

زمین‌ساخت فعال حوضه رودخانه کارون بزرگ

آذر خدابخش‌نژاد^۱، محسن پورگرمانی^۲، مهران آرین^۳، علی‌اکبر متکان^۴ و عباس چرچی^۵

^۱دکتر، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران

^۲استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران

^۳دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران

^۴دانشیار، گروه سنجش از دور و GIS، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۵استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۵/۲۳

چکیده

شاخص‌های زمین‌ریخت‌شناسی زمین‌ساخت فعال ابزار مفیدی برای بررسی تأثیر فعالیت زمین‌ساخت در یک ناحیه است. محاسبه این شاخص‌ها به وسیله نرم‌افزارهای ArcGIS و سنجش از دور (RS)، در یک منطقه بزرگ برای تشخیص ناهنجاری‌های احتمالی مرتبط با زمین‌ساخت فعال سودمند است. این روش به‌ویژه در مناطقی که کار مطالعات کمی بر روی فعالیت زمین‌ساختی آن با استفاده از این روش صورت گرفته مانند حوضه آبریز کارون بزرگ، می‌تواند روش نو و مفیدی باشد. حوضه آبریز رودخانه کارون بزرگ واقع در بخش‌های میانی کمربند چین‌خورده رانده شده زاگرس با راستای چیره شمال باختر - جنوب خاور در جنوب باختری ایران، یک پهنه بسیار ایده‌آل برای آزمون مفاهیم این شاخص‌ها در پیش‌بینی فعالیت نسبی زمین‌ساختی بر اساس بررسی سامانه رودخانه‌ای یا جبهه کوهستان شناخته شد. بر اساس مقادیر شاخص طول-شیب رودخانه (SL)، نبود تقارن حوضه زهکشی (Af)، انتگرال فرازونجی (Hi)، نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (Vf)، شکل حوضه زهکشی (Bs) و پیچ‌وخم پیشانی کوه (Smf) شاخصی نهایی به نام شاخص زمین‌ساخت فعال نسبی (Index of relative active tectonics; or Iat) حاصل می‌شود که ترکیبی از شاخص‌های بالا بوده و سیماهای زمین را به چهار رده تقسیم می‌کند. پس از اندازه‌گیری شاخص‌ها مشخص شد که پهنه کارون بزرگ دارای نرخ‌های متفاوتی از فعالیت زمین‌ساختی است. بر اساس مقادیر به‌دست آمده تصحیح شده برای شاخص Iat منطقه مورد مطالعه در سه رده طبقه‌بندی می‌شود: رده ۱ (۲۴٪) پهنه با فعالیت نسبی خیلی بالا، مانند بخش‌هایی از خاور و مرکز یعنی در مناطقی که گسل‌های راندگی اصلی زاگرس و فروافتادگی دزفول بیشترین تأثیر را دارند)، رده ۲ (۶۳٪) پهنه با فعالیت نسبی بالا، مانند بیشتر بخش‌های خاوری، باختری، شمال و مرکز یعنی در مناطقی که نسبت به رده پیشین عملکرد گسل‌ها کمتر است)، رده ۳ (۱۰٪) پهنه با فعالیت نسبی متوسط، یعنی در مناطقی که عملکرد گسل‌ها کمترین تأثیر را دارد)، و بر این اساس پهنه ضعیف (رده ۴) در حوضه آبریز کارون وجود ندارد. همچنین ۱٪ از پهنه حوضه آبریز به علت قرارگیری در نواحی دشت‌های ساحلی خوزستان و نبود امکان اندازه‌گیری شاخص‌ها در این رده‌بندی قرار نمی‌گیرد.

کلیدواژه‌ها: شاخص‌های زمین‌ریخت‌شناسی زمین‌ساخت فعال، حوضه زهکشی، عدم تقارن، حوضه آبریز کارون بزرگ، زاگرس.

E-mail: azarkhodabakhsh@yahoo.com

*نویسنده مسئول: آذر خدابخش‌نژاد

۱- پیش‌نوشتار

در جنوب باختری ایران واقع شده و بخش‌های وسیعی از استان‌های چهارمحال و بختیاری، خوزستان، یاسوج، کهگیلویه و بویر احمد، اصفهان، لرستان و همدان را پوشش می‌دهد. کارون بزرگ رودخانه‌ای دائمی با ۸۹۰ کیلومتر طول، ۶۷۲۵۵ کیلومتر مربع وسعت حوضه آبریز، شیب متوسط ۰/۳ درصد، میانگین آبدهی سالانه ۱۸۷۰۰ میلیون متر مکعب و میانگین بارندگی سالانه ۶۰۰ میلی‌متر است. رود کارون بزرگ که پرآب‌ترین و بلندترین رودخانه ایران به‌شمار می‌آید، از چشمه‌سارهای دامنه‌های کوه‌های ونگ و زردکوه واقع در دهستان شورا، در ۹۱ کیلومتری باختر شمالی شهر کرد سرچشمه گرفته و با عبور از دهستان‌های این شهر در ادامه مسیر به دهستان‌های بروجن، لردگان، ایذه و مسجدسلیمان، وارد شده و پس از عبور از شهرهای شوشتر، اهواز و خرمشهر به خلیج فارس می‌ریزد.

رودخانه کارون بزرگ از نظر زمین‌شناسی در پهنه زاگرس قرار دارد. این رود در بخش‌هایی از هر سه زیر پهنه زاگرس رانده، زاگرس چین‌خورده و دشت‌های زاگرس جاری است. کارون در پهنه زاگرس رانده از دامنه کوه‌های ونگ، زردکوه، چهل خشت، کوه قیصری، کوه هفت کرتان، کوه لجن، سبزکوه، هولن، دول‌گیر، شش‌بر و آتیه عبور می‌کند. سرچشمه آب رودخانه کارون از مرتفع‌ترین قله زاگرس یعنی زردکوه بختیاری با ارتفاع ۴۴۰۰ متر است.

کارون بزرگ در پهنه زاگرس چین‌خورده دامنه کوه‌های لندر، گزبر، کشکله کوه و برداگ را می‌پیماید. به دلیل افت ناگهانی سطح پایه (خلیج فارس) در فاصله کم، توان ویرانگری کارون بزرگ زیاد است. افزون بر این وجود تشکیلات زمین‌شناسی

برای بررسی میزان دگرریختی ایجاد شده در اثر فعالیت‌های زمین‌ساختی می‌توان از شاخص‌های زمین‌ریخت‌شناسی استفاده کرد. در بیشتر مطالعات انجام شده پیشین شاخص‌های خاص در مقیاس منطقه‌ای (مانند حوضه زهکشی پیشانی کوه) مورد بررسی قرار گرفته است. برای نمونه (Bull & McFadden 1977) و (Rockwell et al. 1985) با ترکیب شاخص‌های S_{mf} و V_f به تقسیم‌بندی پیشانی کوه‌ها در رده ۱ تا ۳ پرداختند. همچنین Silva et al. (2003) نیز زمین‌ساخت فعال نسبی پیشانی‌های مختلف کوه را در جنوب اسپانیا با محاسبه شاخص‌های S_{mf} و T_0 و V_f مورد بررسی قرار داده و از شاخص‌های عدم تقارن یا Af و شکل حوضه زهکشی یا Bs برای تأیید کج‌شدگی زمین‌ساختی استفاده کرد. به‌تازگی (El Hamdouni et al. 2008) افزون بر شاخص‌های بالا انتگرال فرازونجی (Hi) و شاخص طول-شیب رودخانه (SL)، را نیز به کار برده که مبنای علمی در تعیین زمین‌ساخت فعال نسبی شد. تلفیق این روش می‌تواند ابزار به نسبت دقیقی در تعیین فعالیت نسبی زمین‌ساختی شود. از این رو در این نوشتار سعی شده است که با استفاده از تلفیق روش‌های یاد شده به تعیین زمین‌ساخت فعال نسبی حوضه آبریز کارون بزرگ پرداخته شود.

