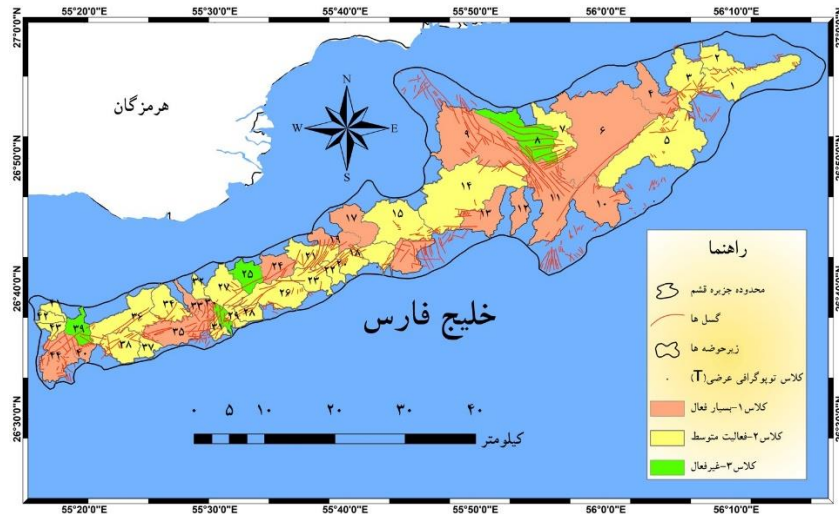
کلاس ۱ = بسیار فعال	کلاس ۲ = فعالیت متوسط	کلاس ۳ = غیر فعال
$T > 0.6$	$0.3 < T < 0.6$	$T > 0.3$

جدول ۹. محاسبات شاخص تقارن توپوگرافی عرضی در ۴۴ زیرحوضه جزیره قشم

زیر حوضه	T تقارن توپوگرافی عرضی	سطح فعالیت	زیر حوضه	T تقارن توپوگرافی عرضی	سطح فعالیت	زیر حوضه	T تقارن توپوگرافی عرضی	سطح فعالیت
۱	۰.۵۴	۲	۱۶	۰.۶۰	۱	۲	۰.۵۱	۲
۲	۰.۴۲	۲	۱۷	۰.۶۴	۱	۲	۰.۵۱	۲
۳	۰.۵۶	۲	۱۸	۰.۴۲	۲	۱	۰.۶۴	۱
۴	۰.۶۱	۱	۱۹	۰.۶۴	۱	۲	۰.۳۲	۲
۵	۰.۵۲	۲	۲۰	۰.۴۷	۲	۱	۰.۶۲	۱
۶	۰.۶۵	۱	۲۱	۰.۵۱	۲	۲	۰.۵۱	۲
۷	۰.۵۶	۲	۲۲	۰.۴۹	۲	۲	۰.۵۱	۲
۸	۰.۳۰	۳	۲۳	۰.۵۴	۲	۲	۰.۴۲	۲
۹	۰.۹۰	۱	۲۴	۰.۶۷	۱	۳	۰.۳۰	۳
۱۰	۰.۷۸	۱	۲۵	۰.۳۰	۳	۱	۰.۷۰	۱
۱۱	۰.۶۴	۱	۲۶	۰.۴۰	۲	۲	۰.۴۶	۲
۱۲	۰.۶۵	۱	۲۷	۰.۴۰	۲	۲	۰.۴۷	۲
۱۳	۰.۶۱	۱	۲۸	۰.۵۵	۲	۲	۰.۵۷	۲
۱۴	۰.۵۳	۲	۲۹	۰.۴۹	۲	۱	۰.۶۷	۱
۱۵	۰.۵۲	۲	۳۰	۰.۳۰	۳			

برای هر ۴۴ زیرحوضه جزیره قشم این شاخص محاسبه و اندازه‌گیری شد. در این شاخص مقدار عددی توپوگرافی عرضی T بین ۰ و ۱ تعریف می‌گردد یعنی اگر میزان عدد به دست آمده هرچه به ۱ نزدیک‌تر باشد حوضه دارای تقارن توپوگرافی عرضی کمتر و در نتیجه میزان فعالیت تکتونیکی نیز بیشتر خواهد بود. بیشترین میزان فعالیت تکتونیکی در زیرحوضه‌ها مربوط به زیرحوضه شماره ۹ با میزان ۰.۹۰، زیرحوضه شماره ۱۰ با میزان ۰.۷۸ و کمترین میزان فعالیت تکتونیکی نیز به حوضه‌های شماره ۸، ۲۵، ۳۰ و ۳۹ بوده با عدد ۰.۳۰. در سطح کل زیرحوضه‌ها نیز میانگین ۰.۵۱ به

دست آمد که نشان دهنده عدد بالایی است. در نتیجه از نظر این شاخص نیز منطقه مورد مطالعه فعالیت تکتونیکی بالایی را دارا می باشد (شکل ۱۶).



