نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هشتم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰

صفحات ۷۳ – ۹۲

# بررسی شاخص‌های مورفومتری تاقدیس‌های عسلویه، وراوی و کنگان در زاگرس فارس و ارتباط آنها با فعالیت تکتونیکی

**عزت الله قنواتی؛ دانشیار ژئومورفولوژی ، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.**

**امیر صفاری؛ دانشیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.**

**علی حق شناس[1]؛ دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.**

**دریافت مقاله : ۱۳۹۸/۰۶/۱۲ پذیرش نهایی:۱۳۹۹/۰۵/۳۰**

**چکیده**

**تاقدیس‌ها برجسته‌ترین لندفرم‌های سطحی هستند که هندسه و مورفولوژی آنها بازتاب سازوکار تشکیل آنها و کلیدی برای ارزیابی وجود گسل‌های عمقی موثر در تشکیل آنها است که از مهمترین چشمه‌های لرزه‌ای هستند. هدف این پژوهش، ارزیابی مورفومتری تاقدیس‌های عسلویه، وراوی و کنگان واقع در زاگرس و بررسی ارتباط آن‌ها با تکتونیک فعال است. داده‌های مورد نیاز از مدل رقومی ارتفاع، نقشه‌های زمین شناسی و تصاویر ماهواره‌ای و انجام مطالعات میدانی استخراج شد. نتایج به دست آمده در این پژوهش، بیانگر عدم تقارن نیمرخ عرضی هر سه تاقدیس است که ناشی از ارتباط تشکیل این تاقدیس‌ها با گسل‌های طولی موجود در هسته تاقدیس‌ها و به موازات محور آنها است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های نسبت جهت، سینوسیته جبهه چین، خطالراس تاقدیس، و بررسی الگوهای زهکشی و لندفرم‌های تکتونیکی مانند پرتگاههای گسلی، سطوح مثلثی شکل، دره‌های خطی نیز تایید کننده فعالیت تکتونیکی زیاد هر سه تاقدیس و احتمال وجود مخاطره لرزه‌ای ناشی از حرکت گسل‌های عمقی یا قطعاتی از آنها است.**

**واژه های کلیدی: تاقدیس، زاگرس، مورفومتری، تکتونیک فعال.**

[1]. نویسنده مسئول: Email: haghshenasali@yahoo.com

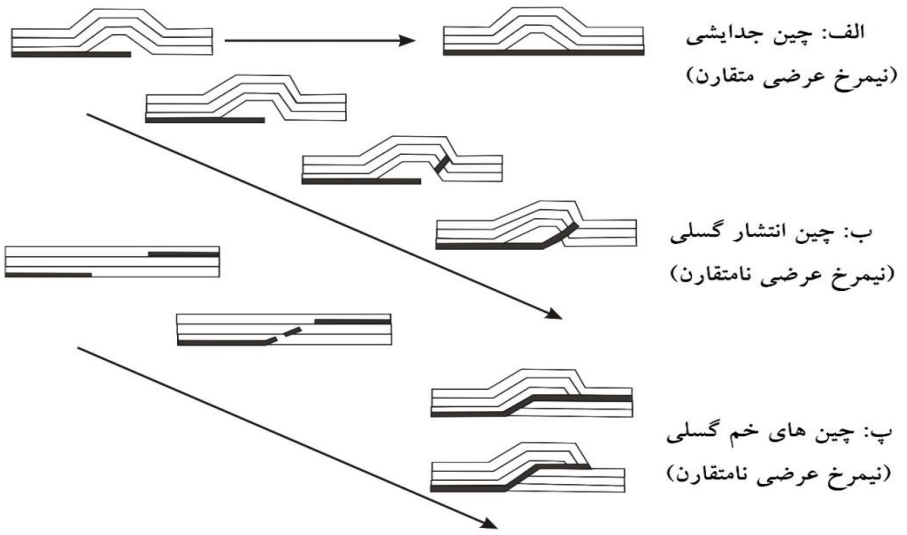
[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

**مقدمه**

کاربرد شاخص‌های ژئومورفیکی در نواحی خاص مانند جبهه‌های کوهستانی ناشی از گسلش یا حوضه‌های آبریز که به تکتونیک فعال حساس هستند، توسط تعدادی از پژوهشگران آزموده شده است. در نواحی ناهمسان از نظر فعالیت تکتونیکی، این شاخص‌ها، ابزاری ارزشمند برای شناسایی تغییرات ژئومورفیکی هستند(Tepe and Sözbilir, ۲۰۱۷). چین‌های جدایشی[۱] با خم شدن واحدهای سنگی شکل می‌گیرند و نوعا چین‌های متقارن هستند (شکل ۱ الف). چین‌های نامتقارن ممکن است توسط نیروی اعمال شده به دلیل انتشار گسل‌های رانده در عمق ایجاد شوند (چین‌های انتشار گسلی[۲]) (شکل ۱ ب)، یا ناشی از حرکت گسل رانده در امتداد رمپ‌های فرادیواره در توالی رسوبی باشند (چین‌های خم گسلی[۳]) (شکل۱ پ). چین‌های زاگرس فارس به طور عمده چین خوردگی مرتبط با گسل هستند. مشاهدات و بررسیهای ژئومورفولوژیکی پایانه‌ها تا حدودی ارتباط بین گسلش در عمق و چین خوردگی در سطح را نشان می‌دهد (Ramsey et al., ۲۰۰۸).

نقشه پراکنش لندفرم‌هایی مانند چین‌های جدایشی متقارن و چین‌های خم گسلی نامتقارن را با تحلیل تصاویر ماهواره‌ای، شبکه‌های زهکشی و نشانگرهای ژئومورفولوژیکی می‌توان ترسیم کرد (Burberry et al., ۲۰۰۸) (Burberry et al., ۲۰۰۷). هر سه تاقدیس مورد مطالعه در این پژوهش از نوع چین‌های خم گسلی هستند (Burberry et al., ۲۰۱۰) (Cosgrove, ۲۰۱۵). در این سه تاقدیس سازند هرمز که عمدتا سازندی تبخیری است، به عنوان یک سطح جدایشی در عمق عمل می‌کند (Burberry et al., ۲۰۰۷).




**شکل۱. سازوکار ساده شده ایجاد سه نوع از چین خوردگی‌ها (برگرفته از باربری و همکاران، ۲۰۱۰، ۱۴۰)**

[۱]-detachment folds
[۲] -fault propagation folds
[۳] Fault bend folds

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

یافته‌های ژئومورفیکی دلالت بر این دارد که طول تاقدیس‌ها در زاگرس احتمالا تا زمانی که تاقدیس‌های مجاور به هم پیوسته و یک رشته چین با طول بیش از ۱۰۰ کیلومتر وجود می‌آورند افزایش می‌یابد. هر قطعه چین[۱] با طول بین ۲۰ تا ۴۰ کیلومتر ممکن است روی گسل‌های رانده مجزا قرار گرفته باشد که یک ساختار پیوسته را در عمق تشکیل نمی‌دهند. این با بیشینه اندازه بزرگی زمین لرزه‌ها در ناحیه فارس سازگار است؛ اگرچه برای اطمینان درک بیشتری از ساختار زیرسطحی زاگرس مورد نیاز است (Ramsey et al., ۲۰۰۸). کلر و همکاران (۱۹۹۹) چند معیار ژئومورفولوژیکی را برای رشد جانبی چین‌ها بر می‌شمارد که تغییر در تراکم زهکشی و بریدگی چشم اندازها در امتداد ستیغ و توسعه الگوهای زهکشی مشخص به ویژه انحراف کانال رودخانه‌ها در اطراف پایانه‌های چین‌های در حال رشد و وجود یک سری از دره‌های متروک که ارتفاع آن‌ها به سمت دماغه چین کاهش می‌یابد از آن جمله‌اند (Ramsey et al., ۲۰۰۸). مورفولوژی پیشانی کوه به طور عمده توسط نسبت بالاآمدگی به فرسایش تعیین می‌شود. گسل‌های نرمال فعال که پیشانی‌های کوهستانی را به وجود می‌آورند غالبا سطوح مثلثی یا ذوزنقه‌ای را به نمایش می‌گذارند که در نتیجه بالاآمدگی و بریده شدن پرتگاه گسلی توسط آبراهه‌ها شکل می‌گیرند و قاعده آنها با اثر گسل موازی است(Goudie, ۲۰۱۳).

مطالعات مختلف بیانگر وجود تکتونیک فعال، بالاآمدگی و کوتاه شدگی تاقدیس‌ها و وجود زلزله‌های متعدد در زاگرس است. شواهد ژئومورفولوژیک بالاآمدگی تاقدیس‌ها مانند سطوح مثلثی شکل، فاصله بندی آبراهه‌ها، الگو و تراکم زهکشی، نقش مهمی در شناسایی تکتونیک فعال و تفاوت‌های مکانی آنها ایفا می‌کنند (بهرامی و شایان،۱۳۹۲).

الگوی زهکشی یک ویژگی کیفی است که چگونگی به هم پیوستن شاخه‌ها و انشعابات شبکه زهکشی را نشان می دهد و ارتباط نزدیکی با جنس سنگها و ساختمان زمین شناسی دارد که بسته به آن الگوهای زهکشی مختلفی مانند درختی، موازی، شعاعی، داربستی وغیره را ایجاد می کند. یکی از شواهد رشد جانبی تاقدیس‌های زاگرس، وجود شبکه‌های زهکشی چنگالی نامتقارن است (Bretis et al., ۲۰۱۱). در تاقدیس‌های زاگرس، اگر در بخش فرود محوری ، بخش بالادست آبراهه‌ها به سمت مرکز تاقدیس منحرف شوند، این موضوع بیانگر رشد طولی تاقدیس است. پدیده دیگری که نشان دهنده رشد جانبی چین‌ها می‌باشد وجود دره‌های متروک در بخش فرود محوری تاقدیس‌هاست که چگونگی تشکیل آنها در شکل شماره (۸) نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود با ادامه رشد جانبی تاقدیس‌ها و افزایش ارتفاع تاقدیس، رودخانه توانایی حفر بیشتر بستر خود را ندارد و دره را ترک می‌کند و مسیر خود را در جلو دماغه چین ادامه می‌دهد.