۲- جایگاه جغرافیایی حوضه آبریز رودخانه کارون بزرگ

حوضه آبریز رودخانه کارون بزرگ بین طول‌های ۴۵° ۵۱' و ۴۸° ۴۸' باختری و عرض‌های ۲۹° ۵۴' تا ۳۷° ۳۲' شمالی قرار دارد. از دید جغرافیایی این حوضه

کوهستانی را به وجود آوردند. زمین‌شناسان در مواردی، میزان جابه‌جایی افقی لایه‌ها در امتداد گسل‌های بزرگ را تا چندین ده کیلومتر محاسبه کرده‌اند. میزان جابه‌جایی قائم نیز گاهی تا آن اندازه زیاد بوده که در نواحی مانند زردکوه و دنا نزدیک به تمام ستون چینه‌شناسی زاگرس مرتفع در سطح زمین رخنمون پیدا کرده است. ارتفاع زیاد کوه‌های زاگرس مرتفع نسبت به واحدهای مجاور نیز ناشی از دخالت این گسل‌ها بوده است.

یکی از خطوط شکسته جدید که در پیدایش دیواره‌های گسلی و پرتگاه‌های رورانه نقش مهمی داشته، خط شکستگی گسل جدید زاگرس است. این خط شکستگی به موازات گسل قدیمی زاگرس در طول صدها کیلومتر کشیده شده است و در امتداد آن لایه‌های کرتاسه زاگرس مرتفع به شکل فلس‌ها (قطعات روی هم قرار گرفته) یا سفره‌های بزرگ روی رسوب‌های ترشیری زاگرس چین‌خورده رانده شده‌اند. در نتیجه این راندگی‌ها، پرتگاه‌های بلندی در پیشانی یا جبهه رانده و یا در امتداد قطعات فلسی به وجود آمدند که عموماً با ارتفاع نسبی چندین صد متر به زمین‌های پست مجاور اشراف دارند.

در بخش‌هایی از زاگرس مرتفع از اشتران‌کوه تا دنا، دیواره‌های گسلی به صورت فلسی در امتداد شکستگی‌ها بالا آمده و در نتیجه بزرگ‌ترین کوه‌های منطقه را به وجود آورده‌اند. در واقع این کوه‌ها از قطعات کوچک و بزرگ روی هم قرار گرفته تشکیل شده که در امتداد یک سری گسل‌های متوالی جابه‌جا شده‌اند. از این رو پرتگاه‌های گسلی یا خط گسلی بیشتر با اختلاف سطح زیاد از ویژگی‌های دیگر این کوه‌ها شده است. به‌ویژه کارکرد فرسایش انحلالی آب در امتداد خطوط شکسته، اثرات خط گسل را مشخص‌تر و اختلاف سطح را بیشتر کرده است. سفره‌های رورانه (Nappe) و اشکال وابسته آن مانند پنجره یا روزنه زمین‌ساختی و بازمانده زمین‌ساختی (Klippe) از عوارض دیگر در ارتباط با پدیده روراندگی در زاگرس مرتفع است.

چهره خشن و ناموزون و به‌طور کلی پیچیدگی ساختمان چین‌ها از ویژگی‌های دیگر زاگرس مرتفع است. افزون بر این کارکرد گسل‌ها، فرسایش انحلالی نیز تغییرات زیادی در شکل کوه‌ها به وجود آورده است. به‌ویژه اینکه چون بیشتر کوه‌ها حاصل تاقدیس مرکب بوده‌اند، کارکرد فرسایش موجب شده تا تغییر شکل‌های ناشی از دخالت گسل‌ها بازتاب بیشتری پیدا کند، تا جایی که در این کوه‌ها، نوسان امواج چین‌خوردگی در برابر دیواره‌های گسلی هیچگونه نمودی ندارند و بر عکس، پرتگاه‌ها، قلل بریده بریده، ستیخ‌های تیز و نیمرخ زاویه‌دار، منظر کوه‌ها را می‌سازند. در بخش زاگرس چین‌خورده در اثر دخالت فرسایش، طبقات سست یعنی واحدهای تخریبی فارس و فلیشی انوسن از بین رفته و لایه‌های سخت آهک آسماری به صورت یک سازند مقاوم و شکننده کوه مرتفع آسماری را به صورت یک تاقدیس پشت‌نهنگی ایجاد کرده‌اند، و در مطالعات پیکرشناسی به این رخنمون که در حال حاضر پوشش حفاظتی سطح تاقدیس‌ها را تشکیل می‌دهد، طاق مشتق گفته می‌شود (علایی‌طالقانی، ۱۳۸۴).

گسل‌های مهم واقع در حوضه آبریز کارون بزرگ عبارتند از گسل معکوس اصلی زاگرس (MZRF)، گسل اصلی جوان زاگرس (MZF)، گسل زاگرس مرتفع (HZF)، گسل پیشانی کوهستان (MFF)، گسل فروافتادگی دزفول (DEF)، گسل پیش ژرفانی (ZFF) (شکل ۲). با در نظر گرفتن شرایط زمین‌شناسی و زمین‌ساختی حاکم بر زاگرس و با فرضیه‌های زیر این پژوهش انجام شد:

۱. شاخص‌های زمین‌ریختی در زیرحوضه‌های مختلف رودخانه کارون متفاوت هستند.
۲. بخش‌های بالادست رودخانه از نظر زمین‌ساختی فعال‌تر از بخش‌های پایین‌دست است.
۳. شکل رودخانه تابع وضعیت زمین‌ساختی زاگرس است.

مستعد برای فرسایش، موجب شده تا بیشتر اوقات سال به‌ویژه در بهار، آب کارون بزرگ گل‌آلود و در مسیرهای پرشیب، قدرت تخریبی آن بالا و شدیدترین شکل فرسایش رودخانه‌ای در حوضه آبریز کارون بزرگ صورت گیرد.

کارون بزرگ دارای ریزآبه‌های بسیار زیادی است که بزرگ‌ترین و بلندترین آنها رودخانه دز است که به نوبه خود پس از کارون پرآب‌ترین، بزرگ‌ترین و بلندترین رودخانه ایران است ولی از آنجا که پیوست آن به خلیج فارس به وسیله اتصال به کارون می‌باشد بنابراین دز جزو ریزآبه‌های کارون به‌شمار می‌آید. رودخانه پر آب دز از مجموعه رودهای کوچکی در استان همدان و لرستان تشکیل شده و پس از عبور از ارتفاعات زاگرس به شهرستان دزفول وارد می‌شود. این رودخانه آنگونه که در تصاویر ماهواره‌ای دیده می‌شود، پیش‌تر از سمت باختر شهرستان ویس به کارون می‌پیوست، ولی احتمال دارد که بر اثر بالآمدگی تاقدیس اهواز که مرتبط با فعالیت گسل اهواز می‌باشد، تغییر مسیر داده و در حال حاضر در مسیر کنونی خود در شمال اهواز در منطقه‌ای به نام بند قیر وارد شطیط (یکی از شاخه‌های رودخانه کارون بزرگ) می‌شود. اگر کارون بزرگ بدون در نظر گرفتن ریزآبه بزرگ دز مطالعه شود برای آن تنها از نام کارون استفاده می‌شود، ولی اگر مطالعه آن با در نظر گرفتن دز صورت گیرد، برای آن از نام کارون بزرگ استفاده می‌شود. از آنجا که در این مقاله مطالعه، تجزیه و تحلیل برای کل حوضه آبریز کارون صورت گرفته بنابراین در این نوشتار از نام کارون بزرگ بهره برده شده است (شکل ۱).

