

## زمین ساخت فعال و تاثیر آن بر مورفولوژی طاق‌دیس‌های جزیره قشم (سلخ، گورزین، سوزا و گیاهدان)

مهران مقصودی\* - دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.  
ابوالقاسم گورابی - استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.  
عادل رسولی - کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۰۲      تأیید نهایی: ۱۳۹۹/۰۴/۱۹

### چکیده

جزیره قشم بر طاق‌دیس‌ها و گنبد‌های نمکی جنوب شرق زاگرس در خلیج فارس و نزدیک تنگه هرمز واقع شده است. موقع نسبی زمینساختی واقع بر مرز پلت ایران-عربی این منطقه موجب تکتونیک پویای این منطقه شده است. علاوه بر این تکتونیک نمک بر مورفولوژی چین‌های این جزیره تاثیرات قابل توجهی داشته است. در تحقیق حاضر ۴ طاق‌دیس سلخ (در غرب)، گورزین (در شمال)، سوزا (مرکز و جنوب) و گیاهدان (در شرق) جزیره قشم انتخاب و براساس شاخص‌های ژئومورفولوژیکی و مورفوتکتونیک مورد بررسی قرار گرفته است. هدف این تحقیق بررسی وضعیت تکتونیک با استفاده از شاخص‌های مورفوتکتونیک (دره‌های ساغری شکل (W)، سطوح مثلثی شکل، نسبت فاصله‌بندی آبراهه‌ها (R)، تقارن چین (FSI)، سینوسیته جبهه چین (FFS)، نسبت جهت (AR)) در ۴ طاق‌دیس نامبرده با تأکید بر گسل‌ها و خطواره‌ها می‌باشد. 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 برخاستگی برفرسایش 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 نهایت براساس هر ۶ شاخص دو طاق‌دیس سلخ و گورزین از لحاظ تکتونیک فعال و طاق‌دیس گیاهدان و سوزا به دلیل فرسایش بیشتر و یرتری آن، از نظر تکتونیک کمتر تحت تاثیر و تغییر قرار گرفته اند. و در نهایت هر جا تعداد گسل‌ها بیشتر بوده تکتونیک برفرسایش غلبه پیدا کرده مثل دو طاق‌دیس سلخ و گورزین و هر جا که از تعداد گسل‌ها کم شده و یا فاصله از گسل بیشتر شده فرسایش دشت یکنواخت و تقریباً بدون ناهمواری را به وجود آورده است مثل دو طاق‌دیس سوزا و گیاهدان.

واژگان کلیدی: جزیره قشم، گسل، تکتونیک، طاق‌دیس، شاخص مورفوتکتونیک.

## مقدمه

مورفومتری به عنوان یک اندازه‌گیری کمی از شکل مناظر تعریف می‌شود. به ساده‌ترین شکل، لندفرم‌ها با روابطی از اندازه، ارتفاع و شیب آن‌ها ساخته می‌شوند (عزتی و آق آتابای، ۱۳۹۳). بررسی کمی لندفرم‌ها در بازسازی تاریخچه‌ی تکتونیک و درک تکامل لندفرم‌های مربوط به مناطق تکتونیک‌ی فعال ابزاری بسیار مناسب است (اشتوبر<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸). در دهه‌های اخیر حرکت ناگهانی به سمت توسعه‌ی ژئومورفولوژی کمی، منجر به پیشرفت روش‌های آماری و مدل‌های ریاضی برای توصیف فرایندهای ژئومورفولوژیکی شده است؛ دامنه‌ی وسیع این کار منجر به پایه‌ریزی روش‌های ژئومورفولوژیکی کمی مفید در تعبیر و تفسیر فرایندهای تحولی-ریختی و نیز در مطالعه‌ی نواحی فعال تکتونیک‌ی شده است (آونا<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۹۶۷، بوناسورت<sup>۳</sup> و همکاران، ۱۹۹۱، پیک<sup>۴</sup> ۱۹۹۳ و مرتا<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). شاخص‌های ژئومورفیک برای شناسایی خصوصیات خاص از یک ناحیه، برای مثال برای تعیین سطح فعالیت‌های تکتونیک‌ی مفید هستند. این شاخص‌ها برای شناسایی نواحی که تغییر شکل سریع تکتونیک‌ی را تجربه کرده‌اند، مفید می‌باشند. از این اطلاعات برای به دست آوردن جزئیات تکتونیک فعال یک منطقه‌ی خاص استفاده می‌شود. شاخص‌های ژئومورفیک به خصوص برای مطالعات زمین‌ساختی مفید می‌باشند زیرا برای ارزیابی سریع یک ناحیه‌ی خاص استفاده می‌شوند. اطلاعات لازم اغلب از روی عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی به دست می‌آید (گورابی، ۱۳۹۵). تاکنون شاخص‌های ژئومورفولوژیک 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... به عنوان ابزارهای مهمی جهت تشخیص تکتونیک‌های فعال توسط محققان مختلف مورد استفاده قرار گرفته است که در زیر به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌کنیم: بررسی‌های سینق و جین<sup>۶</sup> (۲۰۰۹) بر روی کوه موهند در شمال غرب هیمالیا با استفاده از شاخص‌های  $k$ ، تراکم زهکشی، منحنی هیپسومتری، نسبت پهنا‌ی دره به ارتفاع دره ( $VF$ ) و تقارن حوضه زهکشی نشان داد که افزایش شیب موجب افزایش تعداد آبراهه‌های درجه‌یک و افزایش شاخص  $k$  می‌شود و همچنین جبهه کوهستانی مورد مطالعه از نظر تکتونیک فعال می‌باشد. گوارنیری و پیروتا<sup>۷</sup> (۲۰۰۸) برای تداوم میزان بالا آمدگی و فعالیت‌های تکتونیک‌ی کواترنر در جنوب شرق سیلیس ایتالیا از شاخص‌های عدم تقارن حوضه ( $AF$ )،  $SL$ ، انتگرال هیپسومتری ( $Hi$ ) و نسبت انشعابات ( $Br$ ) استفاده کرده‌اند. همدونی و همکاران<sup>۸</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 تکتونیک‌ی ( $IAT$ ) کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد را برای جنوب غرب اسپانیا تعریف نمودند. بول<sup>۹</sup> (۱۹۸۴) در مطالعه‌ی تراست‌های رودخانه‌ای به این نتیجه رسید که پادگانه‌های رودخانه‌ای و نیمرخ طولی رودخانه‌ها تحت تاثیر حرکات تکتونیک‌ی متحول شده‌اند. راکول و همکاران<sup>۱۰</sup> (۱۹۸۵) بر اساس شواهد میدانی تکتونیک مخروط‌افکنه‌های آبرفتی جبهه‌های کوهستانی نزدیک ونچورا در کالیفرنیا را مورد بررسی قرار دادند. کلر و همکاران<sup>۱۱</sup> (۱۹۹۶) برای اولین بار از علم مورفوتکتونیک به عنوان تکتونیک ژئومورفولوژی یاد می‌کنند و شاخص‌های کمی ژئومورفیک را برای بررسی حرکات تکتونیک گسترش می‌دهند. لی و همکاران<sup>۱۲</sup> (۱۹۹۹) به بررسی

<sup>1</sup>-Shtober

<sup>2</sup>- Avena

<sup>3</sup> - Buonasorte

<sup>4</sup> - Pike

<sup>5</sup> - Merta

<sup>6</sup>-Singh and jain

<sup>7</sup>- Guarnieri and Pirrotta

<sup>8</sup>-El Hamdouni

<sup>9</sup>- Bool

<sup>10</sup>-Rockwell

<sup>11</sup>-Keller

<sup>12</sup>-Li

تأثیر تکتونیک بر لندفرم‌های رودخانه‌ای در شمال غرب چین پرداختند و دریافتند که حرکات زمین ساخت می‌تواند با تغییر سطح اساس رودخانه‌ها موجب تغییر شکل عوارض رودخانه‌ای گردد. آזור و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۲) با مطالعه طاقدیس اوکریج در جنوب کالیفرنیا، تفاوت میزان بالآمدگی طاقدیس و فعالیت تکتونیک آن را بر اساس پارامترهای تراکم زهکشی، شیب لایه‌ها، انتگرال هیپسومتری زیرحوضه‌ها، شاخص شیب رودخانه و سینوسیته جبهه کوهستان محاسبه کردند. در ایران نیز شفیع و همکاران (۱۳۸۸)، در تحقیقی بخشی از رشته کوه بینالود را توسط پارامترهای مورفومتری نظیر عدم تقارن حوضه‌ی آبریز، سینوسیته‌ی جبهه‌ی کوهستان و درصد مسطح شدگی پیشانی کوهستان و نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن را مورد مطالعه قرار داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که منطقه‌ی مورد مطالعه به‌طور کلی از نظر تکتونیک فعال است ولی میزان فعالیت در همه جای آن یکسان نیست. بهرامی و همکاران (۱۳۹۲) برای تحلیل تکتونیک فعال طاقدیس گلپایگان از شاخص‌های سطوح مثلثی شکل، دره‌های ساغری و نسبت فاصله‌بندی استفاده کرده‌اند و به‌طور کلی بررسی شاخص‌های ژئومورفولوژیک در طاقدیس گلپایگان نشان می‌دهد که اولاً طاقدیس از نظر تکتونیک فعال بوده و ثانیاً میزان فعالیت‌های تکتونیک از جنوب شرق طاقدیس به سمت شمال غرب آن افزایش یافته است. همچنین در تحقیق دیگر توسط گورابی و کیارستمی (۱۳۹۴) با عنوان ارزیابی زمین ساخت حوضه‌های آبریز با استفاده از اختصاصات ژئومورفولوژیک در قالب الگوی TecDEM مطالعه موردی حوضه آبریز رودک در شمال شرق تهران نتایج بررسی و تجزیه و تحلیل عناصر ساختاری مورفوتکتونیک استخراج شده مانند نیمرخ طولی رودخانه، جهت‌های جریان، مورفولوژی حوضه آبریز، نقطه‌های عطف و تغییر شیب، منحنی‌های هیپسومتری و مقدار کشیدگی و چولگی آن که حاصل کنش و واکنش نیروی‌های زمین ساختی است، بیان‌کننده تغییرات مورفوتکتونیک فعال حوضه و کنونی آن است. گورابی و امامی (۱۳۹۶) تأثیرات نوزمین ساخت بر تغییرات مورفولوژی حوضه‌های زهکشی سواحل مکران را بر اساس شاخص‌های 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 می‌یابد. مقصودی و همکاران (۱۳۹۰) تکتونیک فعال حوضه کفرآور را با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک و شواهد ژئومورفولوژیک مورد بررسی قرار داده‌اند و نتایج تحقیق نشان می‌دهد مقادیر به‌دست‌آمده از شاخص‌های ژئومورفیک و بررسی شواهد ژئومورفولوژیک حاکی از فعال بودن نئوتکتونیک در حوضه می‌باشد و حوضه بر اساس طبقه‌بندی شاخص IAT در کلاس یک قرار می‌گیرد که نشان‌دهنده فعالیت‌های نئوتکتونیک شدیدی در حوضه می‌باشد، مقادیر کمی به‌دست‌آمده از شاخص‌های ژئومورفیک توسط شواهد ژئومورفولوژیک منطقه تأیید می‌گردد. مقصودی و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر نوزمین ساخت و تغییر اقلیم در تحول پهنه‌های ماسه‌ای شمال خاوری اهواز را با استفاده از شاخص‌های تراکم زهکش (P)، شکل حوضه (BS)، عدم تقارن حوضه زهکشی (AF)، سینوسیته جبهه کوهستان (SMF) و نمونه‌های رسوبی مورد بررسی و ارزیابی قرار داده به طوری که نتایج تحقیق نشان از تکامل پهنه‌های ماسه‌ای بخش خاوری اهواز به وسیله زمین ساخت و تغییر اقلیم می‌باشد.