سطوح مثلثی شکل از جمله اشکالی هستند که جبهه‌های کوهستانی فعال از نظر تکتونیکی را نشان می دهند. تشکیل اشکال مذکور حاصل عملکرد فرآیندهای درونی در مقابل فرآیندهای بیرونی است. گسل‌ها خطوط ضعف هستند و اغلب بارها و بارها در امتداد آنها حرکت و جابجایی رخ می‌دهد. بالاآمدگی در امتداد گسل‌ها پرتگاههای برجسته‌ای را ایجاد می‌کند که توسط آبراهه‌ها بریده می‌شوند و در امتداد خط گسل سطوح مثلثی شکل را به وجود می‌آورند. اگر حرکت گسل تکرار شود، آبراهه‌ها دوباره جوان شده و دره‌های ساغری یا دره‌های قیفی را می‌سازند. این دره‌ها که در بسیاری از مناطق همراه سطوح مثلثی هستند، توسط ترکیبی از فرازش فرودیواره و افزایش فرسایش رودخانه‌ای شکل می‌گیرند (Petit et al., ۲۰۰۹).

[۱]- fold segment

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

فرسایش در قسمتهای بالای دره‌ها باعث توسعه ی جانبی دره‌ها و پهن شدن آن می شود؛ اما در قسمت پایین دست (منطبق بر جبهه ی کوهستان)، به علت فعالیت تکتونیکی بالا دره به شکل V ظاهر شده و عرض آن کاهش می یابد. بنابراین، دره‌های مذکور که در قسمت پایین دست باریک هستند و به سمت بالا عریض می شوند دارای شکلی شبیه کاسه بوده و به دره‌های ساغری شکل معروف هستند. این اشکال نشان دهنده بالاآمدگی تکتونیکی سریع جبهه کوهستان هستند. سطوح مثلثی غالبا در امتداد گسل‌های فعال مشاهده می‌شوند و به صورت تیپیک با پرتگاههای گسلی نرمال همراه هستند( Keller and Pinter, ۲۰۰۱). آنها همچنین می‌توانند همراه با گسل‌های امتداد لغز(Nurcihan, ۲۰۱۸) و رانده ( Perucca and Bastías, ۲۰۱۳) نیز تشکیل شوند (شکل شماره ۱۰). دامنه‌های اتویی[۱] پدیده‌های همراه با چین خوردگی لایه‌های سنگ رسوبی هستند و به دلیل مقاومت متفاوت لایه‌های سنگی در دو پهلوی چین ایجاد می‌شوند. (شکل شماره ۱۱) دامنه‌های اتویی با چین خوردگی و سطوح مثلثی با گسلش و پرتگاههای گسلی مرتبط هستند (Parsons and Abrahams, ۲۰۰۹). دامنه اتویی یک لندفرم مثلثی شیب دار است که توسط فرسایش تفریقی یک لایه سنگی مقاوم به فرسایش شیبدار که روی یک لایه نرم تر قرار گرفته، ایجاد می‌شود (Parsons and Abrahams, ۲۰۰۹) (انصاری لاری و همکاران، ۱۳۹۰).

ژئومورفولوژی تکتونیکی که با شواهد سطحی دگرشکلی ناشی از فعالیت تکتونیکی و حرکات پوسته زمین سر و کار دارد، در مطالعه و ارزیابی فعالیت تکتونیکی به ویژه در مناطقی با نبود آثار گسلش سطحی، کارآیی بهتری نسبت به روش‌های دیگر مانند روش‌های ژئوفیزیکی و ژئوتکنیکی دارد. امروزه با پیشرفت فناوری‌های سنجش از دور و توسعه نرم افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی، مطالعه چشم‌اندازها در مقیاس وسیع، در زمان کم و با هزینه کمی امکان پذیر شده است؛ به ویژه در مناطقی که به دلیل عدم پوشش گیاهی، شواهد و نشانه‌های ژئومورفولوژیکی آشکارترند. در بخش‌های جنوبی رشته کوه‌های زاگرس (زاگرس فارس و ساحلی)، به دلیل کمی پوشش گیاهی و آشکار بودن ساختارها و لندفرم‌های تکتونیکی، استفاده از نشانگرها و شاخص‌های تکتونیک فعال روشی بسیار کارآمد و مفید برای ارزیابی سریع فعالیت تکتونیکی و مخاطرات ناشی از آن مثل زمین‌لرزه و حرکات دامنه‌ای است.

عسلویه از مهمترین پایگاه‌های اقتصادی ایران و همچنین یکی از بزرگترین مناطق تولید انرژی جهان است. با گسترش و پیشرفت سریع منطقه عسلویه به عنوان قطب انرژی و اقتصاد کشور و افزایش ساخت و سازهای مسکونی، شهری و صنعتی و تاسیسات پالایشگاهی بدون توجه به مخاطرات محیطی و بویژه زلزله، انجام این پژوهش ضروری به نظر می رسد.

هدف این پژوهش، ارزیابی مورفومتری تاقدیس‌های عسلویه، وراوی و کنگان واقع در زاگرس و بررسی ارتباط آن‌ها با تکتونیک فعال است.

## داده‌ها و روش کار

### الف) قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

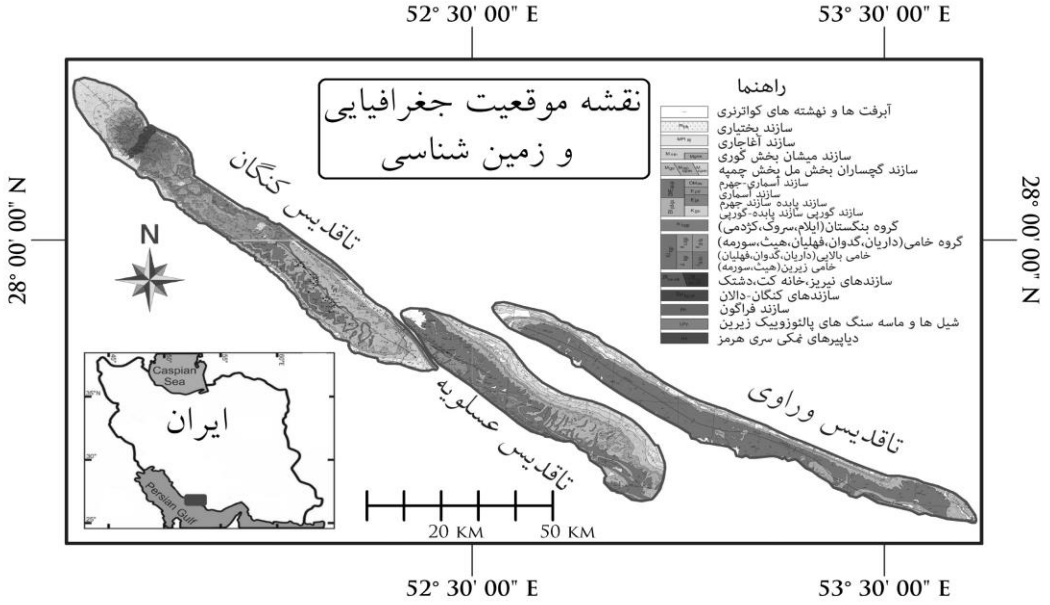
از نظر ساختاری، منطقه ی مورد مطالعه بخشی از زاگرس چین خورده و ساحلی می‌باشد که ساخت زمین شناسی آن ساده و ملایم بوده و شامل مجموعه ای از تاقدیس‌های نزدیک و به هم فشرده با سطح محوری نزدیک به قائم و روند شمال غربی-

[۱] - flatirons

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

جنوب شرقی است (باقری مهرورز و همکاران، ۱۳۸۸). زاگرس فارس بین طول‌های ۵۷- ۵۱ درجه شرقی و عرض‌های ۳۰- ۲۶ درجه شمالی با مساحت تقریبی ۲۵۵ هزار کیلومتر مربع قرار دارد. این ناحیه از طرف غرب و شمال غرب به گسل کازرون، از طرف شرق و جنوب شرق به گسل رورانده زندان، از شمال و شمال شرق به تراست اصلی زاگرس و از جنوب به خلیج فارس محدود می‌شود. در منطقه فارس تاقدیس‌های فراوانی وجود دارد که برخی از آنها از جمله بزرگترین تاقدیس‌های ایران به شمار می‌روند.




**شکل ۲. موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه**

کوه عسلویه تاقدیسی نسبتاً طویل و نامتقارن به طول ۸۱ و عرض ۱۵ کیلومتر واقع در ساحل خلیج فارس است. تاقدیس کنگان تاقدیسی نامتقارن در ناحیه فارس ساحلی است که درسه کیلومتری شمال شهر کنگان قرار گرفته است. در طرفین ساختمان کنگان گسل معکوس به موازات محور تاقدیس قرار دارد و روی ساختمان نیز گسل‌های نرمال متعددی با روندهای مختلف دیده می‌شود(کابلی ،۱۳۸۵). تاقدیس وراوی تاقدیسی دراز و کشیده بوده و دارای روند شمال غربی - جنوب شرقی و به طول تقریبی ۱۳۰ کیلومتر و عرض ۱۱ کیلومتر است. حداکثر ارتفاع آن ۱۸۰۰ متر در قسمت مرکزی و پست ترین نقطه آن ۴۰۰ متر در بخشهای فرسایش یافته جنوب غربی تاقدیس می‌باشد. سازندهای دارای رخنمون در منطقه مورد مطالعه از قدیم به جدید شامل سورمه، فهلیان، گدوان، داریان، کژدمی، سروک، ایلام، گورپی، پابده، گچساران، میشان، آغاجاری و بختیاری می‌باشند. در قسمت شمال غربی تاقدیس کنگان بالا آمدن توده نمک در امتداد گسل دارنگ باعث به سطح رسیدن واحدهای آهک، شیل، دولومیت و انیدریت گروه خامی شده است(کابلی، ۱۳۸۵).