۳- جایگاه زمین‌شناسی و زمین‌ساختی حوضه آبریز رودخانه کارون بزرگ

زاگرس کمربند کوهزایی است که از شمال باختری تا جنوب مرکز ایران امتداد یافته است. کمربند کوهزایی زاگرس بنا بر نظر بسیاری از زمین‌شناسان از شمال خاوری به خرد قاره (Micro-continent) ایران مرکزی و از جنوب باختری به سپر عربستان محدود شده و در بخش میانی کوهزایی آلپی قرار گرفته و از دیدگاه سنی از جمله جوان‌ترین کوهزادهای دوران سنوزویک به‌شمار می‌آید (آقاباتی، ۱۳۸۳). از دیدگاه زمین‌ساخت ورقه‌ای (Plate tectonics) این کمربند کوهزایی به عنوان لبه فعال شمال خاوری سپر عربستان در نظر گرفته می‌شود. به همین دلیل این کمربند چین‌خورده- رانده (Fold-thrust belt) را نتیجه برخورد ورقه عربستان به خرد قاره ایران مرکزی در اواخر کرتاسه یا اوایل میوسن می‌دانند (Berberian, 1995).

زاگرس رانده بلندترین کوه‌های زاگرس (زردکوه ۴۴۰۰، اشتران‌کوه ۴۱۷۰ و دنا ۴۰۰۰ متر) را در بر می‌گیرد و به همین دلیل به آن نام زاگرس مرتفع اطلاق شده است. افزون بر این چون سنگ‌های آن در اثر دخالت گسل‌های زیاد به شدت خرد شده‌اند، به آن زاگرس شکسته نیز گفته می‌شود. پهنای آن زیاد نیست (۱۰ تا ۷۰ کیلومتر)، اما چهره برجسته با پرتگاه‌های قائم آن موجب شده تا عوارض مجاور خود را نیز به شدت تحت الشعاع قرار دهد. پرتگاه‌های بلند جبهه رانده، پرتگاه‌های خط گسل، پیچیدگی ساختمان چین‌ها و نمای کارستی و خشن از ویژگی‌های مهم پیکرشناسی زاگرس مرتفع بوده و گسل اصلی زاگرس عامل اصلی پیدایش این ساخت‌ها است. بنابراین مطالعه شاخص‌های ژئومورفیک کمک شایانی در شناخت مناطق فعال از دید زمین‌ساختی در حوضه آبریز رودخانه کارون بزرگ خواهد نمود. وجود این خط شکستگی باعث شده تا در اثنای چین‌خوردن و بالآمدن رسوب‌های حوضه دریایی زاگرس چین‌خورده در اواخر ترشیری، طبقات چین‌خورده قدیمی‌تر زاگرس مرتفع نیز تحت فشار شدید قرار گیرد و گسل‌های طولی زیادی در آن پدید آید.

کارکرد این گسل‌ها موجب شده تا طبقات آهکی زاگرس مرتفع چه در جهت قائم و چه در جهت افقی جابه‌جا شوند و در نتیجه پرتگاه‌ها و دیواره‌های بلند

۴- تعیین الگوی زهکشی منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی منطقه

در ابتدا مدل رقومی ارتفاعی (Digital Elevation Model-DEM) ناحیه مورد مطالعه، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، به شکل Raster تهیه شد. سپس با استفاده از یکی از Extension های جانبی نرم افزار ArcGIS تحت عنوان (Arc Hydro Tools) که امکانات تعیین زیرحوضه‌های یک حوضه، مساحت آنها و همچنین شبکه آبراهه‌ها را با ترکیب مجموعه‌ای از فرایندهای محاسباتی فراهم می‌آورد، الگوی زهکشی منطقه تهیه شد. نتیجه تجزیه نرم‌افزار و کنترل آن با نقشه‌های توپوگرافی محدوده مطالعاتی و حذف زیرحوضه‌های قرار گرفته در مسیر رودخانه اصلی (El Hamdouni et al., 2008)، حدود ۷۲ زیرحوضه در کل منطقه شناسایی شد (شکل ۳).

۵- شاخص‌های زمین‌ریختی زمین ساخت فعال

زمین‌ریخت‌شناسی ابزاری ارزشمند در بررسی زمین ساخت پویا است. ریخت‌سنجی (morphometry) به صورت اندازه‌گیری‌های کمی شکل‌های زمین‌ریختی توصیف می‌شود. به طور ساده، زمین‌ریخت‌ها با اندازه ارتفاع و شیب توصیف می‌شوند. اندازه‌گیری‌های کمی امکان مقایسه عینی زمین‌ریخت‌های مختلف و محاسبه پارامترهای کمتر قابل فهم را فراهم ساخته و شناسایی ویژگی‌های خاص شامل سطح فعالیت زمین ساختی یک منطقه را امکان‌پذیر می‌سازد (Keller, 1986).

در محدوده مورد مطالعه مجموعه‌ای از چند شاخص برای تعیین زمین ساخت نسبی مورد ارزیابی قرار گرفت. این شاخص‌ها در تمام زیرحوضه‌های منطقه اندازه‌گیری شده و هر کدام به سه رده فعالیت زمین‌ریختی تقسیم شد. سپس میانگین رده‌های تمام شاخص‌ها محاسبه و چهار رده زمین ساخت فعال نسبی حاصل شد (El Hamdouni et al., 2008). لازم به یادآوری است که هیچکدام از شاخص‌ها برای حوضه شماره ۳۸ قابل اندازه‌گیری نیست، زیرا این حوضه در دشت‌های جنوبی خوزستان قرار دارد که هیچگونه توپوگرافی در این پهنه دیده نمی‌شود.

۵-۱. شاخص طول-شیب رودخانه (SL)

شاخص طول - شیب برای ارزیابی زمین ساخت فعال نسبی ابزار مفیدی است. هنگامیکه رودخانه‌ها و آبراهه‌ها در نواحی با نرخ بالاآمدگی زیاد جریان دارند، مقدار SL افزایش می‌یابد، در حالیکه وقتی جریان رودخانه به موازات ساختارهایی مانند دره‌های حاصل از گسل راستالغز صورت گیرد، میزان SL کاهش می‌یابد (Keller & Pinter, 2002). این شاخص توسط Hack (1973)، با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$SL = (\Delta h / \Delta l) \quad (1)$$

در این فرمول $\Delta h / \Delta l$ شیب بخشی از مجرا و l طول مجرا از بالادست تا نقطه‌ای است، که برای آن شاخص محاسبه می‌شود.

این شاخص تحت تأثیر میزان مقاومت جنس بستر نیز بوده و با جریان یافتن رودخانه بر روی سنگ‌های با مقاومت بالا، میزان بالای (SL) و در سنگ‌های با مقاومت پایین، میزان پایین (SL) را نشان می‌دهد. به منظور بررسی ارتباط بین مقاومت سنگ و شاخص فوق، سنگ‌های موجود در منطقه مورد مطالعه بر اساس میزان مقاومت به گروه‌های با مقاومت خیلی کم (نهشته‌های آبرفتی جوان)، مقاومت کم (نهشته‌های دامنه‌ای)، مقاومت متوسط (شیل و سیلت سنگ)، مقاومت بالا (سنگ آهک، توف، کنگلومرا، ماسه سنگ) و مقاومت خیلی بالا (مونزودوریت-مونزوگابرو و کوارتزیت) تقسیم شدند (معماریان، ۱۳۸۰) (شکل ۴). از آنجا که روش پژوهش در این نوشتار براساس El Hamdouni et al. (2008) است، بنابراین برای نخستین بار در این پژوهش افزون بر رده بندی سنگ‌ها به روش معماریان از رده بندی ایشان نیز به منظور طبقه بندی سنگ‌ها بهره برده شده است. در روش ایشان نیز

سنگ‌ها به ۵ رده گروه بندی می‌شوند: گروه‌های با مقاومت خیلی کم (سیلت، ماسه، مارن، آهک رسی و تورب)، گروه‌های با مقاومت کم (رسوبات مخروط افکنه آواری قدیمی و کنگلومراهای نسبتاً مستحکم شده)، گروه‌های با مقاومت متوسط (فیلیت و شیست)، گروه‌های با مقاومت بالا (سنگ آهک، تراورتن، کنگلومرا، ماسه سنگ آهکی) و گروه‌های با مقاومت خیلی بالا (سنگ‌ها با درجه دگرگونی ضعیف مثل مرمر) تقسیم شدند (شکل ۵). سپس مناطق با میزان بالای (SL) بر روی نقشه مقاومت نسبی مشخص و با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS ارتباط آن با مقاومت سنگ مورد بررسی قرار گرفت و نتایج زیر حاصل شد (شکل ۶):

الف) پهنه با فعالیت بالا: ۶۶٪ از پهنه تغییرات مقدار شاخص (SL) بالایی را در نتیجه فعالیت بالای زمین ساختی نشان می‌دهد.