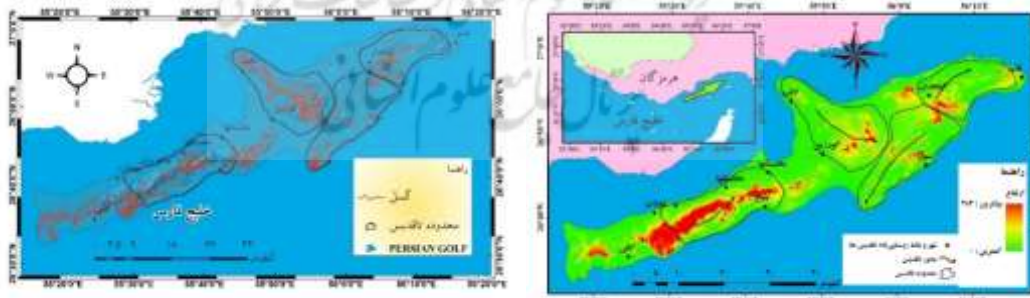
در تحقیق حاضر از نظر تکتونیک جزیره قشم مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف تحقیق حاضر بررسی درجه فعالیت‌های تکتونیک طاقدیس‌های جزیره قشم بر اساس شاخص‌های ژئومورفولوژیک و مورفوتکتونیک می‌باشد. جهت دستیابی به این هدف از روش استقرایی (جزء به کل) استفاده شده است و در این راستا بر اساس محور طاقدیس‌ها، ۴ تاقدیس سلخ (در غرب) طاقدیس گورزین (در شمال)، طاقدیس سوزا (مرکز و جنوب) و طاقدیس گیاهدان (در شرق) جزیره قشم، بر اساس شاخص‌های ژئومورفولوژیک و مورفوتکتونیک مورد بررسی قرار گرفته است.

#### منطقه مورد مطالعه

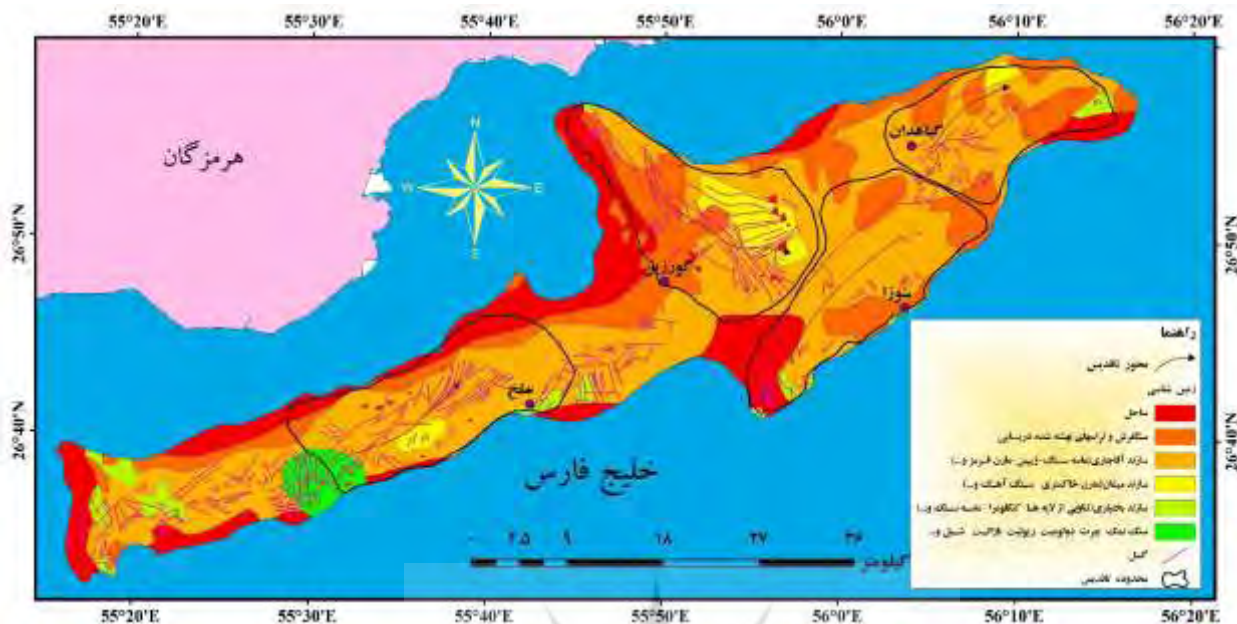
جزیره قشم به عنوان بزرگترین جزیره‌ی غیرمستقل دنیا در نزدیکی دهانه‌ی تنگه هرمز در خلیج فارس در ۵۵ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی و ۲۶ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۲۷ درجه و ۰۵ دقیقه عرض شمالی واقع شده است.

<sup>۱</sup>-Azor

مساحت این جزیره ۱۴۸۶ کیلومتر مربع است. منطقه مورد مطالعه دارای بیشینه طولی بالغ بر ۱۱۰ کیلومتر و پهناى بین ۱۰ تا ۳۰ کیلومتر است. مرتفع‌ترین نقطه آن قله کوه نمکدان با بیش از ۳۸۰ متر ارتفاع می‌باشد (شکل ۱). از نظر آب و هوا قشم منطقه‌ای گرم (میانگین گرمای سالانه حدود ۲۷ درجه سانتیگراد) دارای سرزمین نسبتاً خشک و میزان بارندگی کم (میانگین سالیانه حدود ۱۵۰ میلی‌متر) ولی با رطوبت زیاد هوا (میانگین ۷۴ درصد در طول سال) محسوب می‌گردد جزیره قشم از لحاظ زمین‌ساختی در انتهای جنوب شرقی کمربند چین‌خورده-رورانده زاگرس در حاشیه غربی تنگه هرمز واقع است. از لحاظ زمین‌شناختی، سازندهای رخنمون شده در جزیره قشم شامل سری تبخیری هرمز به صورت گنبد‌ها یا دیپیرهای نمکی و نهشته‌های مارنی، ماسه‌سنگی و سنگ آهکی است. تغییرات محوری چین‌ها در قشم تاندازه‌ای می‌تواند مربوط به تشکیلات تبخیری و یا به‌طور کلی گنبد‌های نمکی رخنمون شده و نهان در اطراف این جزیره بوده باشد. به‌عنوان مثال پیچش در بخش شرقی از طاق‌دیس سلخ و روند غیرعادی یا تغییر یافته به‌طور عمده که در محور طاق‌دیس گورزین وجود داشته و حتی عدم تقارن و فشردگی در زمین‌ساختار اخیر و نیز ایجاد شکستگی‌های فراوان در آن همه می‌تواند حاصل فشارهای جانبی تکتونیک مربوط به توده نمک که احتمالاً منطبق و در زیر منطقه و جزایر مربوط به جنگل‌های دریایی حراء، این ساختار نمکی فعال از نظر تکتونیک خود به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم در ایجاد و گسترش جزایر جزر و مدی و در نتیجه وجود و توسعه جنگل‌های دریایی حراء، و یا به‌طور کلی در ایجاد شرایط زیستی و پدیده‌های مربوط، مؤثر بوده و می‌باشد. (شکل ۲). 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 (شکل ۱). قدیمی‌ترین زلزله شناخته شده در منطقه نزدیک قشم مربوط است به سال ۱۳۳۶ میلادی و سپس زلزله سال ۱۳۶۱ میلادی با بزرگی حدود ۵٫۳ ریشتر که ویرانی‌هایی مربوط به آن در جزیره قشم گزارش گردیده 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 استاتیک در بالادگی این تشکیلات به‌صورت گنبد‌های نمکی و از اعماق بیش از ده کیلومتری، اصولاً مؤثرترین عامل در این مورد یا پدیده دی‌پایریسم می‌تواند مربوط به خواص فیزیکی نهشته‌های نمکی باشد (نقشه زمین-شناسی قشم).