**ب) روش کار**

کنش متقابل بین تکتونیک فعال و فرآیندهای سطحی، نشانگرهای ژئومورفیکی قابل اندازه‌گیری را در امتداد گسل‌ها ایجاد می‌کند. از این رو ژئومورفولوژی تکتونیکی به یکی از ابزارهای اصلی مطالعه تکتونیک فعال و تکامل چشم انداز تبدیل

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

شده است. شاخص‌های ژئومورفیک در مطالعات تکتونیک و برای ارزیابی سریع مناطق بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند. هدف این تحقیق بررسی خصوصیات مورفومتری تاقدیس‌های عسلویه، وراوی و کنگان و ارتباط آن با تکتونیک فعال منطقه می باشد. جهت دستیابی به این هدف از منابع و روش‌های زیر بهره گرفته شده است.

- منابع کتابخانه‌ای مانند کتاب‌ها، مقالات و گزارش‌ها برای شناخت منطقه مورد مطالعه.

- اسناد تصویری شامل نقشه‌های زمین شناسی، نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های مدل رقومی ارتفاع[۱]، ابزارها و نرم افزارهای گوگل ارث[۲]، آرک جی آی اس[۳]، گلوبال مپر[۴] و اکسل[۵] برای رقومی سازی، مدیریت، پردازش، بازیابی و نمایش داده‌های مکانی و توصیفی و همچنین نرم افزارهای پردازش تصویر کورل درا[۶] و فوتوشاپ[۷] نیز استفاده شده‌اند.

ابتدا نقشه‌های توپوگرافی ، شبکه زهکشی، شیب، جهت شیب و تکتونیک تاقدیس‌ها با استفاده از داده‌های مدل رقومی ارتفاع و تصاویر لندست و بازدیدهای میدانی تهیه شد. سپس شاخص‌های کمی ژئومورفیک سینوسیته جبهه چین، نسبت جهت، شاخص تقارن چین، شاخص تقارن سطحی چین، شاخص خطالراس تاقدیس ، شاخص ارتفاع چین و شاخص نسبت فاصله بندی محاسبه شد و شاخص‌های الگوهای آبراهه[۸] ، سطوح مثلثی شکل[۹]، دره‌های جامی شکل یا ساغری[۱۰]، دره‌های خطی[۱۱]، پرتگاه‌ها[۱۲]، چشمه‌ها ، مخروط افکنه‌ها[۱۳] و غیره مورد مطالعه و بررسی کیفی قرارگرفت. در نهایت ارتباط تمامی پارامترهای ژئومورفیک و تکتونیکی مورد تحلیل قرار گرفت.

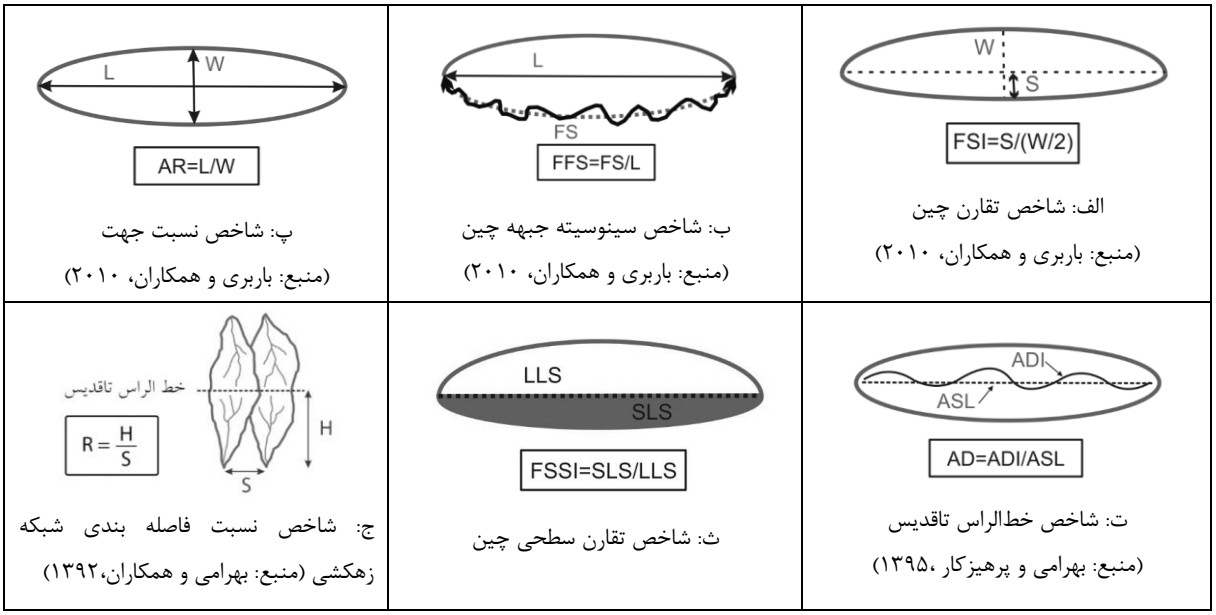
## شرح و تفسیر نتایج

- **شاخص تقارن چین[۱۴]**

شاخص تقارن چین از مهم ترین پارامترهایی است که میزان نابرابری دو یال تاقدیس و در نتیجه میزان فعالیت تکتونیکی را نشان می دهد. شاخص تقارن چین (FSI) از تقسیم S (عرض پهلوی کوتاه تر تاقدیس ) بر نصف عرض تاقدیس (W/۲) به دست می‌آید ( شکل ۳ الف).

۱ - digital elevation model (DEM)
۲ - GOOGLE EARTH
۳ - Arc GIS
۴ - Global Mapper
۵ - Excel
۶ - Corel Draw
۷ - Photoshop
۸ - drainage patterns
۹ - triangular facets
۱۰ - wineglass valleys
۱۱ - linear valleys
۱۲ - scarps
۱۳ - alluvial fans
۱۴ - fold symmetry index (FSI)

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]




الف: شاخص تقارن چین (منبع: باربری و همکاران، ۲۰۱۰)

ب: شاخص سینوسیته جبهه چین (منبع: باربری و همکاران، ۲۰۱۰)

پ: شاخص نسبت جهت (منبع: باربری و همکاران، ۲۰۱۰)

ت: شاخص خط‌الراس تاقدیس (منبع: بهرامی و پرهیزکار ،۱۳۹۵)

ث: شاخص تقارن سطحی چین

ج: شاخص نسبت فاصله بندی شبکه زهکشی (منبع: بهرامی و همکاران،۱۳۹۲)

**شکل ۳. طرح‌های شماتیک تعدادی از شاخص‌های مورد استفاده در این پژوهش**

در یک تاقدیس کاملاً متقارن، مقدار این شاخص یک است؛ در حالی که در یک تاقدیس نامتقارن، مقدار شاخص مذکور کمتر از یک است. هر چه مقدار این شاخص کمتر از عدد یک باشد نشانگر فعال بودن نیروهای زمین ساخت در ناحیه می باشد که منجر به ایجاد تاقدیس نامتقارن، با طرفین پرشیب و با شکستها و گسل‌ها می شود. مقدار زیاد این شاخص بیانگر عدم تأثیرگذاری فعالیتهای تکتونیکی و شکل گیری تاقدیس‌ها به شکل متقارن می باشد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری و محاسبه شاخص تقارن چین در جدول شماره (۱) آمده است. یافته‌ها نشان دهنده تقارن کمتر تاقدیس عسلویه و در نتیجه فعالیت تکتونیکی بیشتر این تاقدیس است.

**جدول ۱. نتایج اندازه‌گیری شاخص تقارن چین**

| نام تاقدیس | عرض پهلوی کوتاهتر تاقدیس (S) | نصف عرض تاقدیس (W/۲) | شاخص تقارن چین (FSI=S/(W/۲)) |
|---|---|---|---|
| کنگان | ۴۹۹۰ | ۶۹۴۰ متر | ۰/۷۱ |
| عسلویه | ۴۶۱۰ | ۷۱۴۶/۵ متر | ۰/۶۴ |
| وراوی | ۳۹۹۳ | ۴۸۳۹ متر | ۰/۸۲ |

- **شاخص سینوسیته جبهه چین[۱]**

از دیگر پارامترهایی که بر اساس آن می توان درجه فعالیت‌های تکتونیکی یا سن سیستم چین خوردگی را تعیین نمود، شاخص سینوسیته جبهه چین (FFS) است. شاخص مذکور از نسبت طول جبهه تاقدیس (FS) به طول تاقدیس (L) به

[۱] - fold front sinuosity (FFS)

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

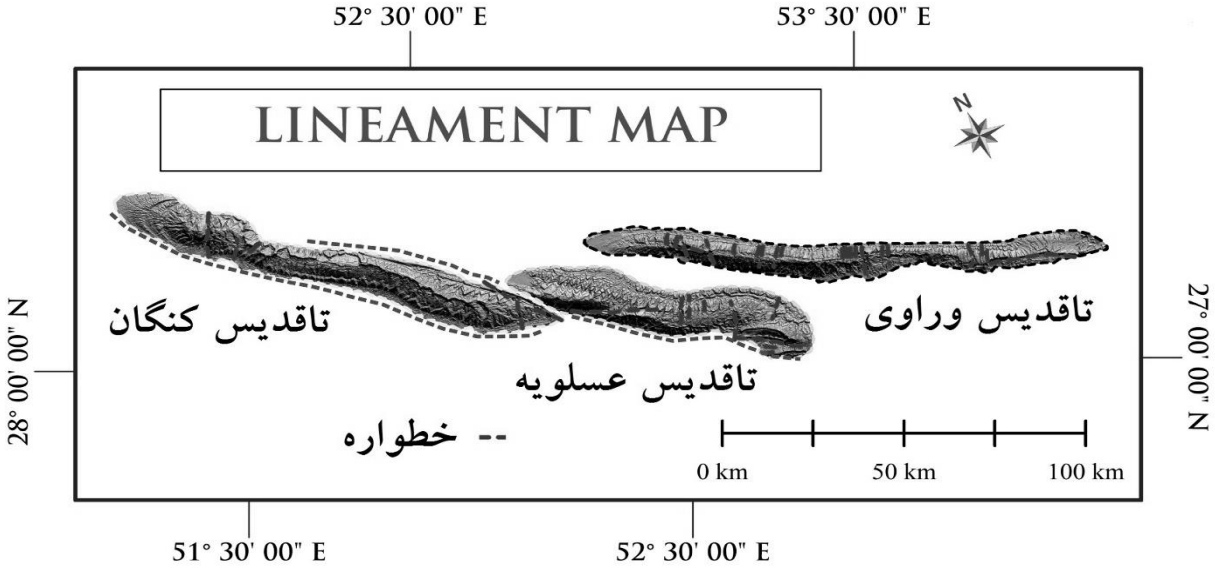
[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

دست می‌آید(شکل شماره ۳ ب ). مقدار کم این شاخص، نشان دهنده چین خوردگی‌های جوان است و مقدار بالای شاخص مذکور نشان دهنده جبهه‌های فرسایش یافته یا چین خوردگی‌های قدیمی است.