ب) پهنه با فعالیت متوسط: ۱۱٪ از پهنه در این رده قرار می‌گیرد.

ج) پهنه با فعالیت ضعیف: ۲۰٪ از پهنه حوضه تغییرات ضعیف شاخص (SL) در نتیجه فعالیت پایین این نواحی نشان می‌دهد (جدول ۱).

گفتنی است که برای ۱٪ از وسعت حوضه آبریز به علت قرارگیری در نواحی دشت خوزستان امکان اندازه‌گیری این شاخص وجود نداشت. نکته مهم آن است که در امتداد گسل‌های بزرگی چون ZFF, HZF, MFF, MRF, DEF, MZRF این شاخص مقدار بیشینه را نشان می‌دهد و گویای فعالیت جنبی این گسل‌ها در عهد حاضر است.

۵-۲. شاخص عدم تقارن حوضه زهکشی (Af)

شاخص عدم تقارن (Af) به بررسی میزان کج شدگی زمین ساختی جهت جریان در حوضه زهکشی می‌پردازد (Hare & Gardner, 1985; Keller & Pinter, 2002). شاخص Af طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Af = 100 (Ar/At) \quad (2)$$

در این رابطه Af مساحت حوضه در سمت راست آبراهه (دید به سمت پایین دست) و Ar مساحت کل حوضه زهکشی است.

مقدار Af برابر با ۵۰ نشان‌دهنده عدم کج شدگی و شرایط به نسبت پایدار در حوضه است و اگر این مقدار از ۵۰ کمتر و یا بیشتر باشد نشان‌دهنده کج شدگی حوضه است که می‌تواند نتیجه فعالیت زمین ساختی و یا ساختارهای موجود در سنگ همچون تورق باشد. برای خنثی کردن نقش لایه بندی و تورق در شاخص Af چنین فرض می‌شود که سنگ‌شناسی (مانند لایه‌های رسوبی شیب‌دار) و اقلیم محلی (اختلاف گیاهی بین شیب‌های رو به شمال و جنوب) باعث عدم تقارن نمی‌شوند (El Hamdouni et al., 2008). با این فرض Af برای کلیه زیرحوضه‌های رودخانه‌های اصلی موجود در منطقه محاسبه شده و با توجه به این که مقادیر بالای Af به طور عمده در کنار گسل‌های فعال منطقه قرار گرفته، می‌توان نتیجه گرفت که فعالیت‌های زمین ساختی نقش کنترل کننده بر روی این شاخص داشته است. بیشترین میزان این شاخص در ۴۸٪ پهنه، متوسط میزان این شاخص در ۳۲٪ پهنه و کمترین آن در ۱۷٪ پهنه (جدول ۲)، دیده می‌شود و برای ۱٪ از وسعت حوضه آبریز به علت قرارگیری در نواحی دشت خوزستان امکان اندازه‌گیری این شاخص وجود نداشت (شکل ۷). نکته مهم آن است که در امتداد بخش‌هایی از گسل‌های بزرگی چون HZF, DEF, MZRF و گسل اهواز این شاخص مقدار بیشینه را نشان می‌دهد و گویای فعالیت جنبی این گسل‌ها در عهد حاضر است.

۵-۳. شاخص شکل حوضه (Bs)

با استفاده از این شاخص می‌توان شکل حوضه را به یک شاخص کمی تبدیل کرد (Cannon, 1976; Ramírez-Herrera, 1998):

$$Bs = Bl/Bw \quad (3)$$

در این رابطه Bl طول حوضه، از محل مجرای خروجی تا بالاترین نقطه (دورترین) آن

(جدول ۵). گفتنی است که این شاخص برای حوضه‌های ۴، ۸، ۳۵ و ۳۸ که ۱۲٪ از کل حوضه آبریز را شامل می‌شود امکان اندازه‌گیری نداشت (شکل ۱۰). اما جالب‌تر آن است که بر طبق نقشه به‌دست آمده برای این شاخص که در شکل ۱۰ دیده می‌شود، در دو پهنه گسترده با راستای شمال باختر - جنوب خاور و منطبق بر گسل‌های HZF, MFF, MRF, DEF, MZRF فعالیت بالایی از رده ۱ دیده می‌شود، که خود گواهی روشن بر تکاپوی بالای زمین‌ساختی و جنبایی این گسل‌ها است.

۵-۶. پیچ‌وخم پیشانی کوهستان (S_{mf})

شاخص پیچ‌وخم پیشانی کوه طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود (Bull & McFadden, 1977):

$$S_{mf} = L_{mf} / L_s \quad (5)$$

در این رابطه L_{mf} طول پیشانی کوه در دامنه آن، یعنی جایی که دامنه کوه به دشت برخورد می‌کند و L_s معادل طول خط مستقیم در بخش پیشانی کوه است. این شاخص انعکاس‌دهنده توازن بین نیروهای فرسایشی است که تمایل به ایجاد ساخت سینوسی دارند، در حالیکه نیروهای زمین‌ساختی متمایل به ایجاد یک پیشانی مستقیم همراه با یک گسل فعال احاطه‌کننده آن است (Bull & McFadden, 1977; Keller, 1986). در منطقه مورد مطالعه بیش از ۴۳۰ پیشانی گسلی اندازه‌گیری شد که از این میان برای هیچ حوضه‌ای رده ۱ تعیین نشد و به جز حوضه ۲۲ و ۴۴ که در رده ۲ قرار می‌گیرند دیگر حوضه‌ها در رده ۳ جای دارند. گفتنی است که این شاخص برای حوضه‌های ۱۰، ۱۵، ۱۷، ۱۹ تا ۲۱، ۳۸، ۴۱، ۴۶ تا ۴۷، ۵۴، ۵۶، ۵۹، ۶۰ و ۶۷ قابل اندازه‌گیری نیست (جدول ۶ و شکل‌های ۱۱ و ۱۲). نکته مهم آن است که در امتداد گسل‌های بزرگی چون ZFF, HZF, MFF, MRF, DEF, MZRF و این شاخص مقدار بیشتر را نشان می‌دهد و گویای فعالیت جنبایی این گسل‌ها در عهد حاضر است. اما جالب‌تر آن است که بر طبق نقشه به‌دست آمده برای این شاخص که در شکل ۱۲ دیده می‌شود، در یک پهنه گسترده با راستای شمال باختر - جنوب خاور و منطبق بر گسل DEF فعالیت بالایی از رده ۱ دیده می‌شود، که خود گواهی روشن بر فعالیت بالای زمین‌ساختی و جنبایی این گسل است.