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه (نگارندگان)



شکل ۲. نقشه زمین‌شناسی مورد مطالعه (برگرفته از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی)

### مواد و روش‌ها

برای بررسی تکتونیک منطقه مورد مطالعه از شاخص‌های (دره‌های ساغری شکل<sup>۱</sup> (W)، سطوح مثلثی شکل<sup>۲</sup>، نسبت فاصله‌بندی آبراه‌ها<sup>۳</sup> (R)، تقارن چین (FSI)، سینوسیته جبهه چین (FFS) و نسبت جهت (AR)) جهت رسیدن به درجه فعالیت‌های تکتونیکی طاق‌دیس‌ها استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی منطقه (قسمت) به منظور شناسایی گسل‌ها و محدوده طاق‌دیس‌ها، داده‌های مدل رقمی ارتفاعی (DEM ۳۰ متر منطقه) برای تهیه نقشه‌ی موقعیت منطقه و اطلاعات تصاویر Google earth برای اندازه‌گیری شاخص‌ها و ارزیابی شواهد تکتونیکی منطقه می‌باشد. با کمک داده‌های ذکر شده و نرم‌افزارهای Arc map نسخه ۱۰٫۴ و Google earth شاخص‌های مورفوتکتونیکی طاق‌دیس‌ها که شامل شش شاخص می‌باشد، محاسبه گردیده است (جدول ۱). همچنین برای درک بصری بهتر، مشاهده توپوگرافی منطقه مورد مطالعه، وجود دره‌ها و دشت‌های منتهی به ساحل خلیج فارس و نقش گسل‌ها و خوارها در برجستگی‌ها، نیمرخ طولی هر ۴ طاق‌دیس مورد مطالعه با مدل سه بعدی هر یک از محدوده‌ی طاق‌دیس‌ها رسم گردید. برای این کار از نرم‌افزار Global Mapper استفاده شده است (اشکال ۳، ۴، ۵ و ۶).

جدول ۱. شاخص‌های مورد استفاده

| منابع  | تفسیر  | اجزاء فرمول                            | فرمول | شاخص                 |
|--|--|--|-------|----------------------|
| Menges, 1990-<br>Hamblin 1976-<br>Wells 1988 | رویه‌های با شیب تندتر، مساحت و طول قاعده‌ی بیشتر، در مناطق با تکتونیک فعال‌تر تشکیل می‌شوند. | طول قاعده = BL<br>مساحت = A<br>شیب = S | -     | شاخص سطوح مثلثی      |
| Burbank and Anderson 2000-<br>Bahrami 2012   | دره‌هایی که دارای نسبت W بالاتری هستند در یال‌های پرشیب‌تر و چرخش بیشتر تشکیل می‌شوند،       | M = بیشینه‌ی عرض دره<br>O = خروجی دره  | W=M/O | شاخص (دره‌های ساغری) |

<sup>۱</sup>- Wine glass valley

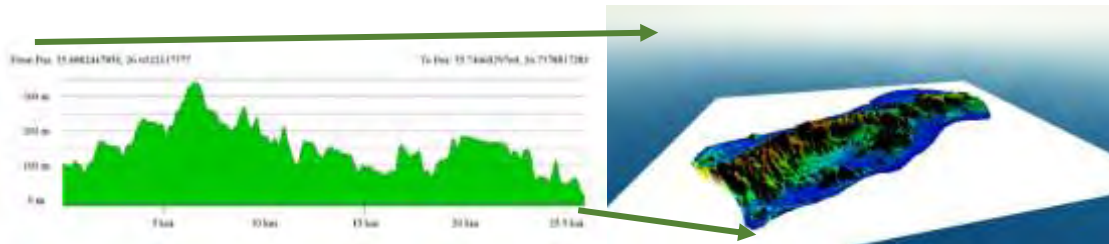
<sup>۲</sup>- Traingular facets

<sup>۳</sup>- Stream Spacing ratio

|                        |  |  |               |                            |
|------------------------|--|--|---------------|----------------------------|
|                        | در نتیجه نشانگر فعالیت تکتونیکی بالاتری هستند.   |  |               |                            |
| Hovius1996-Talling1997 | در نسبت های که میزان R کمتر باشد، بیانگر فرسایش بیشتر و مقدار زیاد R نشان دهنده جوان بودن طاقدیس و در نتیجه فعال بودن طاقدیس از نظر تکتونیکی | $H =$ فاصله افقی بین خطالراس و پایین ترین نقطه حوضه بر روی پهلوی طاقدیس<br>$S =$ فاصله بین خروجی دو حوضه در پهلوی طاقدیس | $R=H/S$       | نسبت فاصله بندی آبراهه (R) |
| Burberry2010           | هر چه مقدار FSI کمتر از عدد ۱ باشد، نشانگر فعالیت بیشتر تکتونیکی   | $S =$ عرض پهلوی کوتاه تر طاقدیس<br>$W/2 =$ نصف عرض طاقدیس  | $FSI=S/(W^2)$ | شاخص تقارن چین             |
| Burberry2010           | هر چه مقدار FFS کمتر باشد، چین خوردگی ها جوان تر، فرسایش کمتر و در نتیجه تکتونیک فعال تر است.  | $FS =$ طول جبهه طاقدیس<br>$L =$ طول طاقدیس   | $FFS=FS/L$    | سینوسیته جبهه چین          |
| Burberry2010           | در این شاخص هر چه مقدار AR بیشتر باشد و میزان بالایی را نشان دهد، تکتونیک فعال تر می باشد.   | $L =$ طول طاقدیس<br>$W =$ عرض طاقدیس   | $AR=L/W$      | نسبت جهت                   |

### یافته ها و نتایج تحقیق نیمرخ طولی و مدل سه بعدی طاقدیس سلخ

این طاقدیس در غرب جزیره قشم واقع شده است و مرتفع ترین نقطه در ارتفاع بیش از ۳۰۰ متر در این قسمت واقع شده است (اشکال ۱ و ۳). در محدوده طاقدیس سلخ همچنان که از مدل سه بعدی در شکل ۳ قابل مشاهده می باشد ارتفاع از غرب به شرق کاهش پیدا کرده و توپوگرافی نیز از دامنه های متعدد و دره های زیاد به مناطق پست تر و یکدست تر منتهی می شود. وجود دره های متعدد و چهره ی خشن غرب طاقدیس نسبت به شرق آن در رابطه با وجود گسل های متعددی می باشد که در این ناحیه واقع شده اند و برای اثبات این ادعا وجود گسل ها در این طاقدیس (به تعداد زیاد) در شکل ۲ کافی است. بیشتر محدوده این طاقدیس از سازند آقاجاری (که بیشتر از ژیبس و مارن) تشکیل شده است (شکل ۲). در نگاه اول باید توپوگرافی منطقه صاف و دارای عارضه های کم باشد به دلیل اینکه فرسایش آبی مارن و ژیبس را به راحتی فرسایش داده و سطح منطقه را صاف می کند اما همچنان که در شکل ۳ دیده می شود وجود توپوگرافی نامنظم و دره های متعدد و ارتفاع نقاط این فرضیه را رد کرده و وجود گسل های زیاد و فعال بودن آنها و به دنبال آن حرکات تکتونیکی ناشی از این گسل ها و بالا آمدن توپوگرافی منطقه باعث برتری تکتونیک بر فرسایش شده است.

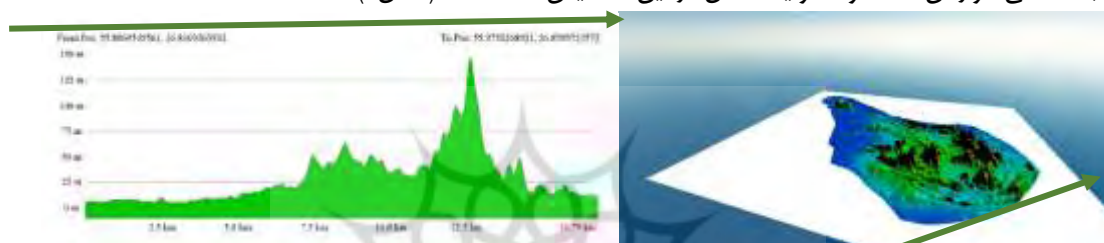


شکل ۳. مدل سه بعدی و نیمرخ طولی در محدوده طاقدیس (نگارندگان)



### طاقدیس گورزین

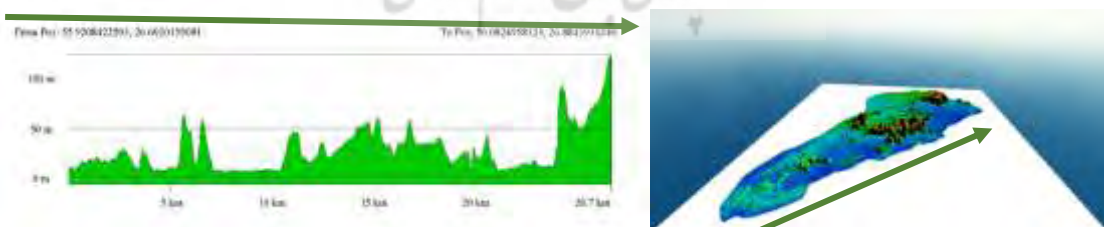
این طاقدیس از لحاظ ارتفاع نقاط بعد از غرب قشم در رده دوم قرار می‌گیرد. همچنان که در شکل ۴ مشاهده می‌شود به غیر از مرکز طاقدیس در دیگر قسمت‌ها توپوگرافی متعدد آنچنانی مشاهده نمی‌گردد. علت این امر نیز مانند طاقدیس سلخ به جنس لایه‌های زمین‌شناسی برمی‌گردد (شکل ۲). در شرق و مرکز این طاقدیس ناهمواری عوارض بیشتر مشهود بوده ارتفاع و بالآمدگی به چشم می‌خورد. در این طاقدیس بر خلاف طاقدیس سلخ که یک مورد در بالآمدگی منطقه (بیشتر مربوط به گسل و تکتونیک بوده) تاثیر داشته، دو مورد موثر بوده است: الف= اثبات همان وجود گسل‌های متعدد بر روی طاقدیس گورزین حتی بیشتر از طاقدیس سلخ (شکل ۲). ب= که بسیار مهم می‌باشد وجود سازند میشان (که دارای سنگ آهک بوده و از نظر مقاومت فرسایشی، سنگ آهک نسبت به مارن و ژیبس مقاوم بوده) در نتیجه به صورت یک برجستگی مخصوصا در شرق این طاقدیس خودنمایی می‌کند. در نتیجه وجود همزمان سنگ آهک و گسل باعث شکل‌گیری دره‌ها و بالآمدگی عوارض گشته و تکتونیک فعال در این طاقدیس گشته است (شکل ۴).