**جدول ۲. نتایج اندازه‌گیری شاخص سینوسیته جبهه چین**

| نام تاقدیس | طول جبهه تاقدیس (FS) | | طول خط مستقیم در جلو جبهه (L) | شاخص سینوسیته جبهه چین (FFS=FS/L) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | یال شمالی | یال جنوبی | | یال شمالی | یال جنوبی |
| کنگان | ۱۲۴/۴۷ | ۱۳۳/۳۷ | ۱۱۹/۳۳ | ۱/۰۴ | ۱/۱۱ |
| عسلویه | ۸۵/۹۳ | ۸۲/۷۲ | ۸۱/۲۵ | ۱/۰۵ | ۱/۰۱ |
| وراوی | ۱۳۱/۱۹ | ۱۳۸/۱۴ | ۱۳۰/۵ | ۱/۰۱ | ۱/۰۵ |

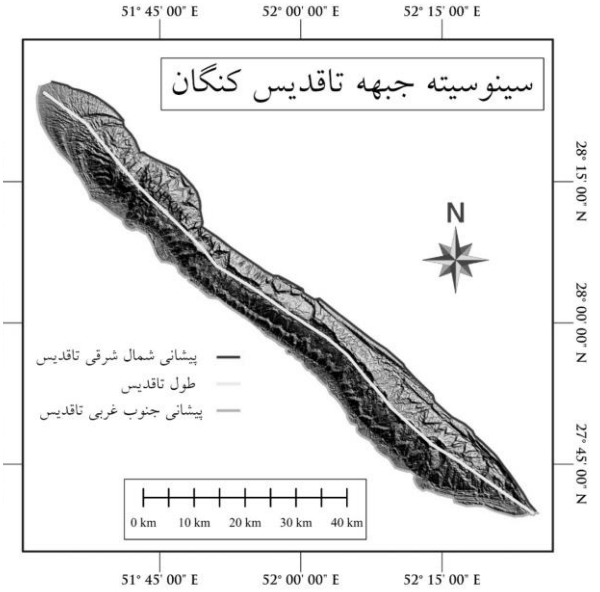
نتایج شاخص سینوسیته جبهه چین نشان می‌دهد که یال شمالی تاقدیس کنگان کمتر توسط آبراهه‌ها بریده شده و پیچ و خم کمتری دارد. اگر چه شاخه‌هایی از گسل پیشانی کوهستان زاگرس از دو سوی تاقدیس کنگان عبور می‌کند(شکل شماره ۴)، علت سینوسیته کمتر یال شمالی را شاید بتوان به حضور دو تاقدیس عسلویه و نار در مجاورت یال شمالی تاقدیس کنگان نسبت داد. یال جنوبی تاقدیس عسلویه فعالتر از یال شمالی است که علت آن عبور گسل پیشانی کوهستان زاگرس به موازات یال جنوبی تاقدیس عسلویه می‌باشد (شکل شماره ۴). یال شمالی تاقدیس وراوی نیز جبهه مستقیم تری را نسبت به یال جنوبی دارد که در شکل شماره ۵ کاملا نمایان است.



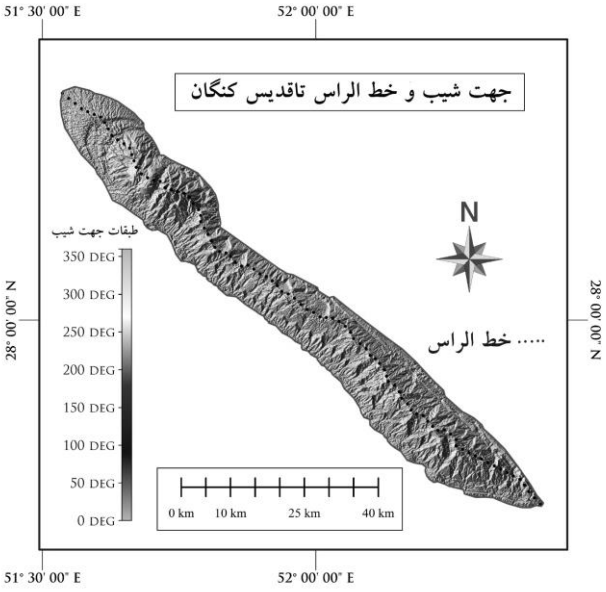

**شکل ۴. نقشه خطواره‌های مهم تکتونیکی تاقدیس‌های مورد مطالعه**

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]




**شکل ۵. نقشه جبهه‌های کوهستانی تاقدیس کنگان که به عنوان نمونه جهت نشان دادن چگونگی محاسبه سینوسیته جبهه‌های تاقدیس تهیه شده است**




**شکل ۶. نقشه جهت شیب که یک روش مناسب برای پیدا کردن خطالراس تاقدیس است**

- **شاخص نسبت جهت**[۱]

از شاخصهای مورفومتری برای تعیین میزان فعالیتهای زمین ساختی یک منطقه، شاخص نسبت جهت می باشد. شاخص نسبت جهت (AR) عبارت است از نسبت طول به عرض مشخص در یک تاقدیس( شکل شماره ۳ پ ) که در آن L طول تاقدیس و W حداکثر عرض تاقدیس است.

میزان بالای این شاخص نشان دهنده فعالیت تکتونیک بالا و میزان کم آن نیز کاهش فعالیت زمین ساختی را نشان می‌دهد. نتایج محاسبه این شاخص در جدول شماره (۳) ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود تاقدیس وراوی شاخص نسبت جهت بیشتری نسبت به دو تاقدیس دیگر دارد. این شاخص بیانگر شکل بیضی تاقدیس‌ها است. مقدار بالای این شاخص در تاقدیس وراوی نمایانگر شکل بیضی کشیده تر این تاقدیس و وجود تنش زیاد عمود بر محور تاقدیس می‌باشد. یافته‌های حاصل از اندازه‌گیری نسبت جهت با یافته‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص تقارن چین همخوانی ندارد. این ناسازگاری را این گونه می‌توان توضیح داد که به دلیل همجواری تاقدیس عسلویه با تاقدیس تابناک (تراکمه) از سمت جنوب شرقی و تاقدیس کنگان از سمت شمال غربی و در تنگنا بودن تاقدیس عسلویه، امکان رشد طولی برای این تاقدیس وجود نداشته و به همین دلیل کشیدگی کمتری را نشان می‌دهد.

[۱] - aspect ratio

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

**جدول ۳. نتایج اندازه‌گیری شاخص نسبت جهت**

| نام تاقدیس | طول تاقدیس (L) | حداکثر عرض تاقدیس (W) | شاخص نسبت جهت (AR=L/W) |
|---|---|---|---|
| کنگان | ۱۱۹/۳۳ | ۱۴/۴۷ | ۸/۲۴ |
| عسلویه | ۸۱/۲۵ | ۱۵/۲۷ | ۵/۳۲ |
| وراوی | ۱۳۰/۵ | ۱۰/۷۸ | ۱۲/۱ |

- **شاخص خطالراس تاقدیس**

شاخص خطالراس تاقدیس تا حدودی نشان دهنده میزان فرسایش و سن چین خورگی است. در تاقدیس‌های جدید، خطالراس تقریباً مستقیم است؛ در حالی که در تاقدیس‌های قدیمی و فرسایش یافته، خطالراس دارای طول بیشتری است. شاخص خطالراس تاقدیس (AD) از تقسیم طول خطالراس واقعی تاقدیس (ADI ) بر طول خط مستقیم بین ابتدا و انتهای خطالراس ( ASL) به دست می‌آید ( شکل شماره ۳ ت ) (بهرامی و پرهیزکار، ۱۳۹۵). برای به دست آوردن طول خطالراس واقعی تاقدیس از نقشه جهت شیب استفاده شده است. شیب توپوگرافی در دو سوی خطالراس تغییر می‌کند و در حالت آرمانی جهت شیب توپوگرافی در دو سوی خطالراس ۱۸۰ درجه با هم اختلاف آزیموت دارند. در نقشه جهت شیب، می‌توان خطی را یافت که در دو سوی آن جهت شیب تغییر می‌کند که همان خطالراس واقعی تاقدیس می‌باشد( شکل شماره ۶).

**جدول ۴. نتایج اندازه‌گیری شاخص خطالراس تاقدیس**

| نام تاقدیس | طول خطالرأس واقعی تاقدیس(ADI) | طول خط مستقیم بین ابتدا و انتهای تاقدیس (ASL) | شاخص خطالراس تاقدیس (AD=ADI/ASL) |
|---|---|---|---|
| کنگان | ۱۲۵/۶۱ | ۱۱۹/۳۳ | ۱/۰۵ |
| عسلویه | ۸۷/۰۷ | ۸۱/۲۵ | ۱/۰۷ |
| وراوی | ۱۳۸/۰۹ (ستیغ ) | ۱۳۰/۵ | ۱/۰۵ |

نتایج حاصل از اندازه‌گیری و محاسبه شاخص خطالراس تاقدیس در جدول شماره (۴) ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که هر سه تاقدیس فرسایش کمی را در ناحیه خطالراس متحمل شده‌اند که به معنی فرصت کم عوامل فرسایش برای فرسودن ستیغ تاقدیس‌ها و جوان و فعال بودن تکتونیکی تاقدیس‌هاست.