۶-۶ بحث

شاخص‌های مختلف زمین‌ریختی که در بخش پیش اشاره شد، برای ارزیابی زمین‌ساخت فعال نسبی (I_{at}) به سه رده یک (فعالیت بالا)، دو (فعالیت متوسط) و سه (فعالیت پایین) تقسیم شد. سپس با محاسبه میانگین رده کلاسه شاخص‌ها (S/n) در هر حوضه و ارزیابی آن بنا بر روش El Hamdouni et al. (2008) شاخص زمین‌ساخت فعال نسبی (I_{at}) به چهار رده کلاسه طبقه‌بندی شد. در این طبقه‌بندی رده یک بیانگر فعالیت زمین‌ساخت خیلی بالا (S/n بین ۱ تا ۱/۵)، رده دو فعالیت زمین‌ساخت بالا (S/n بین ۱/۵ تا ۲)، رده سه فعالیت زمین‌ساخت متوسط (S/n بین ۲ تا ۲/۵) و رده چهار فعالیت زمین‌ساخت پایین (S/n بیشتر از ۲/۵) است. با استفاده از توانایی‌های نرم‌افزار GIS و توابع تحلیلی آن، نقشه پهنه‌بندی ارزیابی زمین‌ساختی فعال حوضه رودخانه کارون بزرگ در کمربند میانی زاگرس چین‌خورده - رانده شده تهیه شد. همانگونه که دیده می‌شود گستره مورد مطالعه بر اساس تقسیم‌بندی El Hamdouni et al. (2008) به سه پهنه بالا، متوسط و پایین از نظر زمین‌ساختی فعال تقسیم‌بندی شده است و بر طبق رده‌بندی ایشان پهنه خیلی فعال در منطقه زاگرس وجود ندارد. از آنجا که برای تعمیم رده‌بندی ایشان به دیگر نقاط باید تمامی شرایط ساختاری، سنگ‌شناسی و زمین‌ریختی همه نقاط یکسان در نظر گرفته شود و پذیرش چنین فرضی امکان ایجاد خطا در محاسبات را فراهم می‌آورد، از این رو برای پرهیز از خطا و به منظور تعمیم و کاربرد رده‌بندی El Hamdouni et al. (2008) برای زاگرس و با در نظر گرفتن شرایط حاکم بر زمین‌شناسی و زمین‌ساختی زاگرس این رده‌بندی را با افزایش یک واحد به مقدار I_{at} آنها تصحیح کرده و بنابراین زاگرس به

و BW عرض حوضه، که در عریض‌ترین بخش آن اندازه‌گیری می‌شود. حوضه‌های با کشیدگی زیاد مشخص‌کننده مناطق فعال زمین‌ساختی است یعنی جایی که جریان به صورت ابتدایی بستر خود را حفر می‌کند. این روش برای تجزیه حوضه زهکشی نزدیک پیشانی کوهستان زمانی که زمین‌ساخت فعال باعث بالاآمدگی سریع شده (Bull & Mc fadden, 1977) و یا در مناطقی که دچار فروافتادگی شده (Ramírez-Herrera, 1998) مورد استفاده قرار گرفته است. ۵٪ پهنه، در رده ۱، ۲٪ پهنه در رده ۲ و دیگر حوضه‌ها در پهنه‌ای معادل ۹۰٪ از کل حوضه در رده ۳ قرار دارند (جدول ۳) و برای ۱٪ از وسعت حوضه آبریز به علت قرارگیری در نواحی دشت خوزستان امکان اندازه‌گیری این شاخص وجود نداشت (شکل ۸). نکته مهم آن است که در امتداد گسل‌های بزرگی چون ZFF, HZF, MZRF این شاخص مقدار بیشینه را نشان می‌دهد و گویای فعالیت جنبایی این گسل‌ها در عهد حاضر است.

۵-۴. انتگرال فراسنجی (Hi)

انتگرال فراسنجی پراکندگی ارتفاع را در یک ناحیه خاص نشان می‌دهد. منحنی فراسنجی که شامل رسم نسبت ارتفاعی در برابر نسبت مساحت و محاسبه مساحت زیر منحنی است، مستقل از اندازه حوضه و برآمدگی است (Strahler, 1952). استفاده مفید از منحنی فراسنجی این است که حوضه‌های زهکشی با اندازه‌های مختلف را می‌توان با همدیگر مقایسه کرد (Pike & Wilson, 1971; Mayer, 1990; Keller & Pinter, 2002). انتگرال فراسنجی به طور مستقیم با زمین‌ساخت فعال ارتباط ندارد. مقادیر بالای این شاخص نشان‌دهنده نواحی فعال و جوان بوده و مقادیر پایین آن با نواحی قدیمی که فرایند فرسایش بر آنها حاکم است و کمتر تحت تأثیر زمین‌ساخت فعال منطقه است، مرتبط اند (El Hamdouni et al., 2008).

در منطقه مورد مطالعه منحنی‌های فراسنجی برای زیرحوضه‌ها توسط نرم‌افزار excel رسم و مساحت سطح زیر این منحنی‌ها که نشان‌دهنده مقدار شاخص انتگرال فراسنجی است با استفاده از نرم‌افزار matlab محاسبه شد. بیشتر زیرحوضه‌ها در پهنه‌ای معادل ۶۶٪ از کل حوضه آبریز مقادیر بالای این شاخص را نشان می‌دهند. ۸٪ پهنه در رده ۲ و ۱۱٪ از حوضه آبریز در رده ۳ قرار دارند (جدول ۴). گفتنی است که این شاخص برای حوضه‌های ۳۵ تا ۳۹ که ۱۳٪ از کل حوضه را شامل می‌شود، به علت قرارگیری در دشت‌های خوزستان قابل اندازه‌گیری نیست (شکل ۹). نکته مهم آن است که در امتداد گسل‌های بزرگی چون ZFF, HZF, MFF, MRF, DEF, MZRF این شاخص مقدار بیشینه را نشان می‌دهد و گویای فعالیت جنبایی این گسل‌ها در عهد حاضر است.

۵-۵. نسبت عرض کف دره به ارتفاع آن (V_f)

V_f به عنوان نسبت عرض کف دره به ارتفاع آن (Bull & McFadden, 1977)، به شکل زیر توصیف شده است:

$$V_f = 2V_{fw} / [(E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})] \quad (4)$$

در این رابطه V_f نسبت عرض کف دره به ارتفاع، V_{fw} عرض کف دره، E_{ld} و E_{rd} به ترتیب ارتفاعات خطوط تقسیم سمت چپ و راست دره و E_{sc} ارتفاع متوسط کف دره است. مقدار این شاخص برای دره‌های U شکل بالا و برای دره‌های V شکل پایین است. از آنجایی که برآمدگی در ارتباط با فروکاوی است این شاخص می‌تواند نشان‌دهنده میزان فعالیت زمین‌ساختی باشد به نحوی که میزان پایین V_f به نرخ‌های بالاآمدگی و بریدگی بیشتر مربوط است. این شاخص بیشتر منعکس‌کننده میزان فروکاوی است تا بالاآمدگی، ولی در حالت تعادل فروکاوی و بالاآمدگی بر هم منطبق‌اند.

از دیدگاه Silva et al. (2003) این شاخص باید در فاصله مشخصی از پیشانی (۱-۱/۵ کیلومتر) اندازه‌گیری شود در منطقه مورد مطالعه میزان این شاخص برای دره‌های اصلی که پیشانی گسلی را قطع می‌کنند محاسبه شد و در نهایت معلوم شد که ۲۸٪ پهنه در رده ۱، ۴۲٪ پهنه در رده ۲ و ۱۶٪ پهنه در رده ۳ قرار دارند

را به عنوان وضعیت کنونی دگرشکلی منطقه در نظر گرفت. ولی از آنجا که منطقه مورد مطالعه، از زاگرس مرتفع تا دشت ساحلی را در بر می‌گیرد، نرخ دگرشکلی شکل‌پذیر در مناطق مختلف آن متغیر است و این موضوع به واسطه نتیجه نقشه زمین‌ساخت نسبی منطقه (شکل ۱۳) قابل مشاهده و استنباط است.

بنابراین بر طبق آنچه که در این پژوهش حاصل شد و انطباق نتایج با وضعیت ساختاری، لرزه‌خیزی و ژئودیتیک در زاگرس می‌توان گفت که بیشتر پهنه در محدوده مورد مطالعه از دید زمین‌ساختی مناطق بسیار فعال و فعال هستند و شاخص زمین‌ساخت فعال نسبی (Iat) آن نیز همچنان که توضیح داده شد باید با ۱ رده افزایش تصحیح شود و اگر غیر از این عمل شود با شرایط زمین‌ساختی حاکم بر زاگرس مغایرت ایجاد شده و در درستی نتایج خلل به وجود می‌آید.