شکل ۴. مدل سه بعدی و نیمرخ طولی در محدوده طاقدیس (نگارندگان)

### طاقدیس سوزا

این طاقدیس از نظر جنس لایه‌های زمین‌شناسی مثل طاقدیس سلخ از سازند آجاجاری (مارن و ژیبس) تشکیل شده است (شکل ۲). اما از نظر توپوگرافی سطح دشت گونه‌ای مشاهده می‌گردد به طوری که در غرب طاقدیس سوزا تقریباً دشت یکدستی مشاهده می‌گردد (شکل ۵). یکی از مهم‌ترین نکاتی که همیشه اثبات کرد که گسل و تکتونیک باعث بالآمدگی آن قسمت‌هایی از سه طاقدیس دیگر مورد مطالعه می‌باشد، این طاقدیس می‌باشد به نحوی که وجود کمترین تعداد گسل در محدوده طاقدیس سوزا، نشان‌دهنده غلبه فرسایش بر تکتونیک بوده و بالآمدگی در منطقه بسیار ناچیز بوده و بیشترین ارتفاع در این طاقدیس به مرز این تاقدیس به تاقدیس گیاهدان برمی‌گردد (شکل ۵) و در نتیجه اشکال مثلی در این طاقدیس قابل مشاهده نبوده (شکل ۷)، کمترین تعداد دره ی ساغری (شکل ۸ و جدول ۳) و کمترین تعداد زیرحوضه (شکل ۱۰ و جدول ۴) در طاقدیس سوزا مشاهده شده است.



شکل ۵. مدل سه بعدی و نیمرخ طولی در محدوده طاقدیس (نگارندگان)

### طاقدیس گیاهدان

همچنان که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، طاقدیس گیاهدان نیز مانند سوزا توپوگرافی خشن و دره‌های متعدد و یال‌های بلند ندارد به طوری که در این طاقدیس نیز اشکال سطح مثلی مشهود نبوده و نیست. تنها در قسمت غربی این طاقدیس و در مرز با طاقدیس سوزا ناهمواری‌هایی وجود دارد که بیشترین ارتفاع آن کمی بیشتر از ۱۰۰ متر بوده (شکل ۶). از نظر جنس زمین‌شناسی لایه‌ها مثل دو طاقدیس سوزا و سلخ سازند آجاجاری (مارن و ژیبس) بیش از ۵۰ درصد محدوده طاقدیس

را در برگرفته است. وجود ناهمواری هایی که در غرب طاقدیس مشاهده می شود به مانند کل طاقدیس ها ناشی از بالا آمدگی لایه ها و چین خوردن ناشی از عمل تکتونیک بوده اما نه به شدت دو طاقدیس سلخ و گورزین اما با شدت بیشتر نسبت به طاقدیس سوزا و دلیل اصلی آن نیز وجود متراکم بودن تعدادی گسل در این قسمت بوده (شکل ۱) که بر فرسایش منطقه برتری داشته و دره هایی با عمق کم و شیب کم به وجود آورده به طوری که هر اندازه از محدوده گسل ها به سمت غرب و شرق فاصله می گیریم از ارتفاع نقاط کاسته شده و سطح یکدستی مشاهده می گردد (شکل ۵ و ۶).



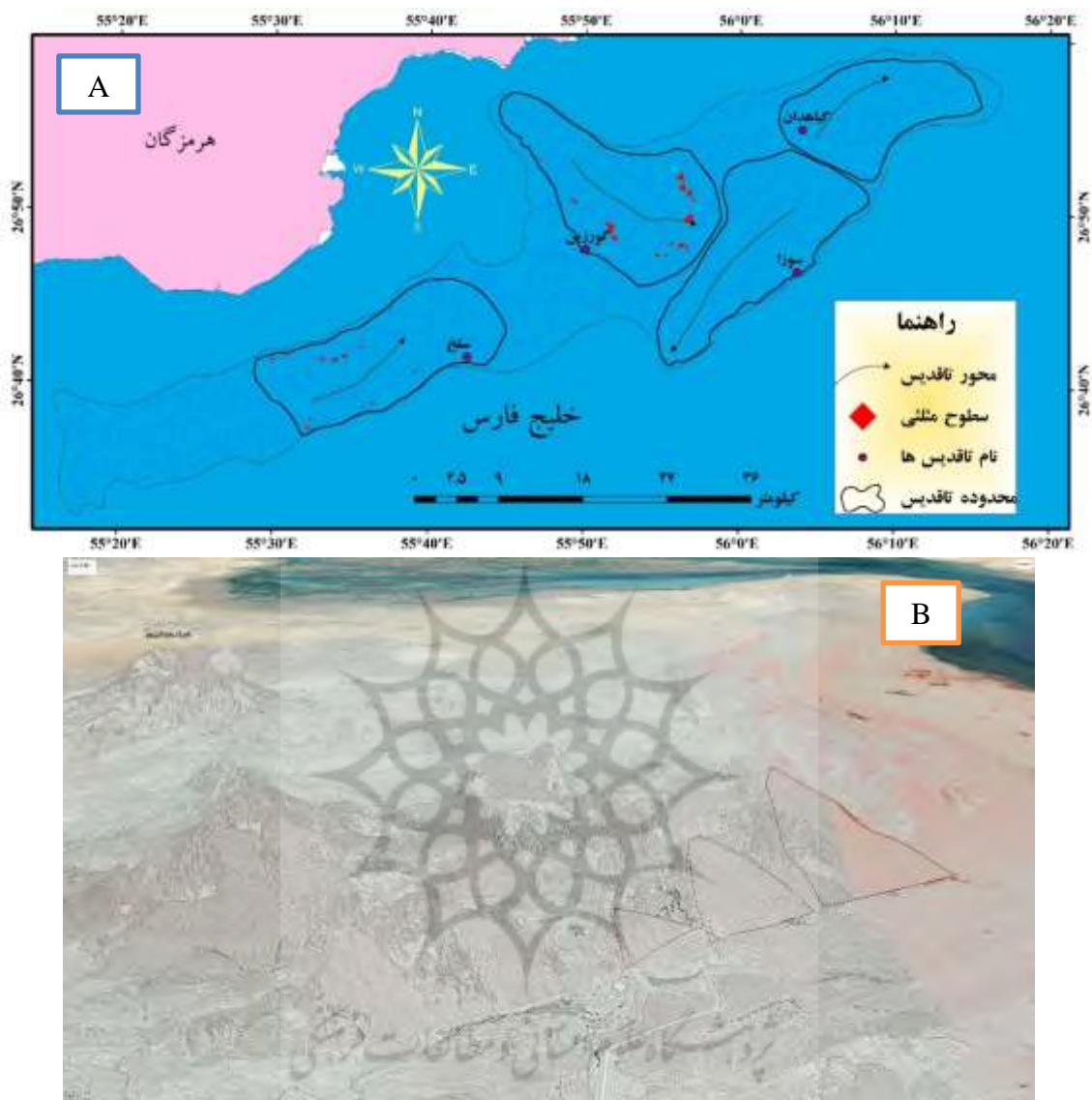
شکل ۶. مدل سه بعدی و نیمرخ طولی در محدوده طاقدیس (نگارندگان)

### شاخص های مورفو تکتونیک

#### سطوح مثلثی شکل

سطوح مثلثی اشکال خاصی هستند که در پیشانی کوهستان، پرتگاه های گسلی و یال های چین خوردگی ها تشکیل می شوند. به وجود آمدن این پدیده ها نتیجه ی تکتونیک فعال در یک منطقه است که به صورت برخاستگی و بالا آمدن لایه های زمین شناسی و تشکیل چین ها بروز می نماید. در صورتی که نرخ برخاستگی بیشتر از نرخ فرسایش آبی باشد، پدیده هایی با شکل مثلثی تا چند شکلی تشکیل می گردد که توسط آبراهه ها از یکدیگر جدا می شوند. هر چه میزان برخاستگی تکتونیکی بیشتر باشد، سطوح مثلثی پر شیب تر و با طول قائده ی بیشتر خواهند بود. در نتیجه این شاخص برای دو طاقدیس گورزین و سلخ محاسبه شده است (جدول ۲) و در دو طاقدیس سوزا و گیاهدان میزان فرسایش خیلی بیشتر از نرخ برخاستگی بوده و سطوح دشت گونه ای را بر روی این دو طاقدیس مشاهده می شود و برای اثبات این گفته دامنه ارتفاعی که در شکل ۱ آورده شده است و همچنین نیمرخ و مدل های سه بعدی در اشکال ۵ و ۶ گویای این مطلب می باشد. در دو طاقدیس سلخ و گورزین مجموعاً ۳۱ سطح مثلثی (سلخ=۱۴) و (گورزین=۱۷) شناسایی و ترسیم گردید (شکل ۷). مساحت، طول قاعده و شیب توپوگرافی برای هر دو طاقدیس سلخ و گورزین محاسبه شده و میانگین هر پارامتر برای هر دو طاقدیس به دست آمد (جدول ۲). همچنان که در جدول ۲ پیداست میانگین مساحت و میانگین طول قاعده در طاقدیس گورزین بیشتر بوده اما شیب در طاقدیس سلخ مقدار بیشتری نشان داده است. علت اینکه سطوح مثلثی در طاقدیس گورزین بزرگتر بوده و به موازات آن نیز تکتونیک براساس این شاخص فعال تر است، این است که وجود سنگ مقاوم آهک در این طاقدیس میزان فرسایش را در قسمت شرقی و جنوب شرقی این طاقدیس به کمترین میزان ممکن رسانده و در نتیجه بیشترین سطوح مثلثی نیز در این محدوده قابل مشاهده بوده است (شکل ۷). اما براساس شیب، مقدار آن در طاقدیس سلخ بیشتر بوده و دلیل آن نرخ بالای برخاستگی بر اثر گسل و تکتونیک بوده و دره های متعدد، باریک تر و عمیق تر میزان شیب در این طاقدیس افزایش داده اند (شکل ۳).





