

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
تائید نهایی: ۱۳۹۹/۰۴/۱۹

چکیده

جزیره قشم بر طاقدیس‌ها و گنبدهای نمکی جنوب‌شرق زاگرس در خلیج‌فارس و نزدیک تنگه هرمز واقع شده است. موقع نسبی زمینساختی واقع بر مرز پیست 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 سلحنج (در غرب)، گورزین (در شمال)، سوزا (مرکز و جنوب) و گیاهدان (در شرق) جزیره قشم انتخاب و براساس شاخص‌های ژئومورفولوژیکی و مورفوتکتونیکی 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 سلحنج، گورزین، سوزا و گیاهدان از نظر تکتونیکی فعال بوده و هرجا تراکم گسلی بیشتر بوده برخاستگی بر فرایش غلبه پیدا کرده مثل غرب جزیره و هرجا که از تراکم گسلی کم شده فرایش داشت یکنواختی را به وجود آورده است مثل شرق جزیره. در نهایت براساس هر ۶ شاخص دو طاقدیس سلحنج و گورزین از لحاظ تکتونیکی فعال و طاقدیس گیاهدان و سوزا به دلیل فرایش بیشتر و برتری آن، از نظر تکتونیکی کمتر تحت تاثیر و تغییر قرار گرفته‌اند. و در نهایت هرجا تعداد گسل‌ها بیشتر بوده تکتونیک بر فرایش غلبه پیدا کرده مثل دو طاقدیس سلحنج و گورزین و هرجا که از تعداد گسل‌ها کم شده و یا فاصله از گسل بیشتر شده فرایش داشت یکنواخت و تقریباً بدون ناهمواری را به وجود آورده است مثل دو طاقدیس سوزا و گیاهدان.

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

مقدمه

مورفومتری به عنوان یک اندازه‌گیری کمی از شکل مناظر تعريف می‌شود. به ساده‌ترین شکل، لندفرم‌ها با روابطی از اندازه، ارتفاع و شبیه آن‌ها ساخته می‌شوند (عزمی و آق‌آتابای، ۱۳۹۳). بررسی کمی لندفرم‌ها در بازسازی تاریخچه‌ی تکتونیک و در ک تکامل لندفرم‌های مربوط به مناطق تکتونیکی فعال ابزاری بسیار مناسب است (اشتوبر^۱، 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 تعییر و تفسیر فرایندهای تحولی- ریختی و نیز در مطالعه‌ی نواحی فعال تکتونیکی شده است (آونا^۲ و همکاران، ۱۹۶۷، بوناسورت^۳ و همکاران، ۱۹۹۱، پیک ۱۹۹۳^۴ و مرتا^۵ 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 تعییر شکل سریع تکتونیکی را تجربه کرده‌اند، مفید می‌باشند. از این اطلاعات برای به دست آوردن جزئیات تکتونیک فعال یک منطقه‌ی خاص استفاده می‌شود. شاخص‌های ژئومورفیکی 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، شبیه نیمرخ طولی رودخانه (شاخص k)، نسبت فاصله‌بندی شبکه زهکشی (R)، نسبت پهنه‌ای کف دره به ارتفاع دره (VF)، عدم تقارن حوضه زهکشی (AF) و... به عنوان ابزارهای مهمی جهت تشخیص تکتونیک‌های فعال توسط محققان مختلف مورداستفاده قرار گرفته است که در زیر به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌کنیم: بررسی‌های سینق و جین^۶ (۲۰۰۹) بر روی کوه مومند در شمال غرب هیمالیا با استفاده از شاخص‌های k، تراکم زهکشی، منحنی هیپوسومتری، نسبت پهنه‌ای دره به ارتفاع دره (vf) و تقارن حوضه زهکشی نشان داد که افزایش شبیه موجب افزایش تعداد آبراهه‌های درجه‌یک و افزایش شاخص k می‌شود و همچنین جبهه کوهستانی موردمطالعه ازنظر تکتونیک فعال می‌باشد. گوارنیری و پیروتا^۷ (۲۰۰۸) برای تداوم میزان بالاًمدگی و فعالیت‌های تکتونیکی کواترنر در جنوب‌شرق سیلیس ایتالیا از شاخص‌های عدم تقارن حوضه (AF)، SL، انتگرال هیپوسومتری (Hi) و نسبت انشعبات (Br) استفاده کرده‌اند. همدونی و همکاران^۸ (۲۰۰۸) با استفاده از شاخص‌های گردایان طولی رودخانه SL، انتگرال هیپوسومتری (Hi)، نسبت پهنه‌ای 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 تعريف نمودند. بول^۹ (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^{۱۰} (۱۹۸۵) براساس شواهد میدانی تکتونیک مخروط‌افکنه‌های آبرفتی جبهه‌های کوهستانی نزدیک و نچورا در کالیفرنیا را مورد بررسی قراردادند. کلر و همکاران^{۱۱} (۱۹۹۶) برای اولین بار از علم مورفو-تکتونیک به عنوان تکتونیک ژئومورفولوژی یاد می‌کنند و شاخص‌های کمی ژئومورفیک را برای بررسی حرکات تکتونیک گسترش می‌دهند. لی و همکاران^{۱۲} (۱۹۹۹) به بررسی