۷- نتیجه‌گیری

حوضه آبریز کارون بزرگ بر اساس شاخص SL به سه زیر پهنه تقسیم می‌شود:

۱. پهنه با فعالیت بالا (۶۶٪ از کل پهنه)، ۲. پهنه با فعالیت متوسط (۱۱٪ از کل پهنه) و ۳. پهنه با فعالیت ضعیف (۲۰٪ از کل پهنه) و برای ۱ از وسعت حوضه آبریز به علت قرارگیری در نواحی دشت خوزستان امکان اندازه‌گیری این شاخص وجود نداشت.
- حوضه آبریز کارون بزرگ بر اساس شاخص Af به سه زیر پهنه تقسیم می‌شود: (۱) بیشترین میزان این شاخص در ۴۸٪ پهنه؛ ۲) متوسط میزان این شاخص در ۳۲٪ پهنه و کمترین آن در ۱۷٪ پهنه دیده می‌شود و برای ۱٪ از وسعت حوضه آبریز به علت قرارگیری در نواحی دشت خوزستان امکان اندازه‌گیری این شاخص وجود نداشت. نکته مهم آن است که در امتداد بخش‌هایی از گسل‌های بزرگی چون HZF, MRF, DEF, و گسل اهواز این شاخص مقدار بیشینه را نشان می‌دهد و گویای فعالیت جنبای این گسل‌ها در عهد حاضر است.

حوضه آبریز کارون بزرگ بر اساس شاخص Bs به سه زیر پهنه تقسیم می‌شود:

- ۱) ۵٪ پهنه در رده ۱، ۲٪ پهنه در رده ۲ و دیگر حوضه‌ها در پهنه‌ای معادل ۹۰٪ از کل حوضه در رده ۳ قرار دارند. گفتنی است که برای ۱٪ از وسعت حوضه آبریز به علت قرارگیری در نواحی دشت خوزستان امکان اندازه‌گیری این شاخص وجود نداشت. نکته مهم آن است که در امتداد گسل‌های بزرگی چون ZFF, HZF, MZRF این شاخص مقدار بیشینه را نشان می‌دهد و گویای فعالیت جنبای این گسل‌ها در عهد حاضر است.

حوضه آبریز کارون بزرگ بر اساس شاخص Hi به سه زیر پهنه تقسیم می‌شود:

- ۱) بیشتر زیرحوضه‌ها در پهنه‌ای معادل ۶۶٪ از کل حوضه آبریز بالای این شاخص را نشان می‌دهند. (۲) ۸٪ پهنه، در رده ۲ و ۳. ۱۱٪ از حوضه آبریز در رده ۳ قرار دارند و این شاخص برای حوضه‌های ۳۵ تا ۳۹ که ۱۳٪ از کل حوضه را شامل می‌شود، به علت قرارگیری در دشت‌های خوزستان قابل اندازه‌گیری نیست.

حوضه آبریز کارون بزرگ بر اساس شاخص V_f به سه زیر پهنه تقسیم می‌شود: (۱) ۲۸٪ پهنه در رده ۱، ۴۲٪ پهنه در رده ۲ و ۳) ۱۶٪ پهنه در رده ۳ قرار دارند و این شاخص برای حوضه‌های ۴، ۸، ۳۵ و ۳۸ که ۱۲٪ از کل حوضه آبریز را شامل می‌شود امکان اندازه‌گیری نداشت (شکل ۱۰). اما جالب‌تر آن است که بر طبق نقشه به‌دست آمده برای این شاخص دیده می‌شود، در دو پهنه گسترده با راستای شمال باختر - جنوب خاور و منطبق بر گسل‌های HZF, MFF, MRF, DEF, MZRF فعالیت بالایی از رده ۱ دیده می‌شود، که خود گواهی روشن بر فعالیت بالای زمین‌ساختی و جنبایی این گسل‌ها است.

در منطقه مورد مطالعه بیش از ۴۳۰ پشانی گسلی اندازه‌گیری شد که از این میان برای هیچ حوضه‌ای رده ۱ تعیین نشد و به جز حوضه ۲۲ و ۴۴ که در رده ۲ قرار می‌گیرند دیگر حوضه‌ها در رده ۳ جای دارند. گفتنی است که این شاخص برای

سه پهنه خیلی بالا، بالا و متوسط رده‌بندی شده و بر این اساس پهنه پایین در زاگرس وجود ندارد (شکل ۱۳). به طور کلی هر چه منطقه از نظر زمین‌ساختی فعال‌تر باشد، دارای شاخص‌های V_f و S_{mf} کمتر و SL, Bs, Hi بیشتر است و در مورد Af مقادیر کمتر از ۳۵ و بالاتر از ۶۵ بیانگر زمین‌ساخت فعال هستند. پهنه‌های زاگرس مرتفع و زاگرس چین‌خورده فعالیت بالاتری را از دیدگاه زمین‌ساختی نشان می‌دهند و بدین ترتیب پهنه‌های قابل توصیف در حوضه آبریز کارون بزرگ عبارتند از:

۱. پهنه با فعالیت زمین‌ساختی نسبی خیلی بالا تا بالا: این پهنه ۲۴٪ از کل حوضه آبریز را در بر می‌گیرد.

۲. پهنه با فعالیت بالا: به جز حوضه‌هایی که در پهنه خیلی بالا و متوسط از آنها نام برده شد، دیگر حوضه‌ها که بخش وسیعی از زاگرس را پوشش داده و ۶۳٪ از کل حوضه آبریز را شامل می‌شود، در این رده قرار می‌گیرند.

۳. پهنه با فعالیت متوسط: این پهنه ۱۰٪ از کل حوضه آبریز را در بر می‌گیرد. همچنین ۱٪ از پهنه حوضه آبریز به علت قرارگیری در نواحی دشت خوزستان و عدم امکان اندازه‌گیری شاخص‌ها در این رده‌بندی قرار نمی‌گیرد. همان طور که پیش از این ذکر شد، مهم‌ترین گسل‌های زاگرس در این ناحیه عبارتند از: MZRF, ZFF, DEF, MFF, HZF, MRF. گستره واقع در این پهنه‌های گسلی در رده بسیار فعال و فعال قرار دارد. اگر برای هر یک از این گسل‌ها بر اساس تحلیل ساختاری و سازوکار زمین‌لرزه قطعه‌بندی صورت گیرد، به روشنی می‌توان دریافت که برای گسل MZRF پرخطرترین بخش آن در زیرحوضه‌های شماره ۲۹، ۵۳، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۲ و ۶۶ قرار دارد. در مورد گسل HZF حوضه‌های شماره ۱۲، ۲۷، ۵۸، ۵۹، ۶۳، ۷۱ و ۷۲ پرخطرترین بخش‌های آن بوده و در پهنه گسلی MRF حوضه شماره ۷ و پرخطرترین بخش‌های پهنه گسلی MFF حوضه‌های شماره ۹ و ۲۰ است و همچنین پرخطرترین بخش‌های پهنه‌های گسل‌های ZFF و DEF حوضه‌های شماره ۴۱ و ۴۴ است. به منظور تطابق نواحی بسیار فعال و فعال با رخدادهای زمین‌لرزه در این پهنه نقشه‌ای از پراکندگی زمین‌لرزه‌ها تهیه شد که در آن فراوانی زمین‌لرزه‌هایی که تا کنون با بزرگای تا ۷/۴ در این پهنه رخ داده است را با پهنه‌بندی Iat بر هم منطبق می‌کند. پراکندگی زمین‌لرزه‌ها در این نقشه‌ها به خوبی گویای آن است که گسل‌ها در این پهنه بسیار فعال بوده و به‌ویژه در یک امتداد خطی در راستای شمال باختر - جنوب خاور و منطبق بر گسل DEF بیشترین رویداد زمین‌لرزه رخ داده است و همانگونه که در بخش شاخص‌های زمین‌ساختی توضیح داده شد، مقادیر بیشتر آنها در این ناحیه گویای زمین‌ساخت فعال این پهنه است (شکل‌های ۱۴ و ۱۵).