- **نسبت فاصله‌بندی**[۱]

فرم یا شکل قرارگیری آبراهه‌ها در مناطق تکتونیکی فعال و غیرفعال، متفاوت است. فاصله بین شبکه‌های زهکشی از جمله پارامترهایی است که با میزان فعالیت‌های تکتونیکی در ارتباط است. درمناطق تکتونیکی جوان، آبراهه‌های موازی نزدیک به هم تشکیل می شوند، درحالی که در مناطق قدیمی‌تر، فرسایش جانبی باعث افزایش عرض آبراهه شده و بنابراین فاصله

[۱] - spacing ratio

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

آبراهه‌های اصلی از هم زیاد می شود. در این تحقیق برای نمایش نقش تکتونیک در فاصله آبراهه‌ها از هم، از شاخصی به نام (R) استفاده شده است. نسبت فاصله‌بندی شبکه زهکشی، از تقسیم طول شبکه (یا فاصله افقی بین خط‌الراس و پایین ترین نقطه ی حوضه واقع بر پهلوی طاقدیس ) بر عرض حوضه یا فاصله بین خروجی دو حوضه مجاور به دست می‌آید (بهرامی و همکاران،۱۳۹۲، ۱۶۹). شکل شماره (۳ ج) نحوه محاسبه شاخص نسبت فاصله‌بندی را به طور شماتیک نشان می‌دهد. مقدار کم شاخص نسبت فاصله‌بندی بیانگر فرسایش بیشتر و مقدار بالای این شاخص نشان دهنده جوانتر بودن منطقه از نظر تکتونیکی است.

**جدول ۵. نتایج اندازه‌گیری شاخص نسبت فاصله بندی**

| نام تاقدیس | فاصله افقی بین خط‌الراس و پایین ترین نقطه حوضه واقع بر پهلوی طاقدیس (H) (میانگین به متر) | | فاصله بین خروجی دو حوضه مجاور (S) ( میانگین به متر) | | شاخص نسبت فاصله بندی (R=H/S) (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۲) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | یال شمالی | یال جنوبی | یال شمالی | یال جنوبی | یال شمالی | یال جنوبی |
| کنگان | ۳۶۳۷.۶۹۲ | ۵۴۶۷.۸۵۷ | ۱۸۲۸.۶۹۲ | ۱۹۶۷.۳۵۷ | ۱.۹۸ | ۲.۷۷ |
| عسلویه | ۷۰۳۲.۸۵۷ | ۳۸۲۵.۴۵۵ | ۱۳۴۸.۳۵۷ | ۸۹۳ | ۵.۲۱ | ۴.۲۸ |
| وراوی | ۳۶۴۵.۲ | ۳۵۷۴.۶۱۵ | ۸۶۱.۰۴ | ۱۰۴۸ | ۴.۲۳ | ۳.۴۱ |

نتایج شاخص نسبت فاصله بندی در جدول شماره ۵ ارائه شده است که نشان می‌دهد در یال شمالی تاقدیس وراوی فاصله بندی آبراهه‌ها بیشتر از یال جنوبی است. همچنین آبراهه‌های یال شمالی تاقدیس عسلویه فاصله بندی بیشتری نسبت به یال جنوبی دارند. در مورد تاقدیس کنگان وضعیت متفاوت است و در یال جنوبی فاصله بندی آبراهه‌ها بیشتر است. شاخص فاصله بندی به طور کلی در دو تاقدیس عسلویه و وراوی بیشتر از تاقدیس کنگان است. ناگفته نماند که عواملی نظیر نوع سنگ و جهت گیری و روند تاقدیس می‌توانند بر این شاخص اثر بگذارند.

- **شاخص تقارن سطحی چین**[۱]

در این تحقیق شاخص دیگری در ارتباط با مورفولوژی چین‌ها به نام شاخص تقارن سطحی چین تعریف شده است. در شاخص تقارن چین باید پهنای تاقدیس و نیز پهنای پهلوی کوچکتر تاقدیس را در چندین نقطه اندازه‌گیری کرد و میانگین گرفت که با خطای زیادی می‌تواند همراه باشد؛ در حالی که به دست آوردن شاخص تقارن سطحی سریع‌تر است و خطای کمتری دارد و ارزیابی سریع‌تر و عینی تری از تقارن یا عدم تقارن چین ارائه می‌دهد. شکل‌های شماره (۳ ث و ۷ ) چگونگی محاسبه این شاخص را نشان می‌دهد. شاخص تقارن سطحی چین از تقسیم مساحت پلانیمتری (افقی) پهلوی

[۱] - fold surface symmetry index (FSSI)

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

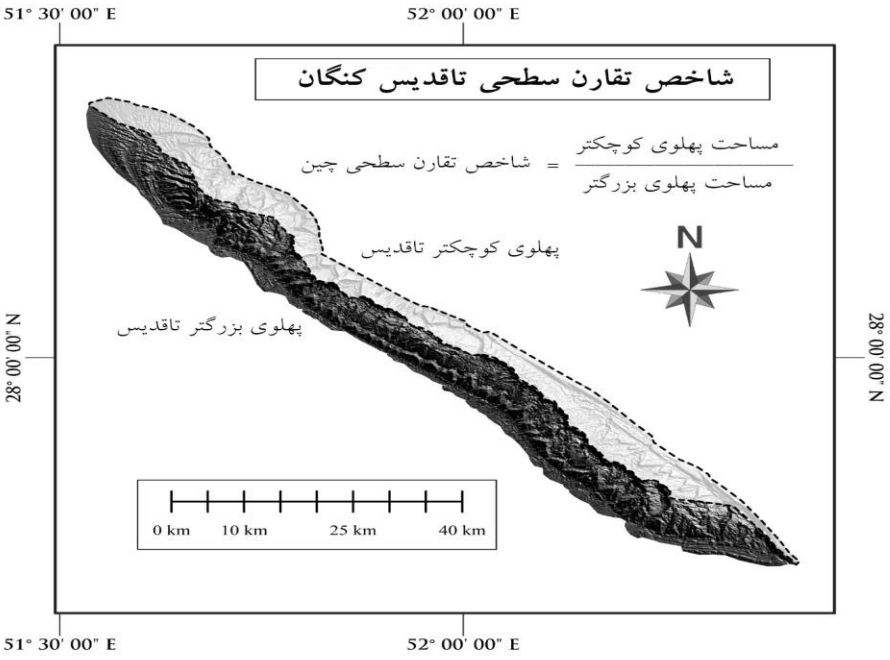
[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

کوچکتر تاقدیس[۱] بر مساحت پلانیمتری (افقی) پهلوی بزرگتر تاقدیس[۲] به دست می‌آید. در یک تاقدیس کاملا متقارن، مقدار این شاخص برابر یک است و هر چه مقدار این شاخص از یک کمتر باشد، نشان دهنده عدم تقارن بیشتر و فعالیت تکتونیکی بیشتر است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص تقارن سطحی چین در جدول شماره (۶) آمده است.

**جدول ۶. نتایج اندازه‌گیری تقارن سطحی تاقدیس**

| نام تاقدیس | مساحت پهلوی کوچکتر تاقدیس(SLS) | مساحت پهلوی بزرگتر تاقدیس(LLS) | شاخص تقارن سطحی چین (FSSI=SLS/LLS) |
|---|---|---|---|
| کنگان | ۴۸۶/۳۱ شمالی | ۸۶۳/۷۵ | ۰/۵۶ |
| عسلویه | ۳۸۷/۲ جنوبی | ۶۵۲/۷۵ | ۰/۵۹ |
| وراوی | ۵۱۰/۳۱ یال جنوبی | ۵۶۹/۹۹ | ۰/۸۹ |

مقادیر نسبتا کم شاخص تقارن سطحی چین برای دو تاقدیس کنگان و عسلویه نشان دهنده عدم تقارن بیشتر این دو تاقدیس نسبت به تاقدیس وراوی است که می تواند ناشی از فعالیت تکتونیکی زیادتر آنها و ارتباط این تاقدیس‌ها با گسل‌های زیرین باشد که آنها را از شکل متقارن خارج کرده است.




**شکل ۷. نقشه شاخص تقارن سطحی چین**

[۱] - small limb surface (SLS)

[۲] - large limb surface (LLS)

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

- **شاخص ارتفاع تاقدیس**

این شاخص از رابطه ($E_a=E_{max} - E_{min}$) محاسبه می‌شود که در آن $E_{max}$ بیشترین ارتفاع تاقدیس و $E_{min}$ کمترین ارتفاع تاقدیس می‌باشد(بهرامی و همکاران، ۱۳۹۵، ۵۶). هر اندازه میزان اختلاف ارتفاع بیشتر باشد، بالاآمدگی بیشتر و در نتیجه تکتونیک فعال تر است.

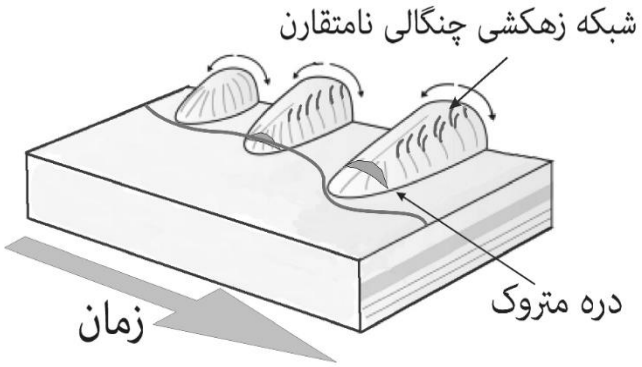
**جدول ۷ . نتایج اندازه‌گیری شاخص ارتفاع تاقدیس**

| نام تاقدیس | بیشترین ارتفاع تاقدیس ($E_{max}$) | کمترین ارتفاع تاقدیس ($E_{min}$) | شاخص ارتفاع تاقدیس( $E_a=E_{max} - E_{min}$) |
|---|---|---|---|
| کنگان | ۱۴۸۷ | ۵۰ | ۱۴۲۷ |
| عسلویه | ۱۵۲۵ | ۵۰ | ۱۴۷۵ |
| وراوی | ۱۸۰۰ | ۴۰۰ | ۱۴۰۰ |

نتایج جدول شماره ۷ نشان می‌دهد که هر سه تاقدیس ارتفاع قابل توجهی از سطح زمین پیرامونشان دارند که حاکی از فعالیت تکتونیکی و بالاآمدگی زیاد و جوان بودن هر سه تاقدیس است.