¹-Shtober

²- Avena

³ - Buonasorte

⁴ -Pike

⁵ - Merta

⁶-Singh and jain

⁷- Guarnieri and Pirrotta

⁸-El Hamdouni

⁹- Bool

¹⁰-Rockwell

¹¹-Keller

¹²-Li

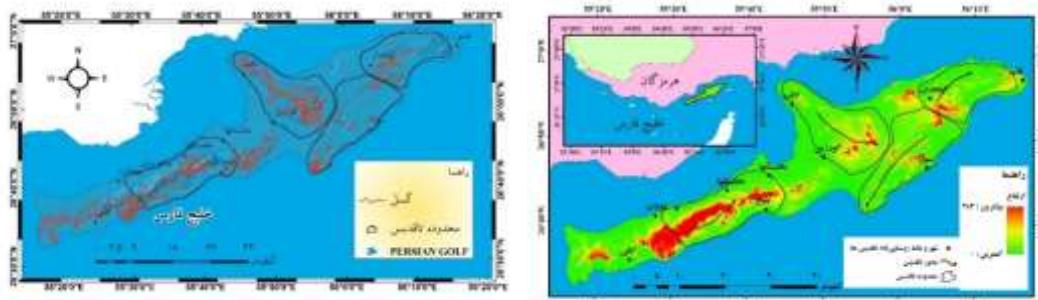
تأثیر تکتونیک بر لندرفمهای رودخانه‌ای در شمال غرب چین پرداختند و دریافتند که حرکات زمین‌ساخت می‌تواند با تعییر سطح اساس رودخانه‌ها موجب تعییر شکل عوارض رودخانه‌ای گردد. آзор و همکاران^۱ (۲۰۰۲) با مطالعه طاقدیس اوکراین در جنوب کالیفرنیا، تفاوت میزان بالآمدگی طاقدیس و فعالیت تکتونیکی آن را براساس پارامترهای تراکم زهکشی، شبیه لایه‌ها، انگرال هیبسومتری زیرحوضه‌ها، شاخص شبیه رودخانه و سینوسیته جبهه کوهستان محاسبه کردند. در ایران نیز شفیعی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی بخشی از رشته کوه بینالود را توسط پارامترهای مورفومتری نظری عدم تقارن حوضه‌ی آبریز، سینوسیته‌ی جبهه‌ی کوهستان و درصد مسطح شدگی پیشانی کوهستان و نسبت پهنه‌ای کف دره به ارتفاع آن را موردمطالعه قرار داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که منطقه‌ی موردمطالعه به طور کلی از نظر تکتونیک فعال است ولی میزان فعالیت در همه جای آن یکسان نیست. بهرامی و همکاران (۱۳۹۲) برای تحلیل تکتونیک فعال طاقدیس گلیان از شاخص‌های سطوح مثلثی شکل، دره‌های ساغری و نسبت فاصله‌بندی استفاده کرده‌اند و به طور کلی بررسی شاخص‌های ژئومورفولوژیک در طاقدیس گلیان نشان می‌دهد که اولاً طاقدیس از نظر تکتونیکی فعال بوده و ثانیاً میزان فعالیت‌های تکتونیکی از جنوب شرق طاقدیس به سمت شمال غرب آن افزایش یافته است. همچنین در تحقیق دیگر توسط گورابی و کیارستمی (۱۳۹۴) با عنوان ارزیابی زمین‌ساخت 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 مورفو-تکتونیک استخراج شده مانند نیمرخ طولی رودخانه، جهت‌های جریان، مورفولوژی حوضه آبریز، نقطه‌های عطف و تعییر شیب، منحنی‌های هیبسومتری و مقدار کشیدگی و چولگی آن که حاصل کش و واکنش نیروی‌های زمین‌ساختی است، بیان کننده تعییرات مورفو-تکتونیکی فعال حوضه و کنونی آن است. گورابی و امامی (۱۳۹۶) تأثیرات نوزمین‌ساخت بر تعییرات مورفولوژی حوضه‌های زهکشی سواحل مکران را براساس 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 ژئومورفولوژیکی موردبررسی قرار داده‌اند و نتایج تحقیق نشان می‌دهد مقادیر به دست آمده از شاخص‌های ژئومورفیک و بررسی شواهد ژئومورفولوژیکی حاکی از فعال بودن نئوتکتونیک در حوضه می‌باشد و حوضه براساس طبقه‌بندی شاخص IAT در کلاس یک قرار می‌گیرد که نشان دهنده فعالیت‌های نئوتکتونیکی شدید در حوضه می‌باشد، مقادیر کمی به دست آمده از شاخص‌های ژئومورفیک توسط شواهد ژئومورفولوژیکی منطقه تأیید می‌گردد. مقصودی و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر نوزمین‌ساخت و تعییر اقلیم در تحول پهنه‌های ماسه‌ای شمال خاوری اهواز را با استفاده از شاخص‌های تراکم زهکش‌ها(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 زمین‌ساخت و تعییر اقلیم می‌باشد.

در تحقیق حاضر از نظر تکتونیکی جزیره قشم مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف تحقیق حاضر بررسی درجه فعالیت‌های تکتونیکی طاقدیس‌های جزیره قشم براساس شاخص‌های ژئومورفولوژیک و مورفو-تکتونیکی می‌باشد. جهت دستیابی به این هدف از روش استقرایی (جزء به کل) استفاده شده است و در این راستا براساس محور طاقدیس‌ها، ۴ طاقدیس سلحخ (در غرب) طاقدیس گورزین (در شمال)، طاقدیس سوزار (مرکز و جنوب) و طاقدیس گیاهدان (در شرق) جزیره قشم، براساس شاخص‌های ژئومورفولوژیکی و مورفو-تکتونیکی مورد بررسی قرار گرفته است.

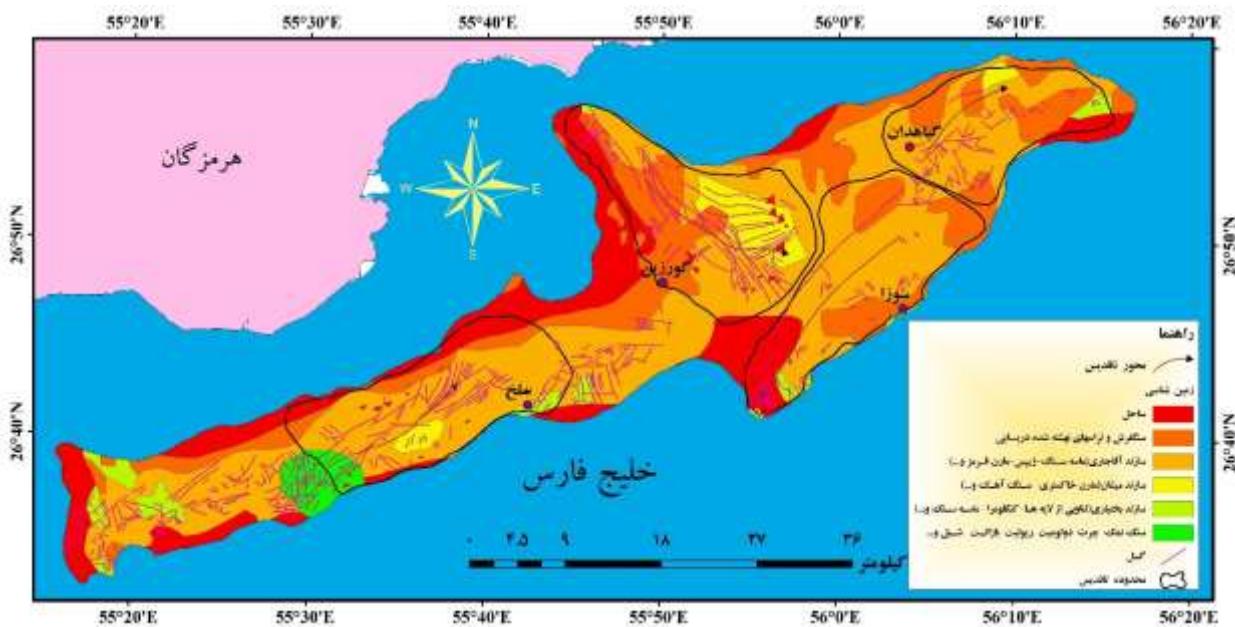
منطقه مورد مطالعه

جزیره قشم به عنوان بزرگترین جزیره‌ی غیرمستقل دنیا در نزدیکی دهانه‌ی تنگه هرمز در خلیج فارس درجه ۵۵ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۶۵ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی و ۲۶ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۲۷ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است.