شکل ۷. A: موقعیت و تعداد سطوح مثلثی شکل در ۴ طاقدیس مورد مطالعه B: سطوح مثلثی شکل در تاق‌دیس گورزین (گوگل ارث) (نگارندگان)

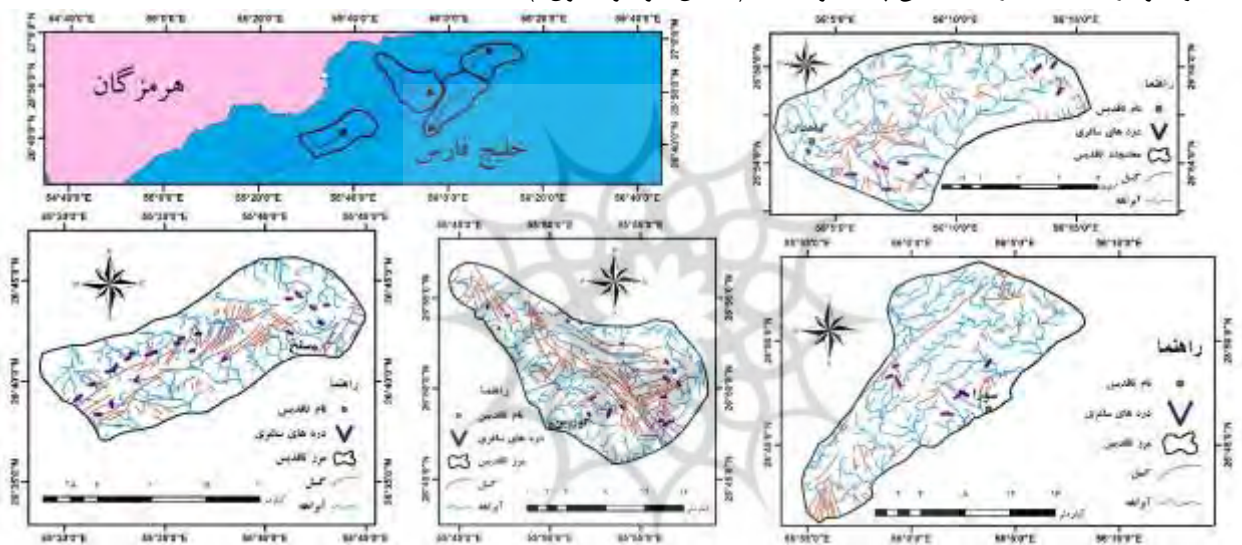
جدول ۲. میانگین مقادیر شاخص سطوح مثلثی در تاق‌دیس‌ها (نگارندگان)

| نام تاق‌دیس | تعداد | میانگین مساحت (m <sup>2</sup> ) | میانگین طول قاعده (m) | میانگین شیب (درصد) |
|-------------|-------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
| سلخ         | ۱۴    | ۱۴۱۴۳۸,۲۸                       | ۶۱۲,۰۳                | ۲۰,۴۴              |
| گورزین      | ۱۷    | ۲۲۵۶۶۱,۵۸                       | ۷۳۰,۴۷                | ۱۷,۹۴              |

### دره‌های ساغری

اشکال دره‌های ساغری، دره‌هایی به شکل جام هستند که بر روی پرتگاه‌های گسلی و یال‌های تاق‌دیس‌های فعال در نتیجه فرسایش رودخانه‌ای و آبی تشکیل می‌شوند. هرچه نرخ برخاستگی بیشتر از نرخ فرسایش آبی باشد، این دره‌ها عمیق‌تر و باریک‌تر خواهند بود و در مقابل در صورتی که نرخ فرسایش آبی بیشتر باشد، این دره‌ها پهن‌تر خواهند بود.

دره‌های ساغری شکل در نتیجه عملکرد فرآیندهای تکتونیکی و فرسایشی به وجود می‌آیند. فرسایش در قسمت‌های بالای دره‌ها باعث توسعه جانبی دره‌ها و پهن شدن آن می‌شود اما در قسمت پایین‌دست (منطبق بر جبهه‌ی کوهستان)، به علت فعالیت تکتونیکی بالا، دره به شکل V ظاهر شده و عرض آن کاهش می‌یابد. دره‌های مذکور که در قسمت پایین‌دست باریک هستند و به سمت بالا عریض می‌شوند دارای شکلی شبیه کاسه بوده به دره‌های ساغری شکل معروف هستند. این اشکال نشان‌دهنده بالاآمدگی تکتونیکی سریع هستند. در این تحقیق تعداد ۵۹ دره ساغری (سلخ=۲۲، گورزین=۱۸، سوزا=۸ و گیاهدان=۱۱) شناسایی و اندازه‌گیری شده است (جدول ۳ و شکل ۸). هرچه پارامتر W بیشتر باشد، تکتونیک فعال‌تر است. میانگین پارامترهای M، O و W در ۴ طاق‌دیس مورد مطالعه در جدول ۳ قابل مشاهده می‌باشد. براساس داده‌های جدول ۳ مقدار پارامتر M در طاق‌دیس سوزا بیشتر بوده که نشان‌دهنده بالاآمدگی و توسعه بیشتر فرسایش جانبی می‌باشد و این فرسایش در خروجی دره‌ها نیز بر تکتونیک غلبه کرده و عرض دره‌ها نیز پهن‌تر شده و مقدار O نیز افزایش محسوسی پیدا کرده و در نتیجه مقدار W کاهش پیدا نموده است (اشکال ۵ و ۸ و جدول ۳).



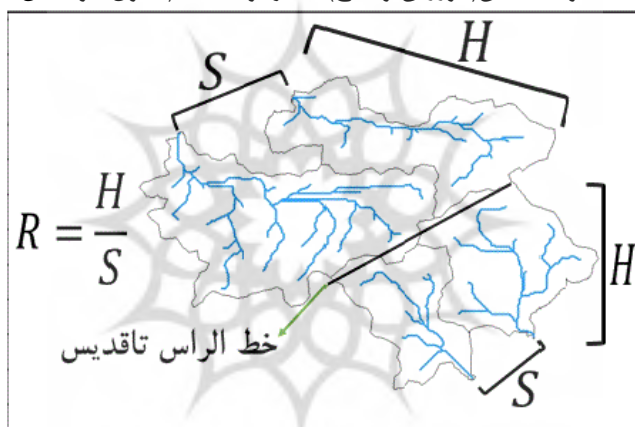
شکل ۸. موقعیت و تعداد دره‌های ساغری در ۴ طاق‌دیس مورد مطالعه (نگارندگان)  
جدول ۳. میانگین مقادیر شاخص دره‌های ساغری در طاق‌دیس‌ها (نگارندگان)

| نام طاق‌دیس | تعداد | M (m)  | O(m)   | W    |
|-------------|-------|--------|--------|------|
| سلخ         | ۲۲    | ۴۳۹,۹۶ | ۱۰۶,۴۴ | ۴,۱۳ |
| گورزین      | ۱۸    | ۳۳۲,۸۸ | ۱۰۰,۶۱ | ۳,۳۰ |
| سوزا        | ۸     | ۵۳۹    | ۱۹۰,۹۱ | ۲,۸۲ |
| گیاهدان     | ۱۱    | ۳۷۰    | ۱۴۶,۸۱ | ۲,۵۲ |

### نسبت فاصله‌بندی

فرم یا شکل‌گیری آبراهه‌ها در مناطق تکتونیکی فعال و غیرفعال، متفاوت است. فاصله‌ی بین شبکه‌های زهکشی از جمله شاخص‌هایی می‌باشد که با میزان فعالیت تکتونیک مرتبط است. در مناطق با فرسایش بیشتر و قدیمی‌تر آبراهه‌ها عریض شده و بنابراین آبراهه‌های اصلی در زیرحوضه‌ها از هم فاصله‌ی بیشتری را پیدا می‌کنند و در نتیجه میزان فعالیت تکتونیکی نیز به کمترین حد خود می‌رسد اما در مناطقی که تکتونیک فعال بوده، مناطق جوان و جدید با میزان فرسایش کمتر و آبراهه‌های موازی و نزدیک به هم در زیرحوضه‌ها تشکیل می‌گردند. در این تحقیق از شاخص R برای نمایش نقش و ایفای

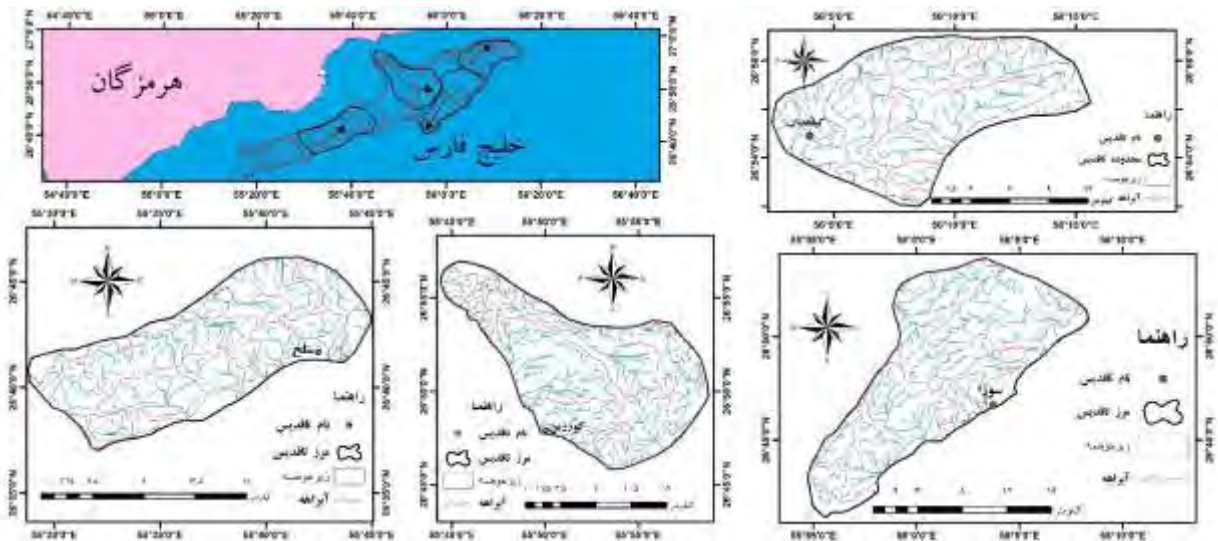
تکتونیک در فاصله آبراهه‌ها در خروجی زیرحوضه‌های هر چهار طاقدیس جزیره قشم، استفاده شده است. در شکل ۹ نحوه محاسبه و اندازه‌گیری شاخص نسبت فاصله‌بندی ( $R$ ) به صورت شماتیک رسم شده است. شاخص نسبت فاصله‌بندی شبکه زهکشی  $R$ ، از تقسیم طول شبکه ( $H$ ) (فاصله افقی بین خط‌الراس و پایین‌ترین نقطه‌ی حوضه یا خروجی پهلوئی طاقدیس) بر عرض حوضه ( $S$ ) یا فاصله بین دو نقطه خروجی دو حوضه مجاور و موازی هم به دست می‌آید (شکل ۹) (تالینگ و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۹۷). هر چه میزان و مقدار  $R$  بیشتر باشد نشان‌دهنده فعال و جوان بودن منطقه از لحاظ تکتونیک بوده و مقدار کم  $R$  فرسایش بیشتر و فعالیت کم تکتونیک منطقه را نشان می‌دهد. در کل جزیره قشم تعداد ۹۶ زیرحوضه کوچک و بزرگ استخراج گردید (شکل ۱۰). تعداد ۵۰ زیرحوضه در محدوده ۴ طاقدیس (سلخ=۱۹، گورزین=۲۱، سوزا=۱۴ و گیاهدان=۱۶) قرار گرفت و شاخص  $R$  برای این ۵۵ حوضه‌ی زهکشی محاسبه و اندازه‌گیری شده است (جدول ۴). جدول شماره ۴ میانگین نسبت فاصله‌بندی (شاخص  $R$ ) را در ۴ طاقدیس نشان داده است. میزان فرسایش در طاقدیس سوزا و گیاهدان نسبت به دو طاقدیس دیگر بیشتر است (اشکال ۵، ۶ و جدول ۴) برتری فرسایش بر تکتونیک در این دو طاقدیس آبراهه‌های عریض‌تر، زیرحوضه‌های بزرگ‌تر و بزرگ‌تر شدن عرض حوضه‌ها ( $S$ ) را در پی داشته و در نتیجه مقدار شاخص  $R$  نیز در این دو طاقدیس نسبت به دو طاقدیس (گورزین و سلخ) کمتر بوده است (جدول ۴ و شکل ۱۰).