- **الگوی زهکشی حوضه**

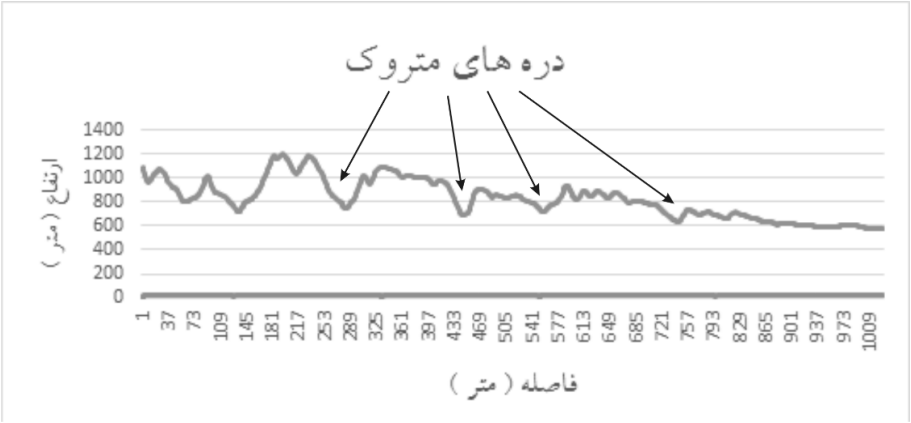
در فرود محوری شمال غربی تاقدیس وراوی شبکه زهکشی چنگالی نامتقارن وجود دارد که توسعه یافتگی این تاقدیس را نشان می‌دهد (شکل شماره ۹ الف). همچنین در برش طولی که از دماغه شمال غربی تاقدیس وراوی تهیه شده است فروافتادگی‌هایی مشاهده می‌شود که احتمالا دره‌های متروک باشند (نمودار شماره ۱).




**شکل ۸. نمای شماتیک از الگوی شبکه زهکشی چنگالی نامتقارن و ایجاد دره‌های متروک (اقتباس از برتیس و همکاران ،۲۰۱۱)**

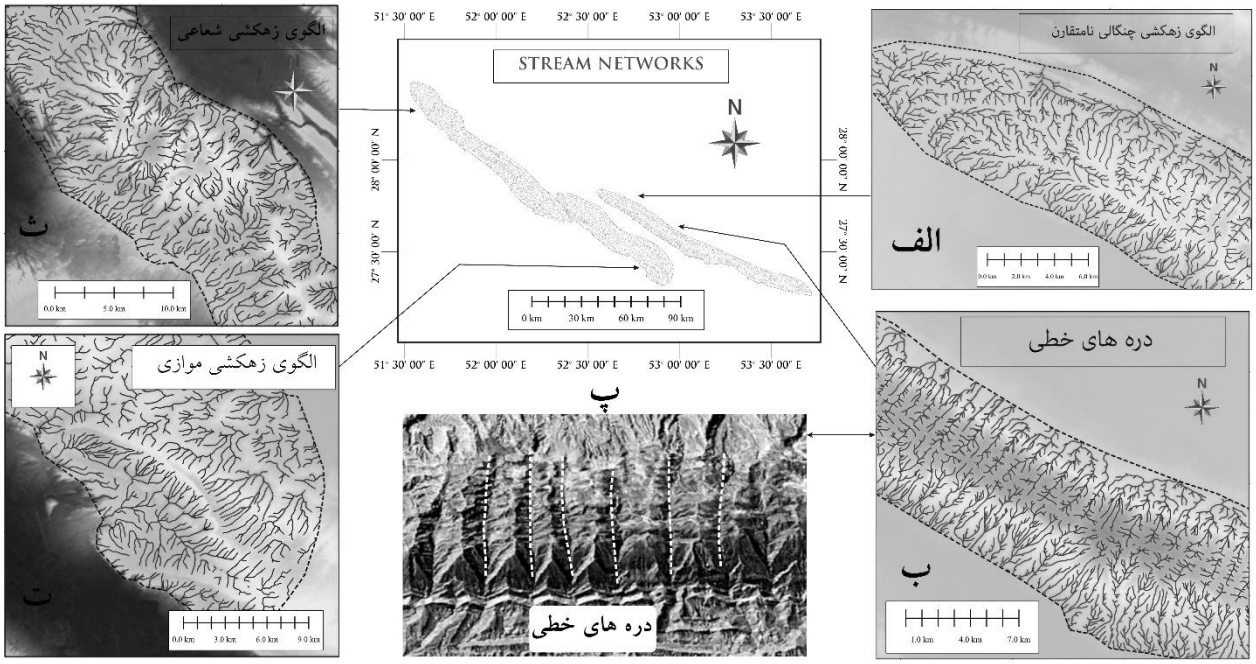
[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]




**نمودار ۱. نیمرخ طولی دماغه شمال غربی تاقدیس وراوی که مکان احتمالی چند دره متروک را نشان می‌دهد**

انواع دیگر الگوی زهکشی که مرتبط با فعالیت تکتونیکی هستند نیز در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. در شکل شماره (۹ ب و پ) الگوی آبراهه‌ها نشان می‌دهد که به دلیل فعالیت تکتونیکی زیاد و جوان بودن تاقدیس وراوی، آبراهه‌های درجات بالاتر، کمتر توسعه یافته‌اند و دره‌های خطی را به وجود آورده‌اند. الگوی موازی و شبه موازی نیز به ویژه در یال جنوب غربی تاقدیس عسلویه در محل پرتگاه گسلی دیده می‌شود (شکل شماره ۹ ت). الگوی دیگر الگوی شعاعی است که درناحیه فرود محوری شمال غربی تاقدیس کنگان به دلیل بالاآمدن گنبد نمکی دیده می‌شود (شکل شماره ۹ ث).

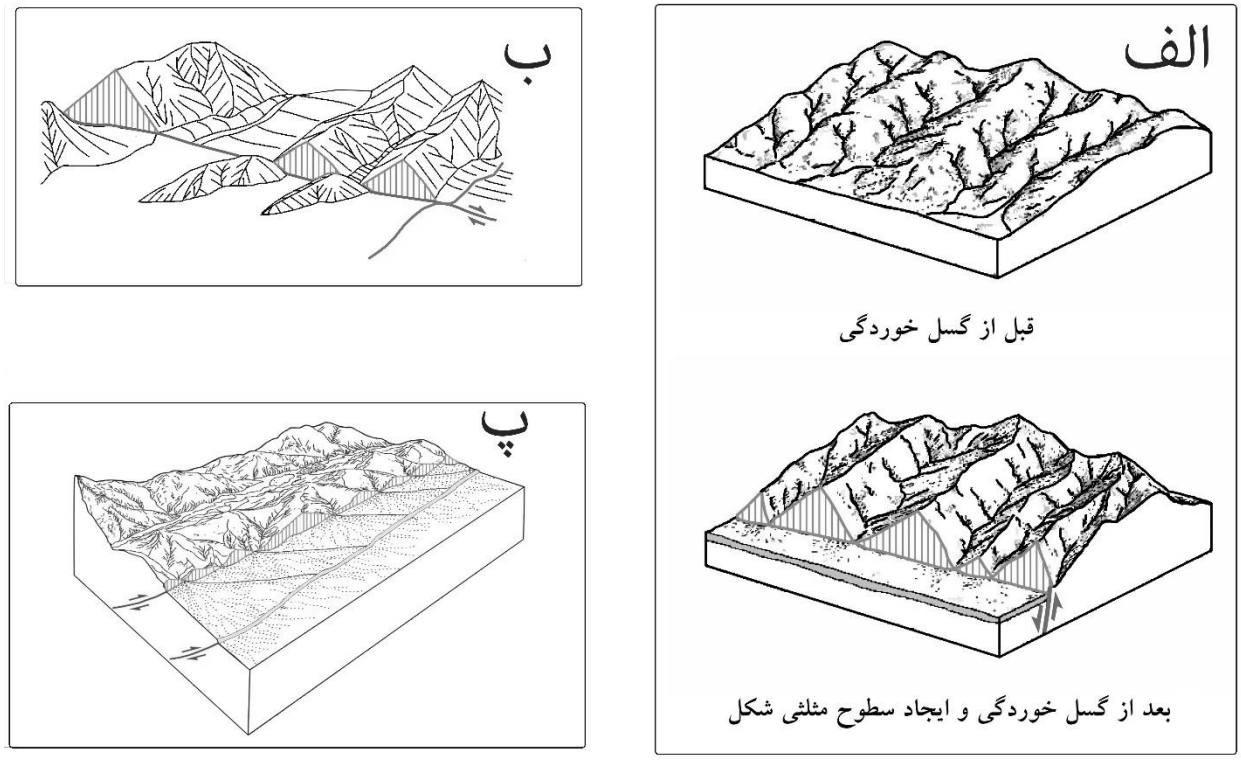



**شکل ۹. انواع الگوهای زهکشی مرتبط با تکتونیک فعال که در آنها الگوهای مورد نظر با رنگ قرمز نمایش داده شده‌اند: الف- الگوی چنگالی نامتقارن در فرود محوری شمال غربی تاقدیس وراوی؛ ب و پ- الگوی موازی و دره‌های خطی در تاقدیس وراوی؛ ؛ ت- الگوی موازی و شبه موازی در یال جنوب غربی تاقدیس عسلویه ؛ ث - الگوی شعاعی در اطراف گنبد نمکی در تاقدیس کنگان**