مساحت این جزیره ۱۴۸۶ کیلومترمربع 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). از نظر آب و هوا قشم منطقه‌ای گرم(میانگین گرما میان 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 جنوب‌شرقی کمربند چین‌خورده‌رورانده زاگرس در حاشیه غربی تنگه هرمز واقع است. از لحاظ زمین‌ساختی، سازندهای رخمنون‌شده در جزیره قشم شامل سری تبخیری هرمز به صورت گنبدی‌ها یا دیاپیرهای نمکی و نهشته‌های مارنی، ماسه‌سنگی و سنگ آهکی است. تغییرات محوری چین‌ها در قشم تالدزاوهای می‌تواند مربوط به تشکیلات تبخیری و یا به‌طور کلی گنبدی‌ها نمکی رخمنون‌شده و نهان در اطراف این جزیره بوده باشد. به عنوان مثال پیچش در بخش شرقی از طاقدیس سلح و روند غیرعادی یا تغییریافته 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 جانی تکتونیک مربوط به توده نمک که احتمالاً منطبق و در زیر منطقه و جزایر مربوط به جنگل‌های دریایی حرا، این ساختار نمکی فعال از نظر تکتونیکی خود به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در ایجاد و گسترش جزایر جزر و مدی و درنتیجه وجود و توسعه جنگل‌های دریایی حرا، 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 به عنوان بخشی از ایالت زاگرس با زلزله‌های نسبتاً فراوان و درنتیجه 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. به صورت ساختار گنبدی در جزیره هنگام و زمین‌ریخت استوانه‌ای به قطر حدود ۷ کیلومتر در کوه نمکدان از جزیره قشم رخمنون دارد. علاوه بر تأثیر فشارهای تکتونیکی و استاتیک در بالازدگی این تشکیلات به صورت گنبدی‌های نمکی و از اعمق بیش از ده کیلومتری، اصولاً مؤثرترین عامل در این مورد یا پدیده دیاپیریسم می‌تواند مربوط به خواص فیزیکی نهشته‌های نمکی باشد(نقشه زمین‌شناسی 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^۱ (W)، سطوح مثلثی شکل^۲، نسبت فاصله‌بندی آبراهه‌ها^۳ (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 (قسم) به منظور شناسایی گسل‌ها و محدوده طاقدیس‌ها، داده‌های مدل رقومی ارتفاعی (DEM) ۳۰ متر منطقه (برای تهیی نموده) 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 خلیج‌فارس و نقش گسل‌ها و خطواره‌ها در برجستگی‌ها، نیم‌خط طولی هر ۴ کیلومتری طولی هر ۶۰ کیلومتری^۵ نهاده شده با مدل سه بعدی هریک از محدوده‌ی طاقدیس‌ها رسم گردید. برای این کار از نرم‌افزار Global Mapper ۱۸ استفاده شده است (ا skal ۳، ۴، ۵ و ۶).

جدول ۱. شاخص‌های مورد استفاده

شاخص	فرمول	فرمول	جزء فرمول	تفصیر	منابع
شاخص سطوح مثلثی	-	طول قاعده	= BL	رویه‌های با شبیه تندر، مساحت و طول قاعده‌ی بیشتر، در مناطق با تکتونیک فعال‌تر تشکیل می‌شوند.	Menges, 1990-Hamblin1976-Wells1988
شاخص (دره‌های ساغری)	W=M/O	مشینه‌ی عرض دره = M خروجی دره = O	مشینه‌ی عرض دره = M خروجی دره = O	دره‌هایی که دارای نسبت W بالاتری هستند در یال‌های پرشیب‌تر و چرخش بیشتر تشکیل می‌شوند،	Burbank and Anderson2000-Bahrami2012

^۱- Wine glass valley^۲- Traingular facets^۳- Stream Spacing ratio

	درنتیجه نشانگر فعالیت تکتونیکی بالاتری هستند.			
Hovius 1996-Talling 1997	در نسبت‌های که میزان R کمتر باشد، بیانگر فرسایش بیشتر و مقدار زیاد R نشان‌دهنده جوان بودن طاقدیس و درنتیجه فعال بودن طاقدیس از نظر تکتونیکی	$H =$ فاصله افقی بین خط‌الراس و پایین‌ترین نقطه حوضه بر روی پهلوی طاقدیس $S =$ فاصله بین خروجی دو حوضه در پهلوی طاقدیس	$R=H/S$	نسبت فاصله‌بندی آبراهه (R)
Burberry 2010	هر چه مقدار FSI کمتر از عدد ۱ باشد، نشانگر فعالیت بیشتر تکتونیکی	$S =$ عرض پهلوی کوتاه‌تر طاقدیس $W/2 =$ نصف عرض طاقدیس	$FSI=S/(W2)$	شاخص مقارن چین
Burberry 2010	هر چه مقدار FFS کمتر باشد، چین - خوردگی‌ها جوان‌تر، فرسایش کمتر و در نتیجه تکتونیک فعال‌تر است.	$FS =$ طول جبهه طاقدیس $L =$ طول طاقدیس	$FFS=FS/L$	سینوسیته جبهه چین
Burberry 2010	در این شاخص هر چه مقدار AR بیشتر باشد و میزان بالای را نشان دهد، تکتونیک فعال‌تر می‌باشد.	$L =$ طول طاقدیس $W =$ عرض طاقدیس	$AR=L/W$	نسبت جهت

یافته‌ها و نتایج تحقیق نیمرخ طولی و مدل سه بعدی طاقدیس سلخ

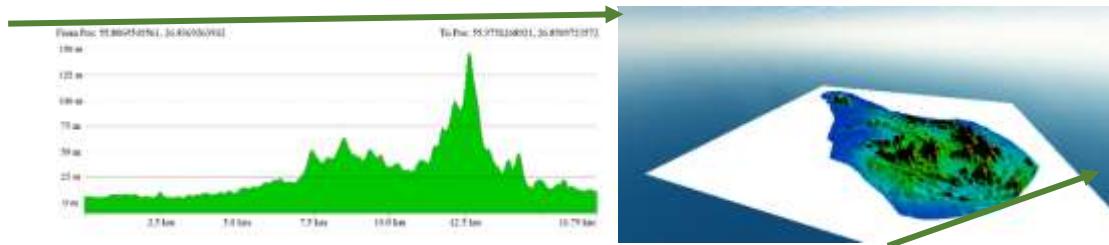
ابن طاقدیس در غرب جزیره قشم واقع شده است و مرتفع‌ترین نقطه در ارتفاع بیش از ۳۰۰ متر در این قسمت واقع شده است (اشکال ۱ و ۳). در محدوده طاقدیس سلخ همچنان که از مدل سه بعدی در شکل ۳ قابل مشاهده می‌باشد ارتفاع از غرب به شرق کاهش پیدا کرده و توپوگرافی نیز از دامنه‌های متعدد و دره‌های زیاد به مناطق پست‌تر و یکدست‌تر منتهی می‌شود. وجود دره‌های متعدد و چهره‌ی خشن غرب طاقدیس نسبت به شرق آن در رابطه با وجود گسل‌های متعددی می‌باشد که در این ناحیه واقع شده‌اند و برای اثبات این ادعا وجود گسل‌ها در این طاقدیس (به تعداد زیاد) در شکل ۲ کافی است. بیشتر محدوده این طاقدیس از سازند آقاجاری (که بیشتر از ژیپس و مارن) تشکیل شده است (شکل ۲). در نگاه اول باید توپوگرافی منطقه صاف و دارای عارضه‌های کم باشد به دلیل اینکه فرسایش آبی مارن و ژیپس را به راحتی فرسایش داده و سطح منطقه را صاف می‌کند اما همچنان که در شکل ۳ دیده می‌شود وجود توپوگرافی نامنظم و دره‌های متعدد و ارتفاع نقاط این فرضیه را رد کرده و وجود گسل‌های زیاد و فعال بودن آن‌ها و به دنبال آن حرکات تکتونیکی ناشی از این گسل‌ها و بالاً‌مدن 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 سلح 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 سلح 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 بروی طاقدیس گورزین حتی بیشتر از طاقدیس سلح(شکل ۲). ب= که بسیار مهم می‌باشد وجود سازند میشان (که دارای سنگ اهک بوده و از نظر مقاومت فرسایشی، سنگ اهک نسبت به مارن و ژیپس مقاوم بوده) در نتیجه به صورت یک برجستگی مخصوصاً در شرق این طاقدیس خودنمایی می‌کند. در نتیجه وجود همزمان سنگ اهک 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 گورزین (نگارندگان)