شکل ۹. طرح شماتیک از شاخص  $R$  بر روی پهلوئی طاقدیس سلخ (نگارندگان)  
جدول ۴. میانگین مقادیر نسبت فاصله‌بندی در طاقدیس‌ها (نگارندگان)

| نام طاقدیس | تعداد | میانگین نسبت فاصله‌بندی $R$ |
|------------|-------|-----------------------------|
| سلخ        | ۱۹    | ۲,۷۶                        |
| گورزین     | ۲۱    | ۳,۶۲                        |
| سوزا       | ۱۴    | ۲,۲۶                        |
| گیاهدان    | ۱۶    | ۲,۱۳                        |

<sup>۱</sup>-Talling



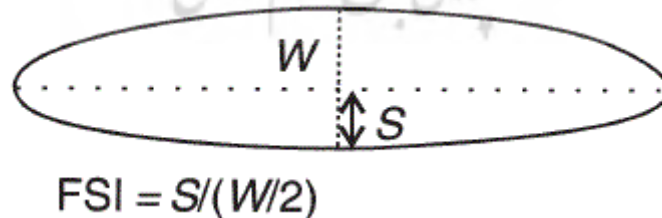
شکل ۱۰. موقعیت و تعداد زیرحوضه‌ها در ۴ طاقدیس مورد مطالعه (نگارندگان)

### شاخص تقارن چین

این شاخص میزان نابرابری دو یال طاقدیس را نشان می‌دهد. میزان فعالیت تکتونیکی در طاقدیس‌ها در این روش براساس رابطه ۱ به دست می‌آید:

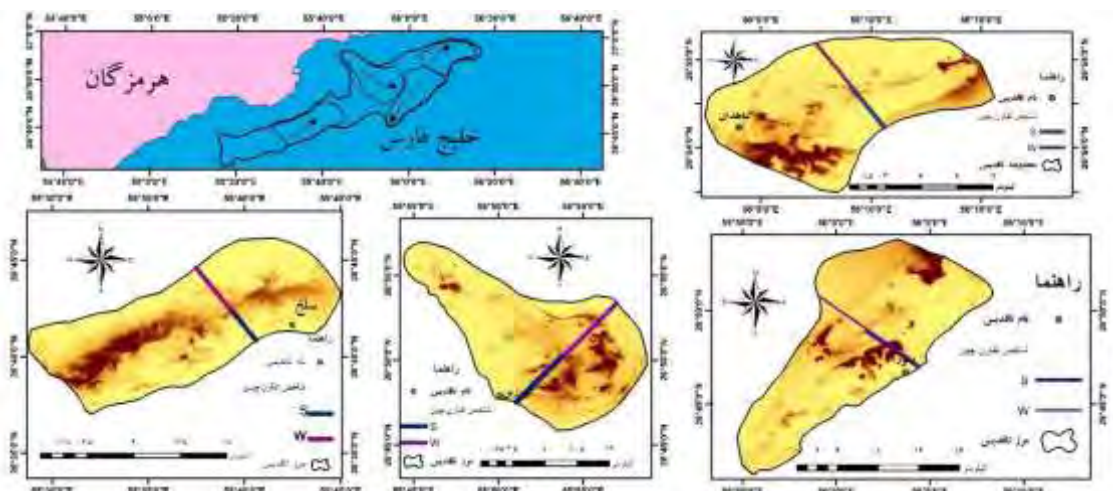
$$FSI = S / (W/2) \text{ رابطه ۱}$$

که  $FSI$  شاخص تقارن چین،  $S$  عرض پهلوی کوتاه‌تر طاقدیس و  $W/2$  نصف عرض طاقدیس می‌باشد. که نحوه محاسبه آن در شکل ۱۱ و ۱۲ نمایش داده شده است. براساس نظر بربری و همکاران (۲۰۱۰) در یک طاقدیس کاملاً متقارن، مقدار این شاخص عدد ۱ در حالی که در یک طاقدیس نامتقارن این مقدار کمتر از ۱ است. به طور که هر چه مقدار  $FSI$  کمتر از عدد یک باشد نشانگر فعالیت بیشتر تکتونیکی که منجر به نامتقارنی طاقدیس می‌گردد و هرچه این مقدار بیشتر باشد عدم فعالیت تکتونیکی و شکل متقارن طاقدیس را سبب می‌شود.



شکل ۱۱. نحوه محاسبه شاخص تقارن چین (بربری و همکاران، ۲۰۱۰)





شکل ۱۲. محاسبه شاخص تقارن چین در ۴ طاقدیس قسم

جدول ۵- مقدار پارامترهای مربوط به شاخص تقارن چین در هر ۴ طاقدیس

| FSI  | W/2(km) | S(km) | نام طاقدیس |
|------|---------|-------|------------|
| ۰,۸۰ | ۴,۳۶    | ۳,۵۱  | سلخ        |
| ۰,۹۶ | ۷,۰۳    | ۶,۸۲  | گورزین     |
| ۱    | ۵,۷     | ۵,۷۸  | سوزا       |
| ۰,۹۹ | ۴,۳۸    | ۴,۳۵  | گیاهدان    |

همچنان که در جدول ۵ مشاهده می‌گردد. میزان فعالیت تکتونیکی براساس این شاخص در طاقدیس سلخ بیشترین و در طاقدیس سوزا کمترین می‌باشد. براساس این شاخص چون سه طاقدیس گورزین، سوزا و گیاهدان دارای FSI نزدیک به عدد ۱ هستند، طاقدیس متقارن محسوب شده اما طاقدیس سلخ نامتقارن بوده و طرفین پرتیب بوده و گسل‌های متعدد در سطح طاقدیس وجود دارد.

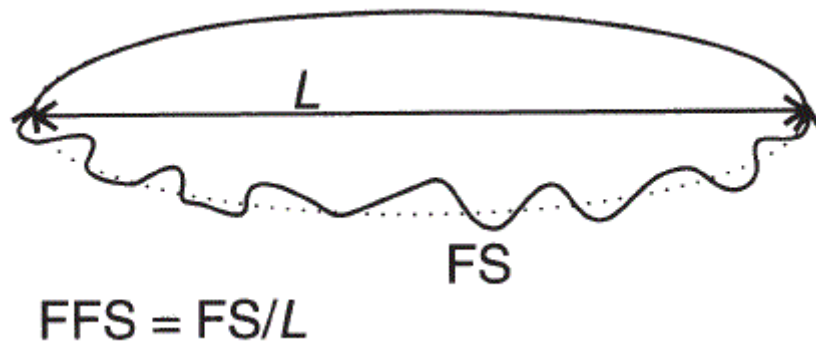
#### شاخص سینوسیته جبهه چین

این شاخص نیز برای محاسبه درجه فعالیت تکتونیکی طاقدیس می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. که براساس رابطه ۲ به دست می‌آید.