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

- **سطوح مثلثی شکل و دره‌های ساغری**

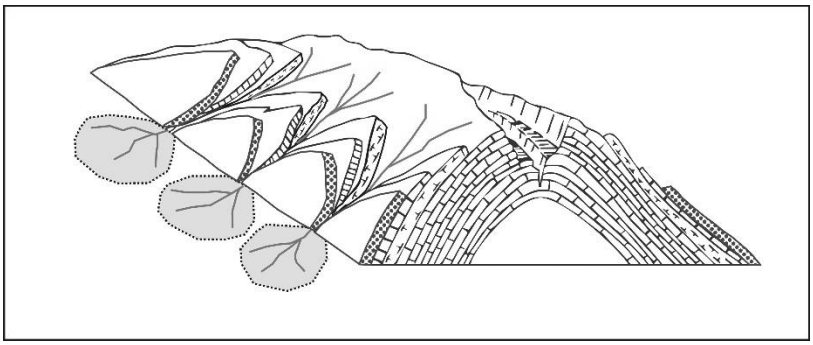
گسل پیشانی کوهستان زاگرس یک راندگی است که درست منطبق بر پیشانی جنوب غربی تاقدیس کنگان واقع است (Ramsey et al., ۲۰۰۸).گسل دیگری در پیشانی شمال شرقی تاقدیس کنگان به موازات گسل پیشانی کوهستان زاگرس وجود دارد (Burberry et al., ۲۰۱۰) (Ramsey et al., ۲۰۰۷). ایجاد دره‌های ساغری و سطوح مثلثی شکل در دو پهلوی تاقدیس کنگان را می‌توان به وجود این دو گسل نسبت داد که باعث فعالیت شدید تکتونیکی این تاقدیس به ویژه در یال جنوبی آن شده است(شکل شماره۱۲ پ: دره‌های ساغری و ت: سطوح مثلثی شکل). لازم به ذکر است که دامنه‌های اتویی که لندفرم‌های مشابه سطوح مثلثی شکل هستند، در دو سوی تاقدیس وراوی فراوان دیده می‌شود که این ساختارها را نباید با سطوح مثلثی شکل که پدیده‌های مرتبط با گسل هستند، اشتباه گرفت (شکل شماره ۱۱).




**شکل ۱۰. ارتباط انواع گسل خوردگی و تشکیل سطوح مثلثی شکل الف – گسل نرمال ( عادی )؛ ب – گسل امتدادلغز؛ پ – گسل رانده ( معکوس ) ( الف برگرفته از کلر و پینتر، ۲۰۰۲، ۷۳؛ کریستیانسن و همکار، ۲۰۱۴، ۶۸۰؛ مارشاک، ۲۰۱۳، ۲۲۲) (ب سریان، ۲۰۱۸، ۲۰۱؛ مارشاک، ۲۰۱۳، ۲۲۳ ؛ پ برگرفته از پروکا و همکار،۲۰۱۳و مارشاک، ۲۰۱۳، ۲۲۲)**

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]



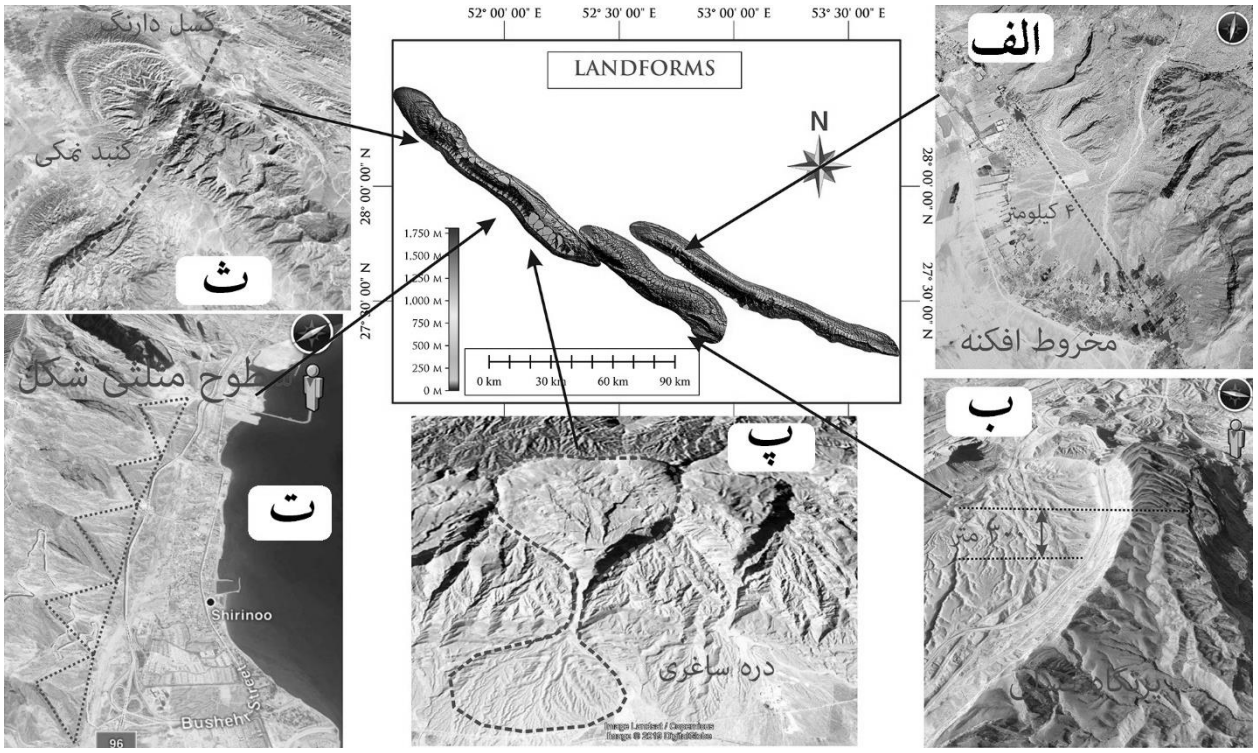
**شکل ۱۱. چگونگی تشکیل دامنه‌های اتویی بر روی یال‌های چین (برگرفته از پارسون و همکار، ۲۰۰۹، ۱۹۹). این اشکال در بسیاری از موارد با سطوح مثلثی ناشی از پرتگاه‌های گسلی اشتباه گرفته می‌شود.**

از دیگر لندفرم‌های منطقه مورد مطالعه می‌توان به وجود مخروط افکنه بزرگی اشاره کرد که با پهنای ۴ کیلومتر در یال جنوب غربی تاقدیس وراوی تشکیل شده است (شکل شماره ۱۲ الف). دره رودخانه‌ای که این مخروط افکنه را به وجود آورده یک دره گسلی است که به صورت مورب عرض تاقدیس وراوی را قطع کرده است که در نقشه خطواره‌های تاقدیس‌ها نیز ترسیم شده است (شکل شماره ۴). بیشتر دره‌هایی که در عرض تاقدیس وراوی جریان دارند دره‌هایی کشیده و خطی با مقطع v شکل هستند ( شکل شماره ۹ ب و پ). خطواره‌های زیادی به صورت عرضی تاقدیس وراوی را قطع کرده‌اند که به دلیل شکسته شدن و خرد شدن سنگ‌ها در امتداد این گسل‌ها و فرسایش سریع‌تر و راحت‌تر در امتداد آنها، دره‌های خطی شکل گرفته‌اند. در یال جنوب غربی تاقدیس وراوی تعداد زیادی مخروط افکنه بزرگ و کوچک دیگر نیز وجود دارد.

پرتگاه‌های گسلی از دیگر لندفرم‌های تکتونیکی هستند که وجود آنها در منطقه مورد مطالعه نشان دهنده فعالیت تکتونیکی زیاد می‌باشد. به طور مثال می‌توان به بزرگترین آنها اشاره کرد که در انتهای یال جنوب غربی تاقدیس عسلویه دیده می‌شود. ارتفاع این پرتگاه حدود ۳۰۰ متر با شیب نزدیک به ۹۰ درجه است (شکل شماره ۱۲ ب). از دیگر نشانه‌های بالاآمدگی تکتونیکی منطقه وجود دیاپیر نمکی جاشک (کوه نمک) در انتهای جنوب غربی تاقدیس کنگان است (شکل شماره ۱۲ ث) که در محل عبور گسل دارنگ (خلیلی و ایزدی، ۱۳۹۸) از تاقدیس کنگان در سطح زمین رخنمون دارد.

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]




**شکل۱۲. تعدادی از لندفرم‌های مرتبط با زمین ساخت فعال در منطقه مورد مطالعه**

## نتیجه‌گیری

در مطالعات لرزه‌خیزی و شناسایی سرچشمه‌های لرزه‌ای و گسل‌ها، روش‌های ژئوفیزیکی و ژئوتکنیکی گران، زمان بر، نیازمند وسایل و تجهیزات خاص هستند و در مقیاس کوچک انجام پذیرند. با در دسترس بودن لندفرم‌ها و عوارض، در صورتی که بتوان ارتباطی بین لندفرم ها و زلزله ها برقرار کرد، ارزیابی خطر با هزینه کمتر، سریعتر و در مقیاس وسیعتر انجام خواهد شد.

ژئومورفولوژی تکتونیکی که با شواهد سطحی دگرشکلی ناشی از فعالیت تکتونیکی و حرکات پوسته زمین سر و کار دارد، در مطالعه و ارزیابی فعالیت تکتونیکی به ویژه در مناطقی با نبود آثار گسلش سطحی، کارآیی بهتری نسبت به روش‌های دیگر مانند روش‌های ژئوفیزیکی و ژئوتکنیکی دارد. امروزه با پیشرفت فناوری‌های سنجش از دور و توسعه نرم افزارهای سامانه اطلاعات جغرافیایی، مطالعه چشم‌اندازها در مقیاس وسیع، در زمان کم و با هزینه کمی امکان پذیر شده است؛ به ویژه در مناطقی که به دلیل عدم پوشش گیاهی، شواهد و نشانه‌های ژئومورفولوژیکی آشکارترند. در بخش‌های جنوبی رشته کوه‌های زاگرس (زاگرس فارس و ساحلی)، به دلیل کمی پوشش گیاهی و آشکار بودن ساختارها و لندفرم‌های تکتونیکی، استفاده از نشانگرها و شاخص‌های تکتونیک فعال روشی بسیار کارآمد و مفید برای ارزیابی سریع فعالیت تکتونیکی و مخاطرات ناشی از آن مثل زمین‌لرزه و حرکات دامنه‌ای می‌باشد.