طاقدیس سوزا

این طاقدیس از نظر جنس لایه‌های زمین‌شناسی مثل طاقدیس سلح از سازند آغازاری(مارن و ژیپس) تشکیل شده است(شکل ۲). اما از نظر توپوگرافی سطح دشت‌گونه‌ای مشاهده می‌گردد به طوری که در غرب طاقدیس سوزا تقریباً دشت یکدستی مشاهده می‌گردد(شکل ۵). یکی از مهم‌ترین نکاتی که می‌شه 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 مثلثی در این طاقدیس قابل مشاهده نبوده(شکل ۷)، کمترین تعداد دره‌ی ساغری (شکل ۸ و جدول ۳) و کمترین تعداد زیرهوضه(شکل ۱۰ و جدول ۴) در طاقدیس سوزا مشاهده شده است.



شکل ۵. مدل سه بعدی و نیم‌رخ طولی در محدوده طاقدیس سوزا (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 مثلثی 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 سلح سازند آغازاری(مارن و ژیپس) بیش از ۵۰ درصد محدوده طاقدیس

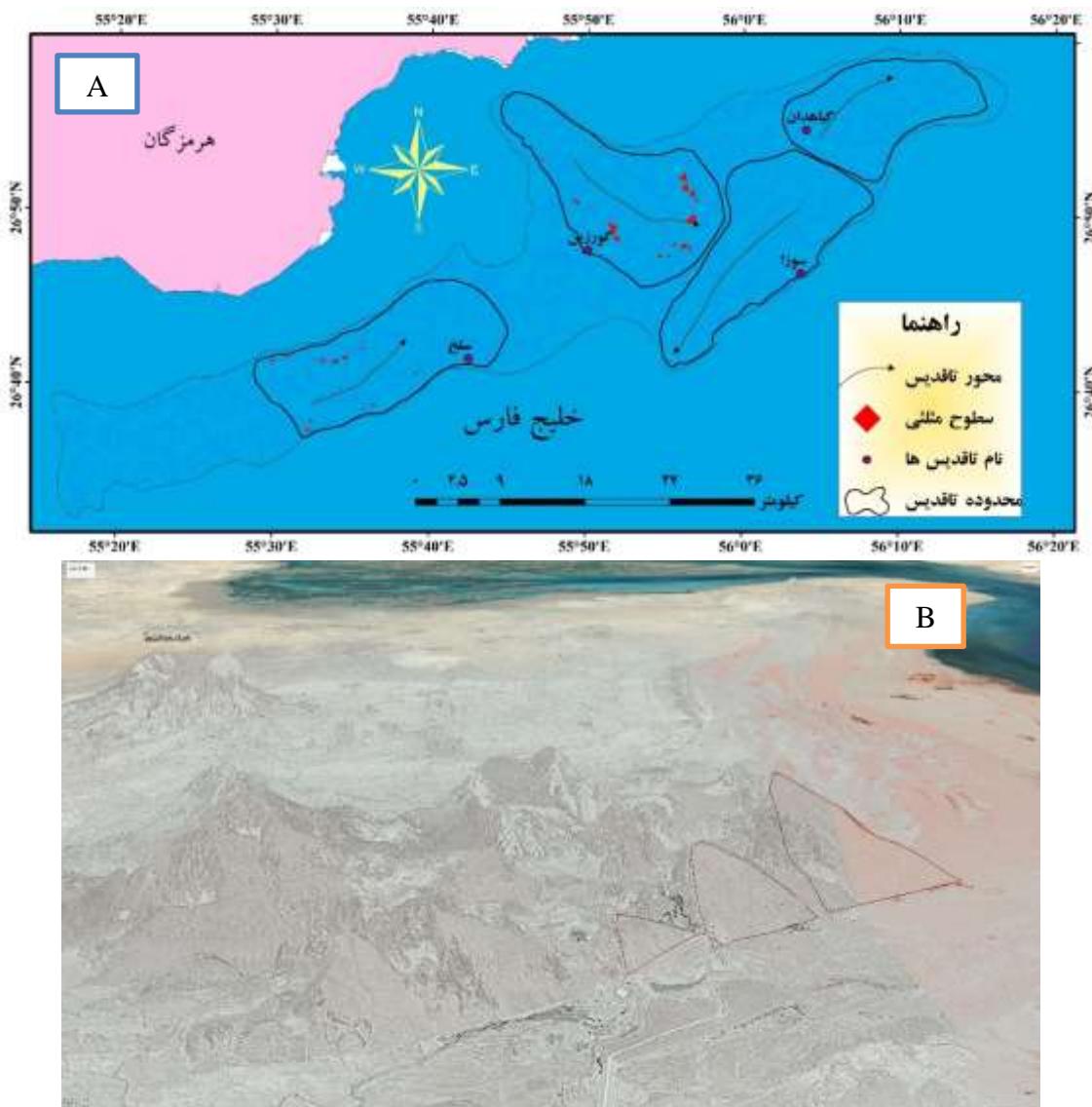
را در برگرفته است. وجود ناهمواری‌هایی که در غرب طاقدیس مشاهده می‌شود به مانند کل طاقدیس‌ها ناشی از بالاًمدگی لایه‌ها و چین خوردن ناشی از عمل تکتونیک بوده اما نه به شدت دو طاقدیس سلح و گورزین اما با شدت بیشترنسبت به طاقدیس سوزا و دلیل اصلی آن نیز وجود متراکم‌بودن تعدادی گسل در این قسمت بوده (شکل ۱) که بر فرسایش منطقه برتری داشته و دره‌هایی با عمق کم و شیب کم به وجود آورده به طوری که هر اندازه از محدوده گسل‌ها به سمت غرب و شرق فاصله می‌گیریم از ارتفاع نقاط کاسته شده و سطح یکدستی مشاهده می‌گردد(شکل ۶).