شکل ۱۶. نقشه تقارن توپوگرافی عرضی

#### شاخص ارزیابی سطح فعالیت تکتونیکی در حوضه (IAT)

این شاخص با محاسبه شاخص های بالا و میانگین گیری از نتایج کلاس بندی آن ها در هر واحد سطح فعالیت های تکتونیکی به دست می آید. طبقات مختلف شاخص IAT به صورت زیر است. واحدهایی با  $S/N=1-15$  در کلاس ۱ (فعالیت بسیار زیاد)،  $S/N=1.5-2$  در کلاس ۲ (فعالیت زیاد)،  $S/N=2-2.5$  در کلاس ۳ (فعالیت متوسط) و مقادیر  $S/N > 2.5$  در کلاس ۴ و فعالیت تکتونیکی کم قرار می گیرند (جدول ۱۰).

جدول ۱۰. تقسیم بندی فعالیت تکتونیکی بر اساس شاخص کلی IAT

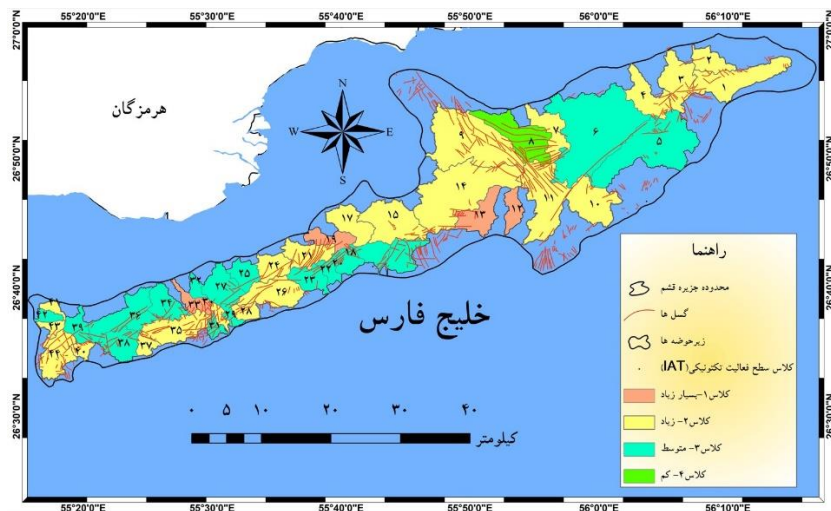
کلاس ۱ = بسیار زیاد	کلاس ۲ = زیاد	کلاس ۳ = متوسط	کلاس ۴ = کم
$S/N=1-1/5$	$S/N=1/2-5$	$S/N=2-2/5$	$S/N > 2/5$

<sup>1</sup>- Index of relative Active tectonic

جدول ۱۱. مقادیر و رده فعالیت تکتونیکی شاخص‌های مورفوتکتونیکی مربوط به زیرحوضه‌ها براساس شاخص IAT

شاخص IAT	S/N	زیر حوضه	شاخص IAT	S/N	زیر حوضه	شاخص IAT	S/N	زیر حوضه
۳	۲.۲۵	۳۱	۳	۲.۲۵	۱۶	۲	۱.۷۵	۱
۳	۲.۲۵	۳۲	۲	۱.۷۵	۱۷	۲	۲	۲
۱	۱.۲۵	۳۳	۳	۲.۵	۱۸	۲	۱.۷۵	۳
۳	۲.۲۵	۳۴	۱	۱.۵	۱۹	۲	۱.۷۵	۴
۲	۱.۷۵	۳۵	۳	۲.۵	۲۰	۳	۲.۲۵	۵
۳	۲.۲۵	۳۶	۲	۱.۷۵	۲۱	۳	۲.۲۵	۶
۲	۲	۳۷	۳	۲.۲۵	۲۲	۲	۲	۷
۳	۲.۵	۳۸	۳	۲.۲۵	۲۳	۴	۳	۸
۳	۲.۲۵	۳۹	۲	۱.۷۵	۲۴	۲	۱.۷۵	۹
۲	۱.۷۵	۴۰	۳	۲.۵	۲۵	۲	۲	۱۰
۲	۱.۷۵	۴۱	۲	۲	۲۶	۲	۲	۱۱
۳	۲.۲۵	۴۲	۳	۲.۵	۲۷	۱	۱	۱۲
۲	۱.۷۵	۴۳	۲	۱.۷۵	۲۸	۱	۱.۵	۱۳
۲	۲	۴۴	۳	۲.۲۵	۲۹	۲	۲	۱۴
			۲	۱.۷۵	۳۰	۲	۲	۱۵