هندسه چین‌ها بازتاب سازوکار تشکیل آنها است. چین‌های نامتقارن با گسل خوردگی و یک سطح جدایشی در عمق مرتبط هستند که حرکت لایه‌های رسوبی روی سطح جدایشی و یا در لبه گسل‌های رانده زیرین می‌تواند رخداد زمین لرزه

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]
[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

را باعث شود. تاقدیس‌های سه گانه عسلویه، وراوی و کنگان نیز بخشی از زاگرس چین خورده هستند و ویژگی‌های زاگرس چین خورده را دارا می باشند.

نوآوری‌های این پژوهش عبارتند از تعریف شاخص جدیدی در ارتباط با مورفولوژی چین‌ها، به نام شاخص تقارن سطحی چین، تمایز قائل شدن بین سطوح مثلثی شکل ( به عنوان نشانگرهای تکتونیک فعال) از یک سو و دامنه‌های اتویی از سوی دیگر که با داشتن شکل یکسان، منشاهای متفاوتی دارند و همچنین استفاده از مورفولوژی چین‌ها برای پی بردن به وجود سطوح جدایشی و گسل‌ها در هسته تاقدیس‌ها و ارتباط آن با احتمال خطر لرزه‌ای.

نتایج به دست آمده در این پژوهش بیانگر عدم تقارن نیمرخ عرضی هر سه تاقدیس است که ناشی از ارتباط تشکیل این تاقدیس‌ها با گسل‌های طولی موجود در هسته تاقدیس‌ها و به موازات محور آنهاست. نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های نسبت جهت، سینوسیته جبهه چین، خطالراس تاقدیس، و بررسی الگوهای زهکشی و لندفرم‌های تکتونیکی مانند پرتگاههای گسلی، سطوح مثلثی شکل، دره‌های خطی نیز تایید کننده فعالیت تکتونیکی زیاد هر سه تاقدیس و احتمال وجود مخاطره لرزه‌ای ناشی از حرکت گسل‌های عمقی یا قطعاتی از آنها است.

## منابع


انصاری لاری، احمد؛ ثروتی، محمد رضا و رعیتی، زینب. ۱۳۹۰. بررسی ژئومورفولوژی طاقدیس طاهونه. *فصل نامه جغرافیای طبیعی*، **۴**: ۸۵-۷۳.

باقری مهرورز، ابراهیم؛ ارومیه‌ای، علی و نیکودل، محمدرضا. ۱۳۸۸. پهنه بندی خطر ناپایداری دامنه‌ها در تاقدیس کنگان به روش آنبالا گان. *فصلنامه زمین شناسی کاربردی*، **۳**: ۲۰۱-۲۱۲.

بهرامی، شهرام؛ زنگنه اسدی، محمدعلی و غلامی، یوسف. ۱۳۹۲. تحلیل تکتونیک فعال طاقدیس گلیان با استفاده از شاخصهای مورفوتکتونیکی. *جغرافیا و توسعه*، **۳۳**: ۱۵۹-۱۷۲.

بهرامی، شهرام و بهروجه، افروز. ۱۳۹۳. کاربرد ژئومورفولوژی در اکتشاف منابع نفتی در طاقدیس‌های بانکول و دنه خشک. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، **۲**: ۱-۱۴.

بهرامی، شهرام؛ پرهیزکار، فاطمه؛ اکبری، الهه و جعفری، تیمور. ۱۳۹۵. بررسی نقش ژئومورفولوژی بر اکتشاف مخازن هیدروکربنی زاگرس فارس (مطالعه موردی: طاقدیس‌های خشت و نورا). *جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*، **۲**: ۶۴-۴۹.

بهرامی، شهرام و پرهیزکار، فاطمه. ۱۳۹۵. تحلیل مورفومتری طاقدیس‌های هوا و خشت و ارتباط آن با تکتونیک‌های فعال در زاگرس فارس. *فصلنامه علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی*، **۵۶**: ۱۸-۱.

بهرامی، شهرام و شایان، سیاوش. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر تکتونیک در ویژگی‌های مورفومتریک شبکه زهکشی و سطوح مثلثی شکل طاقدیس دنه خشک. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۳:**۱۹۷**-۲۱۰.

پرهیزکار، فاطمه. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر ژئومورفولوژی تکتونیک بر اکتشاف مخازن هیدروکربنی زاگرس فارس (مطالعه موردی : طاقدیس خشت، هوا، وراوی و نورا)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار

خلیلی، مرضیه و ایزدی، مریم. ۱۳۹۸. بررسی ارتباط بین گسل دارنگ و سیستم گسلی کازرون -برازجان و الگوی شکستگی آنها. *علوم زمین*، **۱۱۱**: ۱۳۳-۱۳۸.


[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.۱۳۸۴. گزارش پشت نقشه زمین شناسی ۱۰۰۰۰۰: ۱ شیرینو

شرکت ملی نفت ایران.۱۹۷۴. نقشه‌های زمین شناسی۱۰۰۰۰۰: ۱ بیرم، خورموج و کنگان

کابلی، صدیقه. ۱۳۸۵. بیوستراتیگرافی گروه بنگستان در نواحی عسلویه و کنگان، پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی (چینه شناسی و فسیل شناسی)،دانشگاه تهران، تهران

کریمی، هادی؛ قنواتی، عزت ا...؛ یمانی مجتبی و صفاری، امیر. ۱۳۹۵. تاثیر تکتونیک در تغییرات نیمرخ طولی رودخانه‌ها (مطالعه موردی: رودخانه علامرودشت در جنوب استان فارس). *پژوهشهای ژئومورفولوژی کمی*، **۲** :۳۷-۵۲.

Bahrami, S. .۲۰۱۲. Morphotectonic evolution of triangular facets and wine-glass valleys in the Noakoh anticline, Zagros, Iran: Implications for active tectonics. *Geomorphology*, ۱۶۰-۱۵۹: ۳۷-۴۹. doi:۱۰,۱۰۱۶/j.geomorph.۲۰۱۲,۰۳,۰۰۳.

Berberian, M. .۱۹۹۵. Master "blind" thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics. *Tectonophysics*, ۲۴۱: ۱۹۳-۲۲۴.

Bretis, B., Bartl, N., Grasemann, B. .۲۰۱۱. "Lateral fold growth and linkage in the Zagros fold and thrust belt .Kurdistan, NE Iraq. ", *Basin Research*, ۲۳: ۶۱۵–۶۳۰

Bull, W., B. .۲۰۰۷. *Tectonic geomorphology of mountains: a new approach to paleoseismology*. Blackwell, Malden.

Burbank Douglas W., Anderson Robert S. .۲۰۱۲. *Tectonic Geomorphology*. Wiley-Blackwell

Burberry, C. M, Cosgrove, J. W, Liu, J.G. .۲۰۱۰. A Study of Fold Characteristics and Deformation Style Using The Evolution of The Land Surface: Zagros Simply Folded Belt, Iran, *Geological Society of London*,۲۹۵: ۱۳۹ – ۱۵۳.

Burberry, C. M, Cosgrove, J. W, Liu, J.G. .۲۰۰۷. Stream network characteristics used to infer the distribution of fold types in the Zagros Simply Folded Belt, Iran. *Journal of Maps Student Edition*, ۲۰۰۷:۳۲-۴۵

Burberry, C.M, Cosgrove, J. W, Liu, J.G. .۲۰۰۸. Spatial Arrangement of Fold Types In The Zagros Simply Folded Belt, Iran, Indicated By Landform Morphology and Drainage Pattern Characteristics, *Journal of Maps*, ۴۱۷-۴۳۰.

Christiansen Eric H., Hamblin W. Kenneth .۲۰۱۴. *Dynamic Earth: An Introduction to Physical Geology*. Jones & Bartlett Learning

Cosgrove J. W. .۲۰۱۵. The association of folds and fractures and the link between folding, fracturing and fluid flow during the evolution of a fold–thrust belt: a brief review ,*Geological Society, London, Special Publications*, ۴۲۱: ۴۱-۶۸

Goudie, A. .۲۰۱۳. *Encyclopedia of geomorphology*. Routlege, Taylor & Francis Group

Keller, E.A. and Pinter, N. .۲۰۰۱. *Active Tectonics. Earthquakes, Uplift and Landscape*, New Jersey: Prentice Hall. P.۲. ۱۲۱.

Marshak Stephen .۲۰۱۳. *Essentials of Geology 4th edition* .W. W. NORTON & COMPANY NEW YORK LONDON

Nurcihan Ceryan .۲۰۱۸. *Handbook of Research on Trends and Digital Advances in Engineering Geology IGI Global USA* .chapter ۵: Hasan Sözbilir Bora Uzel Çağlar Özkaymak Ökmen Sümer .۲۰۱۸. Criteria for Surface Rupture Microzonation of Active Faults for Earthquake Hazards in Urban Areas.

Parsons Anthony J. Abrahams Athol D. .۲۰۰۹. Geomorpho*logy of Desert Environments Second Edition* Springer Publication USA

Perucca, Laura & Bastías, Hugo. .۲۰۱۳. *Quaternary active transpression in the north of Western Precordillera* .San Juan and La Rioja, Argentina. Cenozoic Geology of the Central Andes of Argentina, ۳۲۹-۳۳۶.

Petit C., Gunnell Y., Gonga-Saholiariliva N., Meyer B., and Se´guinot J. .۲۰۰۹. Faceted spurs at normal fault scarps: Insights from numerical modeling *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. ۱۱۴

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]

Ramsey, L. A., Walker, R.T., Jackson, J. .۲۰۰۸. Fold Evolution and Drainage Development In The Zagros Mountains of Fars Province, SE Iran. *Basin Research*, ۲۰: ۲۳-٤٨.
Tepe Çiğdem and Sözbilir Hasan .۲۰۱۷. Tectonic geomorphology of the Kemalpaşa Basin and surrounding horsts, southwestern part of the Gediz Graben, Western Anatolia, *Geodinamica Acta*, ۲۹:۱, ۷۰-۹۰

[ Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-03-29 ]

[ DOI: 10.52547/jsaeh.8.3.73 ]