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

شاخص‌های مورفوتکتونیک سطح مثلثی شکل

سطح مثلثی اشکال خاصی هستند که در پیشانی کوهستان، پرتگاه‌های گسلی و یال‌های چین خوردگی‌ها تشکیل می‌شوند. به وجود آمدن این پدیده‌ها نتیجه‌ی تکتونیک فعال در یک منطقه است که به صورت برخاستگی و بالاًمدن لایه‌های زمین‌شناسی و تشکیل چین‌ها بروز می‌نماید. در صورتی که نرخ برخاستگی بیشتر از نرخ فرسایش آبی باشد، پدیده‌هایی با شکل مثلثی تا چند شکلی تشکیل می‌گردد که توسط آبراهه‌ها از یکدیگر جدا می‌شوند. هرچه میزان برخاستگی تکتونیکی بیشتر باشد، سطوح مثلثی پرشیب‌تر و با طول قائم‌های بیشتر خواهد بود. در نتیجه این شاخص برای دو طاقدیس گورزین و سلح محاسبه شده است(جدول ۲) و در دو طاقدیس سوزا و گیاهدان فرسایش خیلی بیشتر از نرخ برخاستگی بوده و سطوح دشت‌گونه‌ای را بر روی این دو طاقدیس مشاهده می‌شود و برای اثبات این گفته دامنه ارتفاعی که در شکل ۱ آورده شده است و همچنین نیم‌رخ و مدل‌های سه بعدی در اشکال ۵ و ۶ گویای این مطلب می‌باشد. در دو طاقدیس سلح و گورزین مجموعاً ۳۱ سطح مثلثی(سلح=۱۴) و (گورزین=۱۷) شناسایی و ترسیم گردید(شکل ۷). مساحت، طول قاعده و شیب توپوگرافی برای هر دو طاقدیس سلح 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 سلح 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 سلح بیشتر بوده و دلیل آن نرخ بالای برخاستگی براثر گسل و تکتونیک بوده و دره‌های متعدد، باریک‌تر و عمیق‌تر میزان شیب در در این طاقدیس افزایش داده‌اند(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)

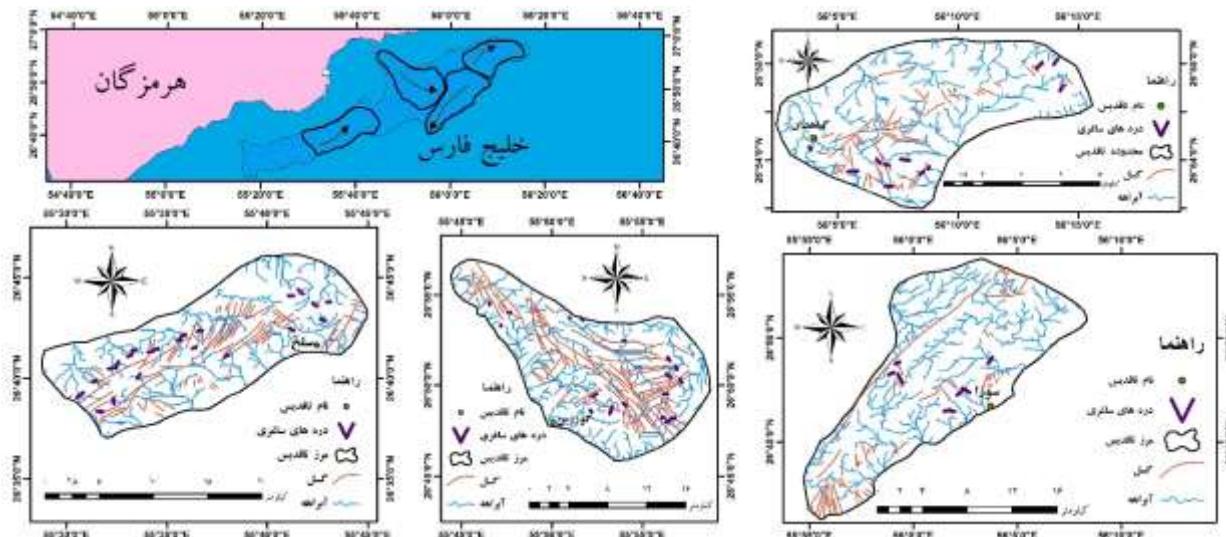
جدول ۲. میانگین مقادیر شاخص سطوح مثلثی در طاقدیس ها(نگارندگان)

نام طاقدیس	تعداد	میانگین مساحت (m ²)	میانگین طول قاعده (m)	میانگین شبیب (درصد)
سلخ	۱۴	۱۴۱۴۳۸,۲۸	۶۱۲,۰۳	۲۰,۴۴
گورزین	۱۷	۲۲۵۶۶۱,۵۸	۷۳۰,۴۷	۱۷,۹۴

دره های ساغری

اشکال دره های ساغری، دره هایی به شکل جام هستند که بر روی پرتگاه های گسلی و یال های طاقدیس های فعال در نتیجه هی فرسایش رودخانه ای و آبی تشکیل می شوند. هرچه نرخ برخاستگی بیشتر از نرخ فرسایش آبی باشد، این دره ها عمیق تر و باریک تر خواهند بود و در مقابل در صورتی که نرخ فرسایش آبی بیشتر باشد، این دره ها پهن تر 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 پایین دست(منطبق بر جبهه کوهستان)، به علت فعالیت تکتونیکی بالا، دره به شکل V ظاهر شده و عرض آن کاهش می‌یابد. دره‌های مذکور که در قسمت پایین دست باریک هستند و به سمت بالا عریض می‌شوند دارای شکلی شبیه کاسه بوده به دره‌های ساغری شکل معروف هستند. این اشکال نشان‌دهنده بالامدگی 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 هر ۴ طاقدیس مورد مطالعه در جدول ۳ قابل مشاهده می‌باشد. براساس داده‌های جدول ۳ مقدار پارامتر M در طاقدیس سوزا بیشتر بوده که نشان‌دهنده بالامدگی 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)

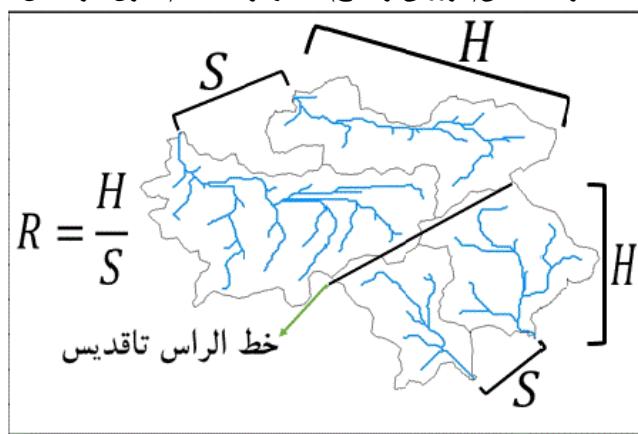
جدول ۳. میانگین مقادیر شاخص دره‌های ساغری در طاقدیس‌ها(نگارندگان)

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 موادی و نزدیک به هم در زیرحوضه‌ها تشکیل می‌گردند. در این تحقیق از شاخص R برای نمایش نقش و ایفای