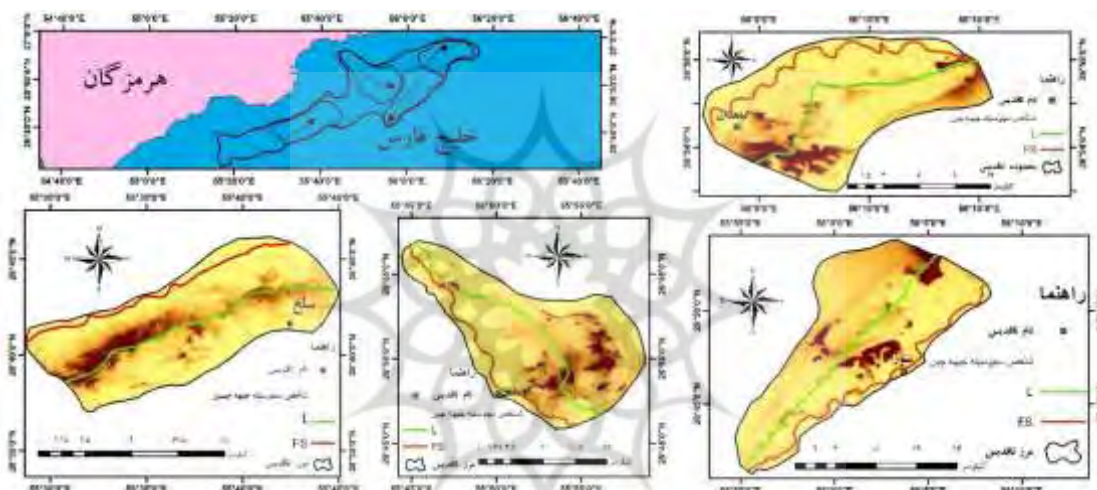
$$FFS = FS/L \text{ رابطه ۲}$$

FFS شاخص سینوسیته جبهه کوهستان، FS طول جبهه طاقدیس و L طول طاقدیس می‌باشد. براساس نظر بربری و همکاران (۲۰۱۰) هر چه مقدار FFS کمتر باشد چین خوردگی‌ها جوان‌تر، فرسایش کمتر و در نتیجه تکتونیکی فعال‌تر است اما در مقدار بالای این شاخص شاید جبهه‌های فرسایش یافته و چین خوردگی‌های قدیمی هستیم. نحوه محاسبه این شاخص در اشکال ۱۳ و ۱۴ مشاهده می‌گردد.





شکل ۱۳. نحوه محاسبه شاخص سینوسیته جبهه چین (بربری و همکاران، ۲۰۱۰)



شکل ۱۴. محاسبه شاخص سینوسیته جبهه چین در ۴ طاق‌دیس قشم

جدول ۶- مقدار پارامترهای مربوط به شاخص سینوسیته جبهه چین در هر ۴ طاق‌دیس

| FSS  | L(km) | FS(km) | نام طاق‌دیس |
|------|-------|--------|-------------|
| ۱,۰۳ | ۲۶,۴  | ۲۷,۳   | سلخ         |
| ۱,۱  | ۲۹,۴  | ۳۰,۲   | گورزین      |
| ۱,۲۴ | ۲۷    | ۳۳,۶   | سوزا        |
| ۱,۳۲ | ۲۱,۸  | ۲۸,۹   | گیاهدان     |

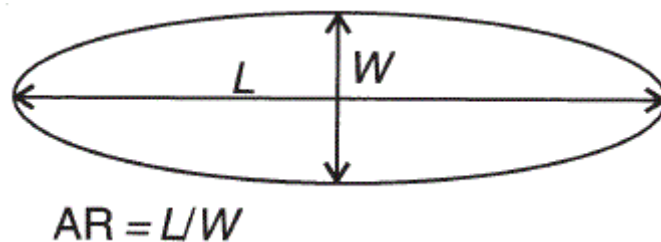
براساس جدول ۶ میزان فعالیت تکتونیکی در طاق‌دیس‌های سلخ و گورزین نسبت به سوزا و گیاهدان، فعال‌تر بوده و این نشان‌دهنده این است که دو طاق‌دیس سلخ و گورزین جوانتر و تاثیر فرسایش نیز کمتر بوده است.

### شاخص نسبت جهت

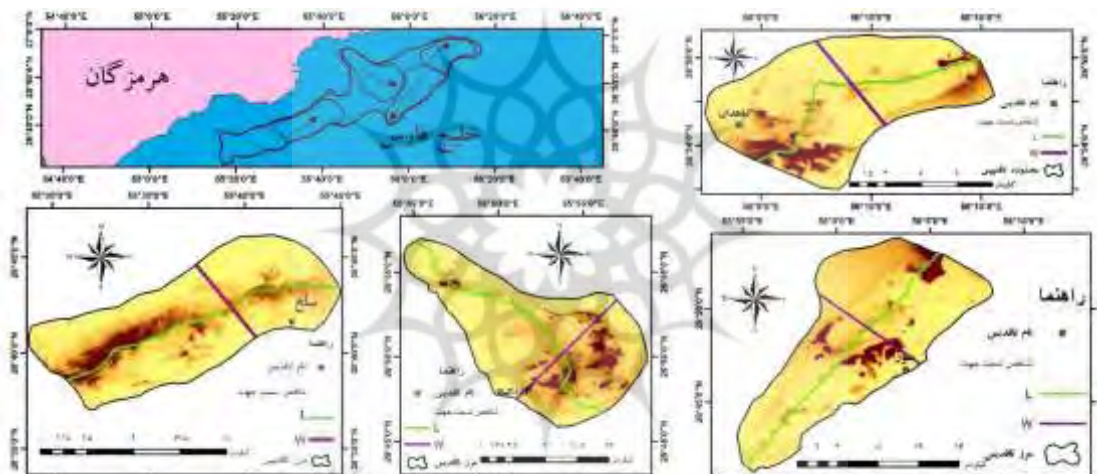
یکی دیگر از شاخص‌های مورفومتری برای تعیین میزان فعالیت زمین‌ساختی یک منطقه، این شاخص می‌باشد. برخلاف دو مورد قبلی، در این شاخص هرچه عدد بیشتر باشد و میزان بالایی را نشان دهد، تکتونیک فعال‌تر بوده و با کاهش پارامتر نسبت جهت فعالیت تکتونیکی نیز کم و کاهش پیدا می‌کند. در رابطه ۳ نحوه محاسبه این شاخص توضیح داده شده است.

$$AR = L/W \quad \text{رابطه ۳}$$

که در این رابطه  $AR$  شاخص نسبت جهت،  $L$  طول طاقدیس و  $W$  عرض طاقدیس محسوب می‌گردد. نحوه محاسبه این شاخص در اشکال ۱۵ و ۱۶ مشاهده می‌گردد.



شکل ۱۵. نحوه محاسبه شاخص نسبت جهت (بربری و همکاران، ۲۰۱۰)



شکل ۱۶. محاسبه شاخص نسبت جهت در ۴ طاقدیس قشم

جدول ۷- مقدار پارامترهای مربوط به شاخص نسبت جهت در هر ۴ طاقدیس

| نام طاقدیس | L(km) | W(km) | AR   |
|------------|-------|-------|------|
| سلخ        | ۲۶,۴  | ۸,۷۲  | ۳,۰۲ |
| گورزین     | ۲۹,۴  | ۱۱,۲  | ۲,۶۲ |
| سوزا       | ۲۷    | ۱۱,۴  | ۲,۳  |
| گیاهدان    | ۲۱,۸  | ۸,۷۷  | ۲,۴۸ |

براساس اعداد جدول ۷ میزان بیشتر  $AR$  در طاقدیس سلخ نشان‌دهنده فعالیت تکتونیکی بالاتر و فشردگی بیشتر است. به دنبال این طاقدیس میزان پارامتر  $AR$  در طاقدیس‌های گورزین، گیاهدان و سوزا بیشترین به کمترین هستند به نحوی که میزان فعالیت تکتونیکی در طاقدیس سوزا کمترین می‌باشد.

## نتیجه گیری

جزیره قشم از لحاظ زمین ساختی در انتهای جنوب شرقی کمربند چین خورده-رورانده زاگرس در حاشیه غربی تنگه هرمز واقع است. برای شناسایی محدوده و نقش تکتونیک و زمین ساخت منطقه از شاخص های تکتونیک ژئومورفولوژیک استفاده شده است. هدف تحقیق حاضر بررسی درجه فعالیت های تکتونیک طاقدیس های جزیره قشم براساس شاخص های مورفوتکتونیک می باشد. برای رسیدن به این هدف در بخش های مختلف منطقه مورد مطالعه از شاخص های ژئومورفولوژیک مخصوص طاقدیس (دره های ساغری شکل W، سطوح مثلثی شکل، نسبت فاصله بندی آبراهه ها R، تقارن چین FSI، سینوسیته جبهه چین FFS و نسبت جهت AR) جهت رسیدن به درجه فعالیت های تکتونیک طاقدیس ها استفاده شده است. در شاخص سطوح مثلثی که برای دو طاقدیس سلخ و گورزین مورد استفاده قرار گرفته است مقدار دو پارامتر، میانگین مساحت و طول قاعده در طاقدیس گورزین بیشتر بوده که علت آن به وجود و برتری سنگ آهک در این طاقدیس برمی گردد که فرسایش آبی نتوانسته محدوده این سنگ ها (شرق و جنوب شرق طاقدیس) را زیاد تحت تاثیر قرار دهد اما در مورد میانگین شیب که در طاقدیس سلخ به میزان ۳ درصد (گورزین ۱۷ و سلخ ۲۰) بیشتر بوده وجود فعالیت بیشتر گسل ها و به موازات آن بالا آمدگی و برخاستگی زمین ساخت در این محدوده می باشد و وجود گنبد نمکی قشم در محدوده طاقدیس و غرب آن میزان فعالیت تکتونیک بیشتر و در نتیجه موثر بودن بر روی شیب را نیز تایید می کند. بررسی دره های ساغری نشان می دهد که هرچه میزان W بیشتر باشد منطقه از نظر تکتونیک فعالتر بوده در نتیجه به ترتیب میزان W طاقدیس سلخ (۴،۱۳) فعال ترین، گورزین (۳،۳۰) فعال، سوزا (۲،۸۲) کمتر و طاقدیس گیاهدان (۲،۲،۵۲) کمترین فعالیت تکتونیک را دارا هستند. در دره های ساغری هرچه پارامتر M بیشتر باشد نشان دهنده بیشترین فرسایش جانبی محتمل بوده که بر این اساس بیشترین عملکرد فرسایش به ترتیب در طاقدیس های سوزا (۵،۳۹)، سلخ (۴،۳۹)، گیاهدان (۳،۷۰) و گورزین (۳،۳۲) می باشد. علت بیشترین فرسایش در طاقدیس سوزا به جنس سازندهای سست (مارن و ژپس) و وجود گسل های کم در این محدوده و علت کمترین فرسایش در طاقدیس گورزین درست برعکس طاقدیس سوزا به وجود گسل های زیاد و وجود سازند سخت آهک در محدوده برمی گردد. در مورد پارامتر O که مربوط به عرض خروجی دره ها می باشد می توان به نکات زیر اشاره نمود: هر اندازه میزان این پارامتر کمتر باشد، نشان دهنده فعال بودن تکتونیک و میزان کمتر فرسایش می باشد. بر این اساس بیشترین میزان فعالیت به ترتیب مربوط به طاقدیس های گورزین (۱،۰۰)، سلخ (۱،۰۶)، گیاهدان (۱،۴۶) و سوزا (۱،۹۰) می باشد. در بررسی شاخص نسبت فاصله بندی هر چه میزان R بیشتر باشد نشان دهنده فعالیت تکتونیک بیشتر است. در مناطق با فرسایش بیشتر آبراهه ها عریض تر شده و آبراهه های اصلی در زیرحوضه ها از هم فاصله بیشتری را پیدا می کنند. اما در مناطقی که تکتونیک فعال بوده، مناطق جوان و جدید با میزان فرسایش کمتر و آبراهه های موازی و نزدیک به هم در زیرحوضه ها تشکیل می گردند. براین اساس بیشترین میزان فعالیت تکتونیک در میان طاقدیس ها براساس شاخص نسبت فاصله بندی مربوط به طاقدیس گورزین (۳،۶۲)، سلخ (۲،۷۶)، سوزا (۲،۲۶) و گیاهدان (۲،۱۳) می باشد. در شاخص تقارن چین (FSI) هر مقدار به دست آمده کمتر از عدد ۱ باشد طاقدیس نامتقارن و فعالیت تکتونیک نیز بیشتر است. بنابراین طاقدیس سلخ با ۰/۸۰ و طاقدیس سوزا و گیاهدان با عدد ۱ کامل بیشترین و کمترین فعالیت تکتونیک را دارا هستند. در مورد شاخص سینوسیته جبهه چین این نکته مهم است که هر چه میزان FFS کمتر باشد چین خوردگی ها جوان تر و به موازات آن نیز تکتونیک فعال تر می باشد. در این شاخص میزان فرسایش در طاقدیس گیاهدان و سوزا بیشتر با اعداد (۱،۳۲ و ۱،۲۴) و برعکس در دو طاقدیس سلخ و گورزین فرسایش کمتر و چین خوردگی ها جوان تر هستند با اعداد (۱،۰۳ و ۱،۰۱). و در نهایت در شاخص نسبت جهت برعکس دو مورد قبلی، هرچه میزان AR بیشتر باشد طاقدیس از نظر تکتونیک فعال تر خواهد بود. بر اساس این شاخص نیز باز هم طاقدیس سلخ با ۳،۰۲، دارای بیشترین فعالیت و گیاهدان با ۲،۴۸ کمترین فعالیت را دارا هستند.