ثابت شده که در ایران بخشی از دگرشکلی‌ها غیر زمین‌لرزه‌است. بهترین نمونه آن زاگرس است که به نظر می‌رسد کمتر از ۵ درصد دگرشکلی‌ها عامل زمین‌لرزه دارد و ساختارها و سازوکار دگرشکلی‌های درون آن چندان مشخص نیست. هر چند روشن شده که بیشترین بخش بالایی پسته در زاگرس از سنگ‌آهک (Limestone) ساخته شده و بنابراین سازوکار بلور - پلاستیک عامل اصلی کاهش دما در زاگرس و پیدایش دگرشکلی درونی نسبتاً بیشتری نسبت به لغزش بر روی گسل‌هاست. به طور کلی دگرشکلی در ایران حاصل تلفیق سه فرایند است (Vernant & Chery, 2006):

۱- واکنش‌های بزرگ محلی بر روی گسل‌ها

۲- واکنش‌های بزرگ محلی بر روی بلوک‌های نیمه مقاوم

۳- دگرشکلی پیوسته درون نواحی کوهزایی

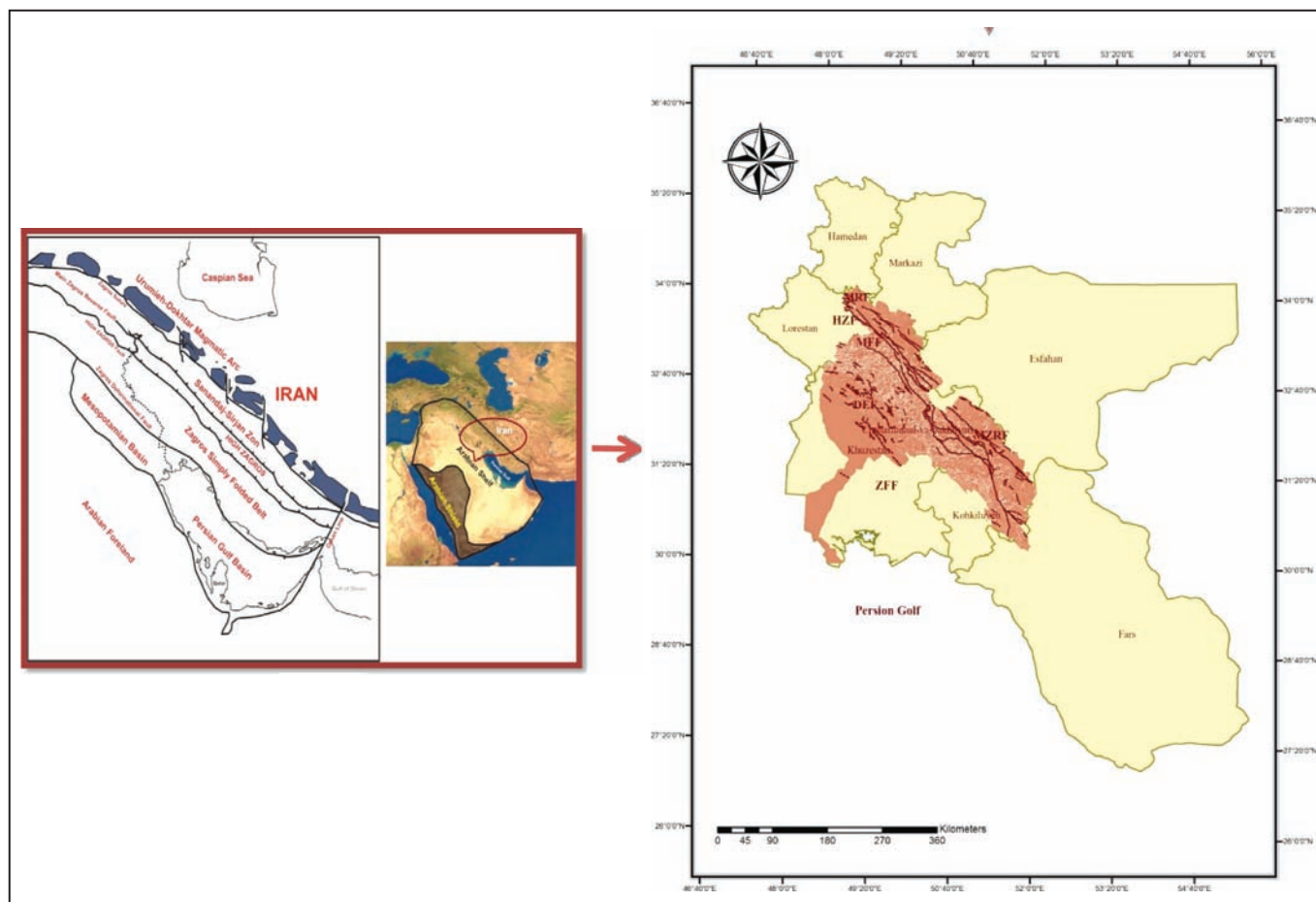
همچنان که در بخش بالا توضیح داده شد، بر اساس عقیده (Vernant & Chery, 2006)، ۵ درصد از دگرشکلی زاگرس به صورت زمین‌لرزه است و بنابراین می‌توان چنین اظهار داشت که ۹۵ درصد دگرشکلی فعال زاگرس از نوع غیر زمین‌لرزه و یا شکل‌پذیر است. از آنجا که مهم‌ترین نمود دگرشکلی شکل‌پذیر بالا آمدگی به صورت چین‌خوردگی‌ها بوده و به‌ویژه همراه با فرازگیری تاقدیس‌ها در روی واحدهای شکل‌پذیر و یا گسلش فعال است می‌توان این وضعیت

حوضه‌های ۱۰، ۱۵، ۱۷، ۱۹ تا ۲۱، ۳۸، ۴۱، ۴۶ تا ۴۷، ۵۴، ۵۶، ۵۹، ۶۰ و ۶۷ قابل اندازه‌گیری نیست. نکته مهم آن است که در امتداد گسل‌های بزرگی چون ZFF، HZF، MFF، MRF، DEF، MZRF این شاخص مقدار بیشینه را نشان می‌دهد و گویای فعالیت جنبی این گسل‌ها در عهد حاضر است. اما جالب‌تر آن است که بر طبق نقشه به‌دست آمده برای این شاخص مشاهده می‌شود، در یک پهنه گسترده با راستای شمال باختر - جنوب خاور و منطبق بر گسل DEF فعالیت بالایی از رده ۱ دیده می‌شود، که خود گواهی روشن بر فعالیت بالای زمین‌ساختی و جنبایی این گسل است.

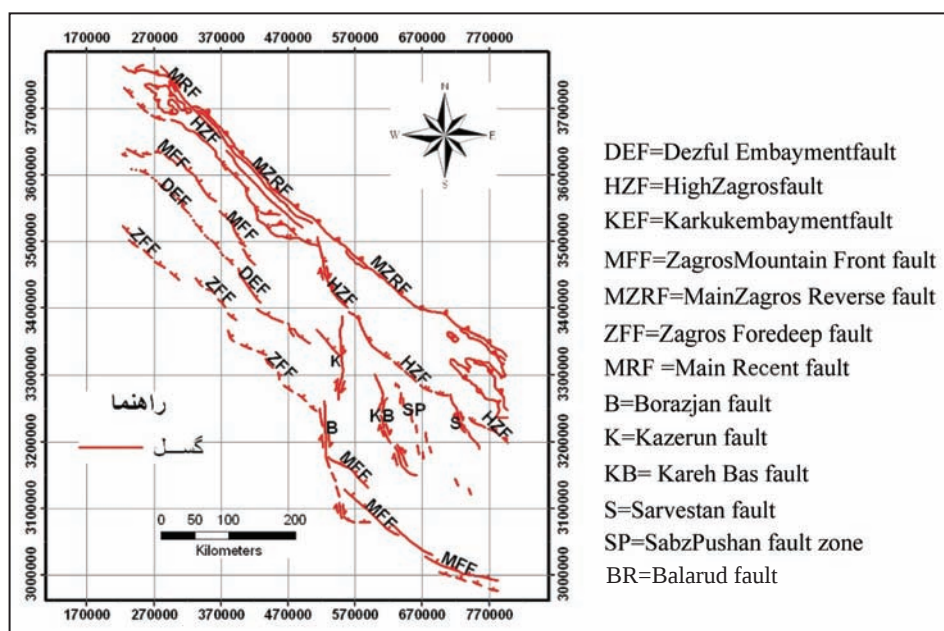
پس از بررسی شاخص‌های زمین‌ریخت‌شناسی و محاسبه شاخص (Iat) در منطقه مطالعاتی سه پهنه با ویژگی‌های متفاوت از دید زمین‌ساخت فعال نسبی شناسایی شد. پهنه با فعالیت بالا و خیلی بالا (۲۴٪) از کل حوضه آبریز، پهنه با فعالیت بالا (۶۳٪) در این ناحیه گویای زمین‌ساختی فعال این پهنه است.