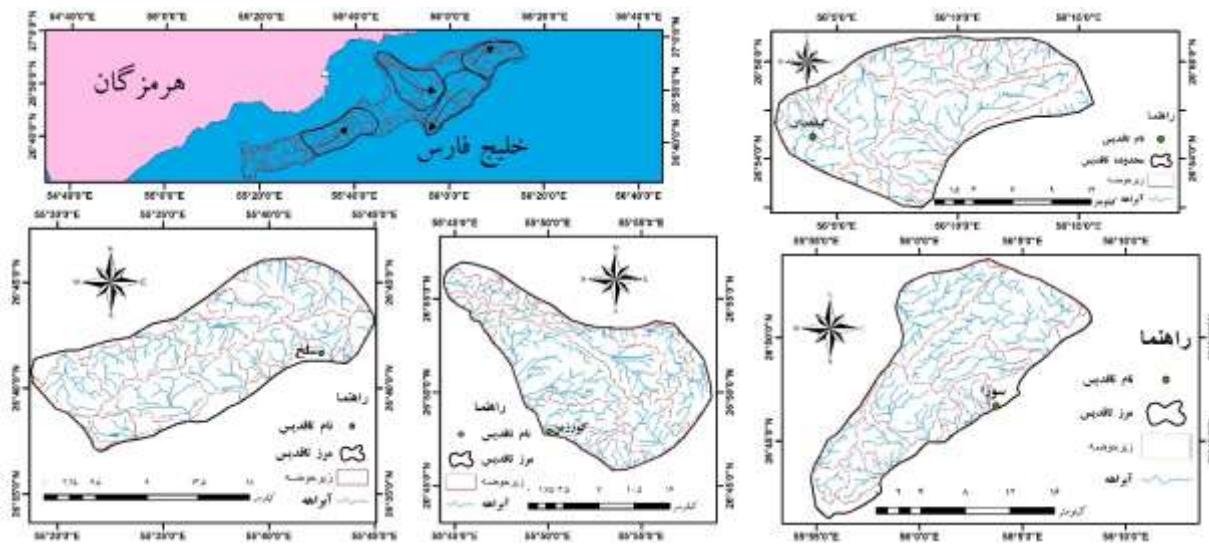
تکتونیک در فاصله آبراهه‌ها در خروجی زیرحوضه‌های هر چهار طاقدیس جزیره قشم، استفاده شده است. در شکل ۹ نحوه محاسبه و اندازه‌گیری شاخص نسبت فاصله‌بندی (R) به صورت شماتیک رسم شده است. شاخص نسبت فاصله‌بندی شبکه زهکشی R ، از تقسیم طول شبکه (H) (فاصله افقی بین خط‌الراس و پایین‌ترین نقطه‌ی حوضه یا خروجی پهلوی طاقدیس) بر عرض حوضه (S) یا فاصله بین دو نقطه خروجی دو حوضه مجاور و موازی هم به دست می‌آید (شکل ۹) (Talling^۱ و همکاران^۲). هر چه میزان و مقدار R بیشتر باشد نشان‌دهنده فعال و جوان بودن منطقه از لحاظ تکتونیکی 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 4° 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 ۴ میانگین نسبت فاصله‌بندی (شاخص R) را در 4° 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 عربیض‌تر، 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 سلح) کمتر بوده است (جدول ۴ و شکل ۱۰).



شکل ۹. طرح شماتیک از شاخص R بر روی پهلوی طاقدیس سلح (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



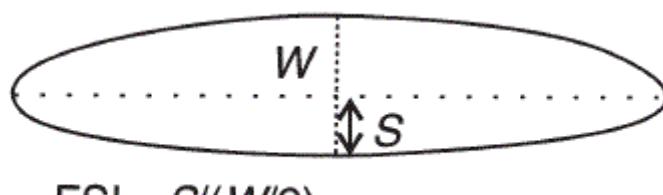
شکل ۱۰. موقعیت و تعداد زیرحوضه‌ها در ۴ طاقدیس مورد مطالعه(نگارندگان)

شاخص تقارن چین

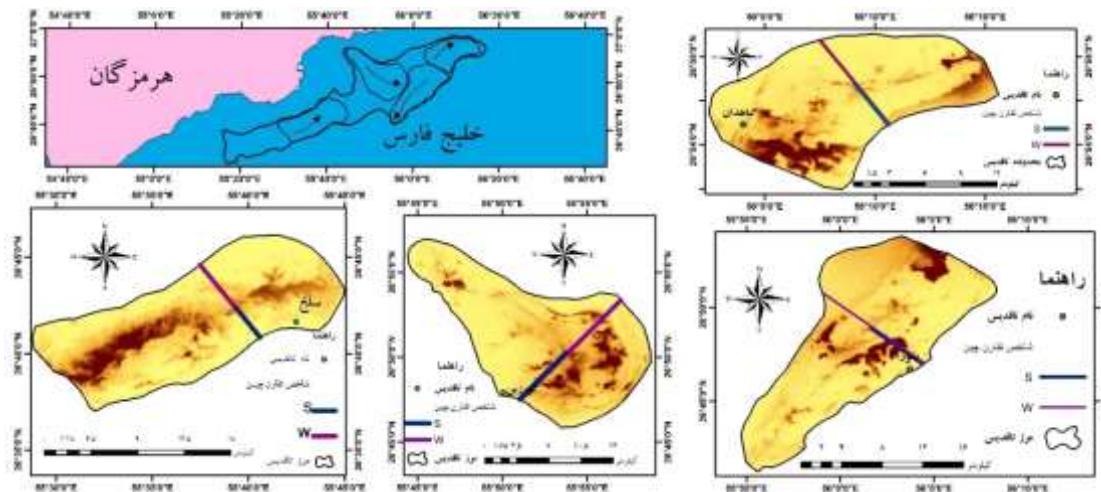
این شاخص میزان نابرابری دو یال طاقدیس را نشان می‌دهد. میزان فعالیت تکتونیکی در طاقدیس‌ها در این روش براساس رابطه ۱ به دست می‌آید:

$$\text{FSI} = S/(W/2)$$

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 ببری 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 قشم

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

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

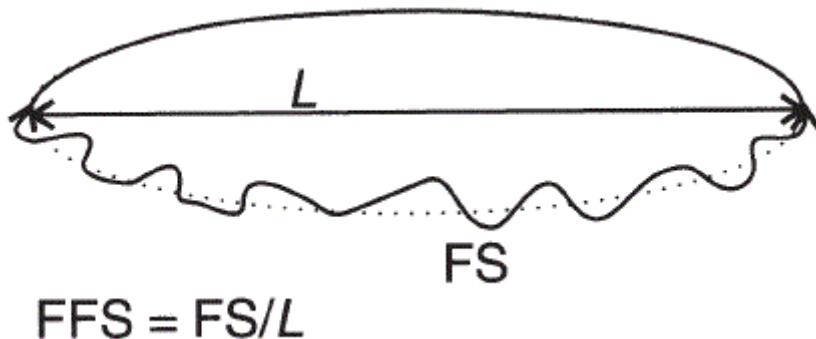
همچنان که در جدول ۵ مشاهده می‌گردد. میزان فعالیت تکتونیکی براساس این شاخص در طاقدیس سلخ بیشترین و در طاقدیس سوزا کمترین می‌باشد. براساس این شاخص چون سه طاقدیس گورزین، سوزا و گیاهدان دارای FSI نزدیک به عدد ۱ هستند، طاقدیس متقاضی محسوب شده اما طاقدیس سلخ نامتقاضی بوده و طرفین پرشیب بوده و گسل‌های متعدد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