در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که براساس هر شش شاخص استفاده شده برای شناسایی فعال بودن تکتونیکی طاق‌دیس‌ها، هر ۴ طاق‌دیس سلخ، گورزین، سوزا و گیاهدان از نظر تکتونیکی فعال بوده و این نکته ضروری است که هرچا تعداد گسل‌ها بیشتر بوده تکتونیکی بر فرسایش غلبه پیدا کرده مثل دو طاق‌دیس سلخ و گورزین و هرچا که از تعداد گسل‌ها کم شده و یا فاصله از گسل بیشتر شده فرسایش دشت یکنواخت و تقزیا بدون ناهمواری را به وجود آورده است مثل دو طاق‌دیس سوزا و گیاهدان.

### سپاس‌گزاری

این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد، دفاع شده در دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران است. بدین‌وسیله از زحمات استاد راهنما و مشاور پایان نامه و این تحقیق کمال تشکر را داریم.

### منابع

- بهرامی شهرام، زنگنه‌اسدی محمدعلی و غلامی یوسف (۱۳۹۲). تحلیل تکتونیک فعال طاق‌دیس گلپان با استفاده از شاخص‌های مورفوتکتونیکی، جغرافیا و توسعه، شماره ۳۳، زمستان ۱۳۹۲، صص ۱۵۹-۱۷۲
- شفیع، الهه، علوی، سید احمد و نصیر نادری میقان، ۱۳۸۸، تکتونیک فعال در رشته‌کوه بینالود با تکیه بر بررسی‌های مورفوتکتونیکی، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۷۰، صص ۹۲-۷۹.
- عزتی، مریم و مریم آق آتابای، ۱۳۹۳، تحلیل زمین ساخت فعال حوضه ی بجنورد با کمک شاخص‌های مورفوتکتونیکی، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۴، صص ۱۳۰-۱۴۴
- گورابی ابوالقاسم و امامی کامیار (۱۳۹۶). تاثیر نوزمین ساخت بر تغییرات مورفولوژیک حوضه‌های زهکشی سواحل مکران، جنوب شرق ایران. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال ششم، شماره ۱، تابستان ۹۶، صص ۷۴-۸۹
- گورابی، ابوالقاسم، ۱۳۹۵، تکتونیک فعال: زمین‌لرزه‌ها، بال‌آمدگی، چشم‌انداز، مولفان: ادوارد کلا و نیکلاس پیتنر، مترجم: ابوالقاسم گورابی، نشر انتخاب، تهران.
- گورابی، ابوالقاسم و فاطمه کیارستمی (۱۳۹۴). ارزیابی زمین ساخت حوضه‌های آبریز با استفاده از اختصاصات ژئومورفولوژیک 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.
- مقصودی مهران، جعفری‌ا قدم مریم، باقری‌سیدشکری سجاد و مینایی مسعود (۱۳۹۰). بررسی تکتونیک فعال حوضه‌ی آبخیز کفرآور با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک و شواهد ژئومورفولوژیکی، جغرافیا و توسعه، شماره ۲۵، زمستان ۱۳۹۰، صص ۱۱۱-۱۳۶
- مقصودی، مهران، احمدی، امیر و شایان، سیاوش (۱۳۹۵). تاثیر نوزمین ساخت و تغییر اقلیم در تحول پهنه‌های ماسه‌ای شمال خاوری اهواز. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال پنجم، شماره ۱. صص ۱۶۰-۱۸۰
- Avena, G.C., Giuliano G. & Lupia Palmier E, 1967, Sulla valutazione quantitativa della gerarchizzazione ed evoluzione dei reticoli fluviali, Bollettino della Societa Geologica Italiana. No. 86, Pp. 781-796.
- Azor, A., Keller, E.A., Yeats, R.S., (2002), Geomorphic indicators of active fold growth: South Mountain–Oak Ridge anticline, Ventura basin, southern California. Geological society of America bulletin, 114, 745-753.
- Bahrami, S (2012). Morphotectonic evolution of triangular facets and wine-glass valleys in the Noakoh anticline, Zagros, Iran: implications for active tectonics. *Geomorphology*, 159.
- Bull, w. B (1984). Tectonic, Geomorphology. *Journal of Geological Education*, V(32).

- Buonasorte, G., Ciccacci, S, De Rita, D., Fredi, P. & Lupia Palmieri, E., 1991, *Some relations between morphological characteristics and geological structure in the Vulsini Volcanic Complex (Northern Latium, Italy)*, *Zeitschrift fur Geomorphologie N.F., Supple. Bd. 82*: 59-71.
- Burbank, D.W., and Anderson, R.S (2001). *Tectonic geomorphology*, Blackwell Science, Oxford.
- Burbery, C. M, Cosgrove, J. W, Liu, J. G (2010). *A study of fold characteristics and deformation style using the evolution of the land surface: Zagros Simply Folded Belt, Iran*, Geological Society of London.
- Guarnieri, P., Pirrotta, C (2008). *The response of drainage basins to the late Quaternary tectonics in the Sicilian side of the Messina Strait (NE Sicily)*. *Geomorphology*, 95.
- Hamblin, W. K (1976). *Patterns of displacement along the Wasatch Fault*, *Geology*, 4.
- Hamdouni, R. El. Iriggaray, C. Fernandez, T. Chacon, J & E.A Keller, 2008, *Assessment of relative active tectonics southwest border of the Sierra Nevada (Southern Spain)*. *Geomorphology*, 96.
- Hovius, N., 1996. *Regular spacing of drainage outlets from linear mountain belts*, *Basin Research*, 8.
- Keller, Edward A & Nicholas, Pinter, 1996, *Active Tectonics Earthquakes, Uplift, and Landscape*. Published by Prentice-Hall, Inc. New Jersey. P. 338.
- Li, Youli. Yang, Jingchun. Tan, Lihua. Duan, Fengian (1999). *Impact of tectonics on alluvial landforms in Hexi corridor, Northwest China*. *Geomorphology Vol.*
- Menges, C. M (1990). *Soils and geomorphic evolution of bedrock facets on a tectonically active mountain front, western Sangre de Cristo Mountains, New Mexico*. *Geomorphology*, 3.
- Merta, D. & N. S, Harkins, 2005, *Quantitative morphotectonic analysis as a tool for detecting deformation patterns in soft rock terrains: A case study from the southern Marches, Italy*, *Geomorphologie*, No. 4, Pp. 267-284.
- Pike, R.L., 1993, *A bibliography of geomorphometry, with a topical key to the literature and an introduction to the numerical. Characterization of topographic form*, U.S Geological Survey Open-file Report. 93-262-A, 132 P. 27. Zuchiewicz, W., 1998, *Quaternary Tectonics of the outer West Carpathians, Poland* *Tectonophysics*, Vol. 297, No. 1-4, pp. 121-132.
- Rockwell T.K., Keller E.A., Johnson D.L., 1985, *Tectonic geomorphology of alluvial fans and mountain fronts near Ventura, California*, In: Morisawa, M. (Ed2), *Tectonic Geomorphology, Proceedings of the 15th Annual Geomorphology Symposium*. Allen and Unwin Publishers, Boston, MA, pp. 183-207.
- Shtober-Zisu, N., Greenbaum, N., Inbar, M., Flexer, A (2008). *Morphometric and geomorphic approaches for assessment of tectonic activity, Dead Sea Rift (Israel)*. *Geomorphology*, 102
- Singh, T and Jain, V (2009). *Tectonic constraint on watershed development on frontal ridges: Mohand Ridge, NW Himalaya, India*. *Geomorphology*, 102.
- Talling, P. J., M. D. Stewart, C. P. Stark, S. Gupta, and S. J. Vincent (1997). *Regular spacing of drainage outlets from linear fault blocks*, *Basin Research*, 9.