در این قسمت نتیجه نهایی هر ۴ شاخص به وسیله یک شاخص کلی مورد ارزیابی قرار گرفته و برای هر ۴۴ زیرحوضه محاسبه گردیده است و در دو جدول ۱۰ و ۱۱ نحوه تقسیم‌بندی این شاخص و همچنین نتایج کلی ۴۴ زیرحوضه براساس ۴ شاخص محاسبه گردیده، نمایش داده شده است. همچنان که در جدول ۱۱ و شکل ۱۷ مشاهده می‌گردد تعداد ۲۶ زیرحوضه (معادل ۵۹ درصد) از کل جزیره دارای تکتونیک فعال با درجه خیلی زیاد (۴ مورد) و زیاد (۲۲ مورد) هستند. همچنین تعداد ۱۷ زیرحوضه در درجه متوسط قرار گرفته‌اند و در نهایت تنها یک زیرحوضه در کلاس کم قرار گرفته است.



شکل ۱۷. نقشه فعالیت تکتونیکی زیرحوضه‌ها براساس شاخص IAT

### نتیجه گیری

در بررسی تکتونیک فعال جزیره براساس ۵ شاخص مورد استفاده و محاسبه شده، کل جزیره دارای فعالیت نسبی تکتونیک بالا می‌باشد. در شاخص عدم تقارن آبراهه از میان ۴۴ زیرحوضه تعداد ۲۰ زیرحوضه (۱۲ مورد غرب جزیره) در کلاس تکتونیک کاملاً فعال قرار گرفته‌اند که این نشان‌دهنده کج‌شدگی حوضه‌ها در هر دو ساحل چپ و راست بوده و زیرحوضه‌ها را دستخوش تغییرات اساسی نموده است. ۲۱ زیرحوضه (۱۵ زیرحوضه در غرب جزیره) از ۴۴ مورد محاسبه شده برای شاخص سینوسیته رودخانه در کلاس فعالیت تکتونیکی بالا قرار گرفته‌اند. براساس این شاخص تنها زیرحوضه‌های ۵، ۸ و ۱۰ غیرفعال بوده و بقیه زیرحوضه‌ها نیز فعالیت متوسط رو به بالا را نشان می‌دهند. ارزیابی شاخص توپوگرافی تقارن عرضی نشان‌دهنده این است که تنها ۴ زیرحوضه در کلاس تکتونیک با فعالیت کم قرار گرفته‌اند این در حالی است که تعداد ۱۵ (۸ زیرحوضه در غرب جزیره) مورد دارای فعالیت بالا بوده است. اما در شاخص شکل حوضه نتایج برخلاف سه شاخص دیگر بوده است به طوری که فقط ۴ زیرحوضه در کلاس تکتونیکی فعال قرار گرفته و بقیه زیرحوضه‌ها میزان فعالیت آنچنانی را نشان نمی‌دهند که بیانگر این می‌باشد که خطوط گسلی و حرکات مورفوتکتونیکی نتوانسته است که در تغییر شکل زیرحوضه‌ها نقش داشته باشد و در نهایت طول و عرض زیرحوضه‌ها به یک میزان دستخوش تغییر قرار گرفته و شکل اولیه خود را حفظ نموده‌اند. و در نهایت شاخص ارزیابی سطح فعالیت تکتونیکی در حوضه، از تقسیم مجموع امتیاز کلاس‌ها بر تعداد شاخص‌ها به دست می‌آید، بیانگر فعالیت تکتونیک در کل جزیره قشم می‌باشد زیرا تعداد ۲۶ زیرحوضه (۱۷ زیرحوضه در غرب جزیره) در دو کلاس ۱ و ۲ (خیلی زیاد و زیاد) قرار گرفته‌اند. زیر حوضه شماره ۸ با در قرار گرفتن در کلاس غیرفعال در هر ۵ شاخص (قرار گرفتن در شرق جزیره)، کمترین میزان فعالیت را نشان داده است اما زیرحوضه‌های ۱۲ و ۳۰ با قرار گرفتن در کلاس ۱ (فعالیت بسیار زیاد تکتونیکی) شرایطی کاملاً متفاوت را با زیرحوضه ۸ تجربه کرده‌اند (قرار گرفتن در غرب جزیره).