شاخص سینوسیته جبهه چین

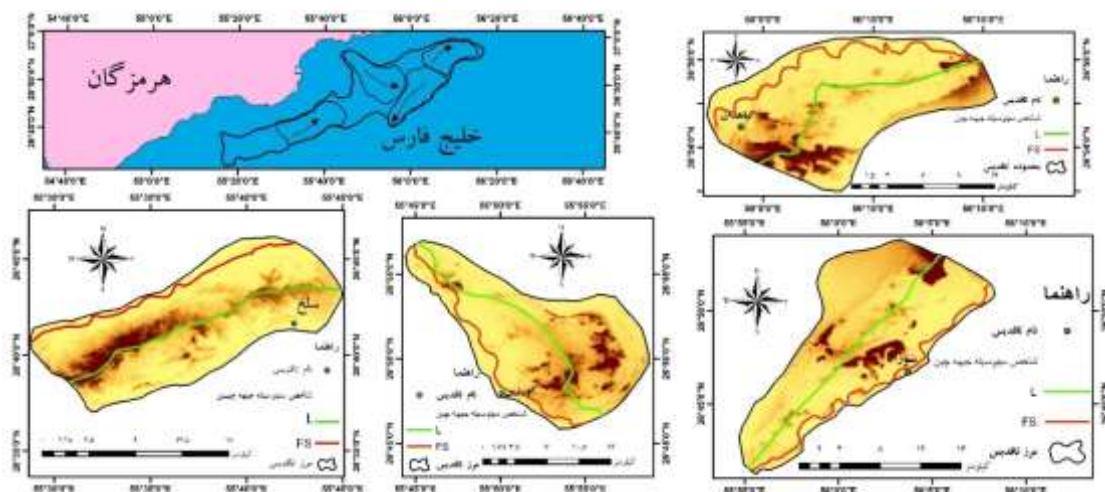
این شاخص نیز برای محاسبه درجه فعالیت تکتونیکی طاقدیس می‌تواند مورد استفاده قرار گیرید. که براساس رابطه ۲ به دست می‌آید.

$$\text{FFS} = \text{FS}/L$$

شاخص سینوسیته جبهه کوهستان، FFS 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 فرسایش‌یافته 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

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

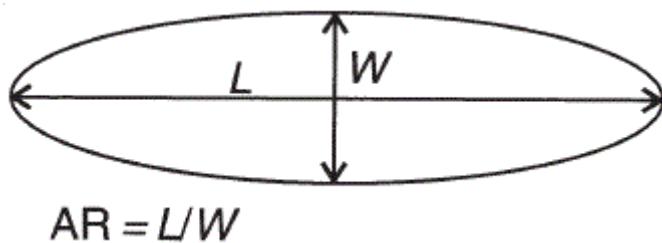
براساس جدول ۶ میزان فعالیت تکتونیکی در طاقدیس‌های سلخ و گورزین نسبت به سوزا و گیاهدان، فعال‌تر بوده و این نشان‌دهنده این است که دو طاقدیس سلخ و گورزین جوانتر و تاثیر فرسایش نیز کمتر بوده است.

شاخص نسبت جهت

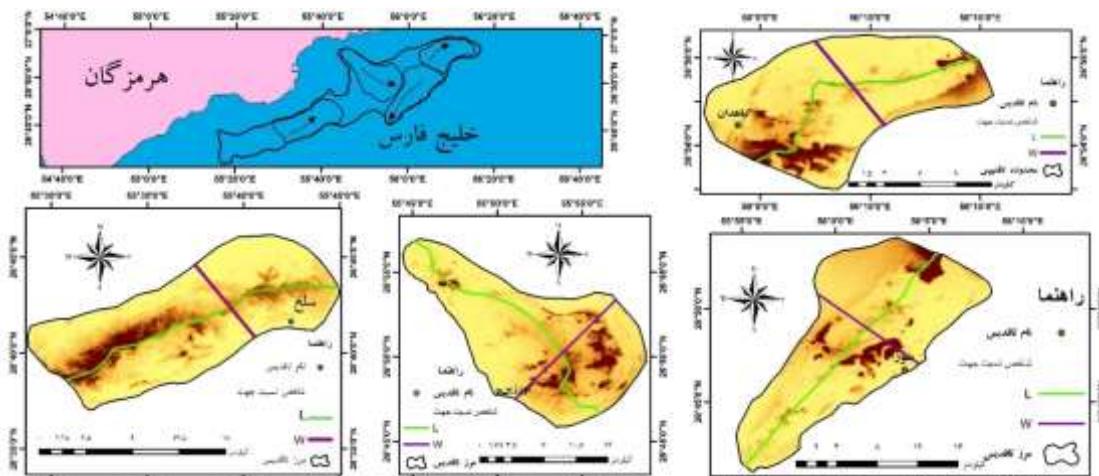
یکی دیگر از شاخص‌های مورفومتری برای تعیین میزان فعالیت زمین‌ساختی یک منطقه، این شاخص می‌باشد. برخلاف دو مورد قبلی، در این شاخص هرچه عدد بیشتر باشد و میزان بالای را نشان دهد، تکتونیک فعال‌تر بوده و با کاهش پارامتر نسبت جهت فعالیت تکتونیکی نیز کم و کاهش پیدا می‌کند. در رابطه ۳ نحوه محاسبه این شاخص توضیح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

$$\text{رابطه } ۳ \quad AR = L/W$$

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 (بربri 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	۸,۷۳	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.