همچنان که گفته شد ۵۹ درصد جزیره قشم (تعداد ۲۶ زیرحوضه) از نظر تکتونیکی فعال بوده و دستخوش مورفوتکتونیک قرار گرفته است. تمام شواهد مورفوتکتونیک در داخل زیرحوضه‌هایی (زیرحوضه‌های ۳، ۴، ۳۹، ۴۰، ۴۳ و ۴۴) قرار گرفته‌اند که براساس شاخص IAT دارای تکتونیک فعال بوده و در کلاس ۱ و ۲ قرار گرفته‌اند و این شواهد و نتایج شاخص‌ها براین دلالت دارد که از شرق جزیره تا غرب جزیره تحت تاثیر تکتونیک و حرکات گسلی می‌باشد و نتایج تحقیق با شواهد به دست آمده منطبق بوده و مورد تایید می‌باشد.

### سیاس‌گذاری

این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد، بوده است. بدین وسیله از زحمات استاد راهنما و مشاور پایان نامه، کمال تشکر را دارم.



## منابع

- امامی، کامیار، رسولی، عادل، درخشان، عباس و تپه رشت مبارک، شهاب(۱۳۹۵). ارزیابی فعالیت تکتونیک و تاثیر آن بر خطر زلزله (مطالعه موردی: حوضه‌های دیواندره-بیجار، سقز بالادست زرینه‌رود و سیمینه‌رود بوکان)، اولین همایش ملی جغرافیا، محیط‌زیست، امنیت و گردشگری، قائنات، دانشگاه بزرگمهر قائنات
- جابری، مریم، سیاوش، شایان، یمانی، مجتبی، قاسمی، محمدرضا و شریفی‌کیا، محمد(۱۳۹۱). نقش نو زمین‌ساخت در تحولات ژئومورفولوژیکی مرز ساختاری البرز جنوبی- ایران مرکزی (مطالعه موردی: حوضه‌ی حبله‌رود). مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۴. صص ۹۸-۸۱.
- گورابی ابوالقاسم و امامی کامیار(۱۳۹۶). تاثیر نوزمین‌ساخت بر تغییرات مورفولوژیکی حوضه‌های زهکشی سواحل مکران، جنوب شرق ایران. پژوهش‌های ژئومورفولوژیکی کمی، سال ششم، شماره ۱، تابستان ۹۶، صص ۷۴-۸۹.
- گورابی، ابوالقاسم و نوحه‌گر، احمد(۱۳۸۶). شواهد ژئومورفولوژیکی فعال حوضه آبریز درکه، مجله پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۶۰، صص ۱۹۶-۱۷۷.
- گورابی، ابوالقاسم و کیارستمی، فاطمه(۱۳۹۴). ارزیابی زمین‌ساخت حوضه‌های آبریز با استفاده از اختصاصات ژئومورفولوژیکی در قالب الگوی TecDEM (مورد مطالعه: حوضه آبریز رودک در شمال شرق تهران). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، صص ۴۶۵-۴۷۹.
- محمودی، فرج‌الله و ملکی، امجد(۱۳۸۰). تحول کارست و نقش آن در منابع آب زیرزمینی در ناهمواری‌های پرآو- بیستون کرمانشاه. پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۹.
- مقصودی، مهران؛ رسولی، عادل و امامی، کامیار (۱۳۹۶). برآورد دامنه‌ی فعالیت تکتونیک بخش جنوبی استان آذربایجان غربی (مطالعه موردی حوضه سیمینه رود)، پنجمین همایش ملی ژئومورفولوژی و چالش‌های محیطی، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد
- مقصودی، مهران؛ گورابی، ابوالقاسم و رسولی، عادل(۱۳۹۶). تحلیل تکتونیک فعال تاقدیس سلخ (غرب جزیره قشم) با استفاده از شاخص‌های مورفوتکتونیک، پنجمین همایش ملی ژئومورفولوژی و چالش‌های محیطی، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد مقصودی، مهران و کامرانی دلیر، حمید(۱۳۸۷). ارزیابی نقش تکتونیک فعال در تنظیم کانال رودخانه‌ها مطالعه موردی: رودخانه تجن. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، صص ۵۵-۳۷.
- مقصودی، مهران، احمدی، امیر و شایان، سیاوش(۱۳۹۵). تاثیر نوزمین‌ساخت و تغییر اقلیم در تحول پهنه‌های ماسه‌ای شمال خاوری اهواز. پژوهش‌های ژئومورفولوژیکی کمی، سال پنجم، شماره ۱. صص ۱۶۰-۱۸۰.
- مقصودی، مهران، گورابی، ابوالقاسم و رسولی، عادل(۱۳۹۹). زمین‌ساخت فعال و تاثیر آن بر مورفولوژی طاقدیس‌های جزیره قشم (سلخ، گورزین، سوزا و گیاهدان). پژوهش‌های ژئومورفولوژیکی کمی، سال نهم، شماره ۲. صص ۹۸-۱۱۵.
- مقصودی، مهران، امامی، کامیار، رسولی، عادل، درخشان، عباس، جلالی، یاسمن، مرادی پور، سعید و مرادی پور، فاطمه. (۱۳۹۷). 'برآورد دامنه‌ی فعالیت تکتونیک بخش جنوبی گسل میناب و سیستم گسلی شرق آن از طریق داده‌های مورفومتری به منظور تعیین میزان پایداری منطقه (شرق تنگه‌ی هرمز). پژوهش‌های ژئومورفولوژیکی کمی، سال هفتم، شماره ۲. صص ۸۲-۹۶.