نتیجه‌گیری

جزیره قشم از لحاظ زمین‌ساختی در انتهای جنوب‌شرقی کمربند چین‌خورده‌رورانه زاگرس در حاشیه غربی تنگه هرمز واقع است. برای شناسایی محدوده و نقش تکتونیک و زمین‌ساخت منطقه از شاخص‌های تکتونیک ژئومورفولوژیک استفاده شده است. هدف تحقیق حاضر بررسی درجه فعالیت‌های تکتونیکی طاقدیس‌های جزیره قشم براساس شاخص‌های مورفو-تکتونیک می‌باشد. برای رسیدن به این هدف در بخش‌های مختلف منطقه مورد مطالعه از شاخص‌های ژئومورفولوژیک مخصوص طاقدیس (دره‌های ساغری شکل W، سطوح مثلثی شکل، نسبت فاصله‌بندی آبراهه‌ها R، تقارن چین FSI، سینوسیته جبهه چین FFS و نسبت جهت AR) جهت رسیدن به درجه فعالیت‌های تکتونیکی طاقدیس‌ها 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 سنگ‌آهک در این طاقدیس برمی‌گردد که فرسایش آبی نتوانسته محدوده این سنگ‌ها (شرق و جنوب شرق تاق‌دیس) را زیاد تحت تاثیر قرار دهد اما در مورد میانگین شبیه که در طاقدیس سلخ به میزان ۳درصد (گورزین ۱۷ و سلخ ۲۰) بیشتر بوده وجود فعالیت بیشتر گسل‌ها و به موازات آن بالاًمدگی و برخاستگی زمین‌ساخت در این محدوده می‌باشد و وجود گبید نمکی قشم در محدوده طاقدیس و غرب آن میزان فعالیت تکتونیکی بیشتر و در نتیجه موثر بودن بر روی شبیه را نیز تایید می‌کند. بررسی دره‌های ساغری نشان می‌دهد که هرچه میزان W بیشتر باشد منطقه از نظر تکتونیکی فعالتر بوده در نتیجه به ترتیب میزان W طاقدیس سلخ (۴,۱۳) فعال‌ترین، گورزین (۳,۳۰) فعال، سوزا (۲,۸۲) کمتر و طاقدیس گیاهدان (۲,۵۲) کمترین فعالیت تکتونیکی را دارا هستند. در دره‌های ساغری هرچه پارامتر M بیشتر باشد نشان‌دهنده بیشترین فرسایش جانبی محتمل بوده که بر این اساس بیشترین عملکرد فرسایش به ترتیب در طاقدیس‌های سوزا (۵۳۹)، سلخ (۳۹۹)، گیاهدان (۳۷۰) و گورزین (۳۳۲) می‌باشد. علت بیشترین فرسایش در طاقدیس گورزین درست بر عکس طاقدیس سوزا به وجود گسل‌های زیاد و وجود سازند سخت آهک در محدوده برمی‌گردد. در مورد پارامتر O که مربوط به عرض خروجی دره‌ها می‌باشد می‌توان به نکات زیر اشاره نمود: هر اندازه میزان این پارامتر کمتر باشد، نشان‌دهنده فعال بودن تکتونیکی و میزان کمتر فرسایش می‌باشد. بر این اساس بیشترین میزان فعالیت به ترتیب مربوط به طاقدیس‌های گورزین (۱۰۰)، سلخ (۱۰۶)، گیاهدان (۱۴۶) و سوزا (۱۹۰) می‌باشد. در بررسی شاخص نسبت فاصله‌بندی هر چه میزان R بیشتر باشد نشان‌دهنده فعالیت تکتونیکی بیشتر است. در مناطق با فرسایش بیشتر آبراهه‌ها عریض‌تر شده و آبراهه‌های اصلی در زیرحوضه‌ها از هم فاصله بیشتری را پیدا می‌کنند. 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. براین اساس بیشترین میزان فعالیت تکتونیکی در میان طاقدیس‌ها براساس شاخص نسبت فاصله‌بندی مربوط به طاقدیس گورزین (۳,۶۲)، سلخ (۲,۷۶)، سوزا (۲,۲۶) و گیاهدان (۲,۱۳) می‌باشد. در شاخص تقارن FSI (FSI) هر مقدار به دست آمده کمتر از عدد ۱ باشد طاقدیس نامتقارن و فعالیت تکتونیکی نیز بیشتر است. بنابراین طاقدیس سلخ با ۰/۸۰ و طاقدیس سوزا و گیاهدان با عدد ۱ کامل بیشترین و کمترین فعالیت تکتونیکی را دارا هستند. در مورد شاخص سینوسیته جبهه چین این نکته مهم است که هر چه میزان FFS کمتر باشد چین‌خوردگی‌ها جوان‌تر و به موازات آن نیز تکتونیک فعال‌تر می‌باشد. در این شاخص میزان فرسایش در طاقدیس گیاهدان و سوزا بیشتر با اعداد (۱,۳۲) و (۱,۲۴) و بر عکس در دو طاقدیس سلخ و گورزین فرسایش کمتر و چین‌خوردگی‌ها جوان‌تر هستند با اعداد (۱,۰۳) و (۱,۱). و در نهایت در شاخص نسبت جهت بر عکس دو مورد قبلی، هرچه میزان AR بیشتر باشد طاقدیس از نظر تکتونیکی فعال‌تر خواهد بود. بر اساس این شاخص نیز بازهم طاقدیس سلخ با ۳,۰ 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 سلح، گوزین، سوزا و گیاهدان از نظر تکتونیکی فعال بوده و این نکته ضروری است که هرجا تعداد گسل‌ها بیشتر یوده تکتونیکی برفسایش غلبه پیدا کرده مثل دو طاقدیس سلح و گوزین و هرجا که از تعداد گسل‌ها کم شده و یا فاصله از گسل بیشتر شده فرسایش داشت یکنواخت و تقزیبا 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. بدين وسیله از زحمات استاد راهنمای و مشاور پایان نامه و این تحقیق کمال تشکر را داریم.

منابع

- بهرامی شهرام، زنگنه‌اسدی محمدعلی و غلامی یوسف(۱۳۹۲). تحلیل تکتونیک فعال طاقدیس گلیان با استفاده از شاخص-های مورفو-تکتونیکی، جغرافیا و توسعه، شماره ۳۳، زمستان ۱۳۹۲، صص ۱۵۹-۱۷۲.
- شفیعی، الهه، علوی، سید احمد و نصیر نادری میقان، ۱۳۸۸، تکتونیک فعال در رشته کوه بینالود با تکیه بر بررسی‌های مورفو-تکتونیکی، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۷۰، صص ۹۲-۷۹.
- عزتی، مریم و مریم آق آتابای، ۱۳۹۳، تحلیل زمین ساخت فعال حوضه‌ی بجنورد با کمک شاخصهای مورفو-تکتونیکی، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۴، صص ۱۳۰-۱۴۴.
- گورابی ابوالقاسم و امامی کامیار(۱۳۹۶). تاثیر نزمین‌ساخت بر تغییرات مورفو-لوبیک حوضه‌های زهکشی سواحل مکران، جنوب شرق ایران. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال ششم، شماره ۱۵، تابستان ۹۶، صص ۷۴-۸۹.
- گورابی، ابوالقاسم، ۱۳۹۵، تکتونیک فعال: زمین لرزه‌ها، بالآمدگی، چشم‌انداز، مولفان: ادواردا کلر و نیکلاس پیتر، 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، جعفری‌اقدام 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 نزمین‌ساخت و تغییر اقلیم در تحول پهنه‌های ماسه‌ای شمال خاوری اهواز. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال پنجم، شماره ۱۵. صص ۱۶۰-۱۸۰.
- Avena, G.C., Giuliano G. & Lupia Palmier E, 1967, *Sulla valutazione quantitativa della gerarchizzazione ed evoluzione dei reticolli 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. Suppl.* Bd. 82: 59-71.
- Burbank, D.W., and Anderson, R.S (2001). *Tectonic geomorphology*, Blackwell Science, Oxford.
- Burberry, C. M, Cosgrove, J. W, Liu, J. G (2010).A stady of fold characteristics and deformationstyle 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 tectonicsin the Sicilian side of the Messina Strait (NE Sicily). *Geomorphology*, 95.
- Hamblin, W. K (1976). Patterns of displacementalong the Wasatch Fault, *Geology*, 4.
- Hamdouni ,R. El. Irrigaray ·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 drainageoutlets from linear mountain belts, *BasinReserch*, 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 geomorphicevolution of bedrock facets on a tectonically active mountain front, western Sangre de CristoMountains, New Mexico. *Geomorphology*,3.
- Merta, D. & N. S, Harkins, 2005, Quantitative morphotectonie analysis as a tool for detecting deformation patterns in softrock terrains: A case study from the southern Marches, Italy, *Geomorphologie*, No. 4, Pp. 267-284.
- Pike, R.I., 1993, *A bibliogralhy 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,132P.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 andmountain fronts near Ventura, California, In: Morisawa , M. (Ed.), 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 geomorphicapproaches for assessment of tectonic activity, Dead Sea Rift (Israel). *Geomorphology*, 102
- Singh,T and Jain,V (2009). *Tectonic constraintson 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 spacingof drainage outlets from linear fault blocks,*Basin Research*,9.