- Bull, W.B., 2007, Tectonic geomorphology of mountains: a new approach to paleoseismology, Blackwell, Malden.
- Burbank, Douglas W; Anderson, Robert S. 2012 .Tectonic Geomorphology. Second Edition. Published by Wiley-Blackwell. USA. P. 454.
- Flores-Prieto E, Queneherve G, Bachofer F, Shahzad F, Maerker M (2015) Morphotectonic interpretation of the Makuyuni catchment in Northern Tanzania using DEM and SAR data, *Geomorphology* (248): 427-439, doi:10.1016/j.geomorph.2015.07.049.
- Gopal Sharma, P.K. Champati ray, S. Mohanty(2018). Morphotectonic analysis and GNSS observations for assessment of relative tectonic activity in Alaknanda basin of Garhwal Himalaya, India. *Geomorphology* 301 (2018) 108–120.
- Goudie, A. (2013) *Encyclopedia of geomorphology*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Hamdouni ,R. El. Irigaray ,C. Fernandez ,T. Chacon ,J & ,E.A Keller, 2008, Assessment of relative active tectonics ,southwest border of the Sierra Nevada (Southern Spain). *Geomorphology*.96.
- Keller, E.A., & Pinter, N., 2002, *Active tectonic, Earthquakes, Uplift and Landscape*, Prentice Hall P. 362.
- Maryam Jaberi, Mohammad R. Ghassemi, Siavosh Shayan, Mojtaba Yamani, Seyed Mohammad Zamanzadeh(2018). Interaction between active tectonics, erosion and diapirism, a case study from Hable-Rud in Southern Central Alborz (Northern Iran). *Geomorphology* 300 (2018) 77–94.
- Nooshin Bagha, Mehran Arian, Manochehr Ghorashi, Mohsen Pourkermani, Rachid El Hamdouni, Ali Solgi(2014). Evaluation of relative tectonic activity in the Tehran basin, central Alborz, northern Iran. *Geomorphology* 213 (2014) 66–87.
- Ramírez-Herrera, M.T., 1998, Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay Graben, Mexican volcanic belt, *Earth Surface Processes and Landforms* 23, 317–332.
- Salvatore Ivo Giano, Eva Pescatore, Fabrizio Agosta, Giacomo Prosser(2018). Geomorphic evidence of Quaternary tectonics within an underlap fault zone of southern Apennines, Italy. *Geomorphology* 303 (2018) 172–190.
- Savaş Topal, Edward Keller, Aaron Bufe, Ali Koçyiğit(2016). Tectonic geomorphology of a large normal fault: Akşehir fault, SW Turkey. *Geomorphology* 259 (2016) 55–69.
- Solaimani, sh, 2000. Guidelines on the identification of active tectonics and younger (with and outlook on the premises paleontology), international institute of earthquake engineering seismology, Tehran.