از کل حوضه آبریز) و پهنه با فعالیت متوسط (۶۳٪ از کل حوضه آبریز). همچنین ۱٪ از پهنه حوضه آبریز به علت قرارگیری در نواحی دشت خوزستان و عدم امکان اندازه‌گیری شاخص‌ها در این رده‌بندی قرار نمی‌گیرد.

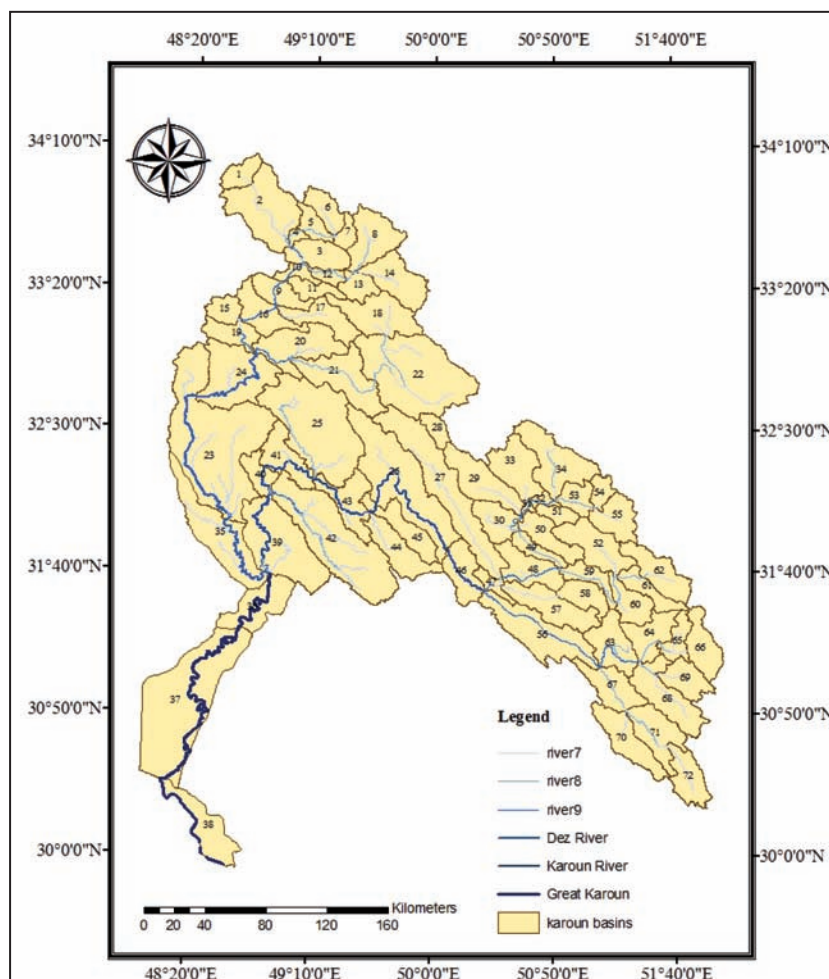
به منظور تطابق نواحی بسیار فعال و فعال با رخدادهای زمین‌لرزه در این پهنه نقشه‌ای از پراکندگی زمین‌لرزه‌ها تهیه شد که در آن فراوانی زمین‌لرزه‌هایی که تا کنون با بزرگای تا ۷/۴ در این پهنه رخ داده است را با پهنه‌بندی Iat بر هم منطبق می‌کند. پراکندگی زمین‌لرزه‌ها در این نقشه‌ها به خوبی گویای آن است که گسل‌ها در این پهنه بسیار فعال بوده و به‌ویژه در یک امتداد خطی در راستای شمال باختر - جنوب خاور و منطبق بر گسل DEF بیشترین رویداد زمین‌لرزه رخ داده است و همانگونه که در بخش شاخص‌های زمین‌ساختی توضیح داده شد، مقادیر بیشتر آنها در این ناحیه گویای زمین‌ساختی فعال این پهنه است.



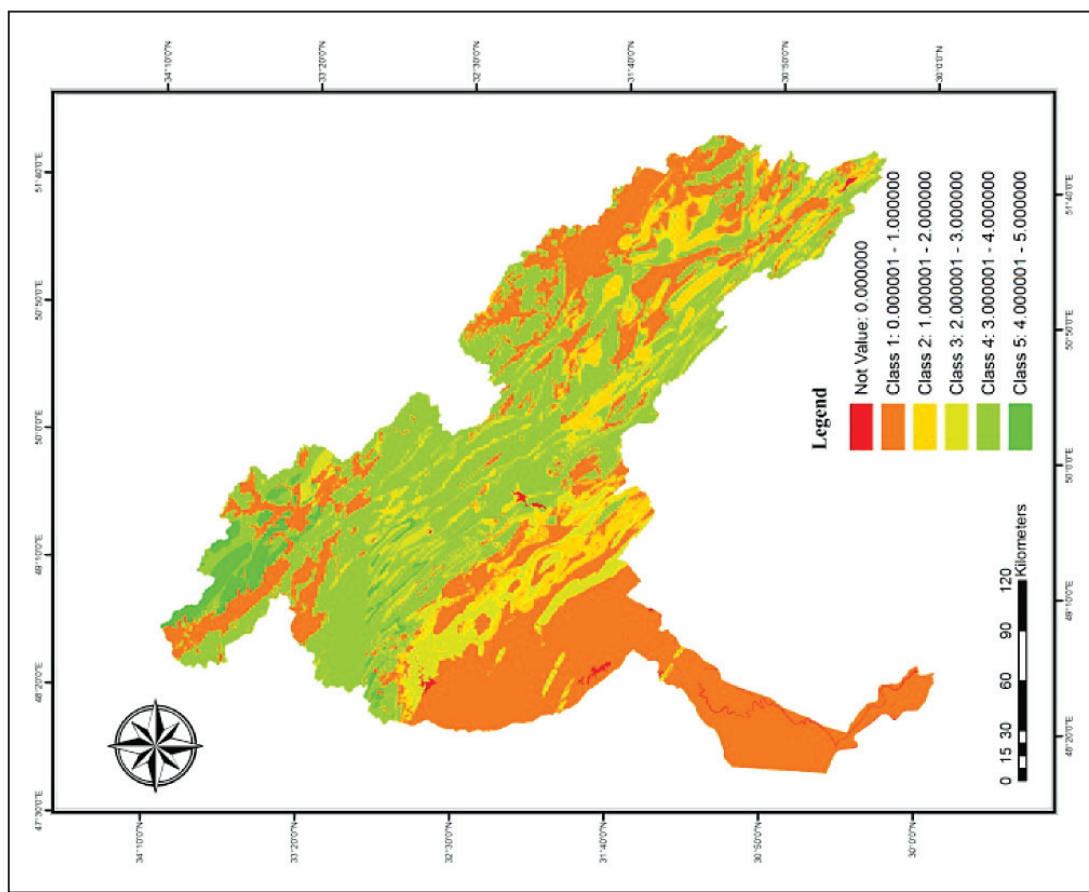
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی ناحیه مورد مطالعه (پایگاه ملی داده‌های علوم زمین).



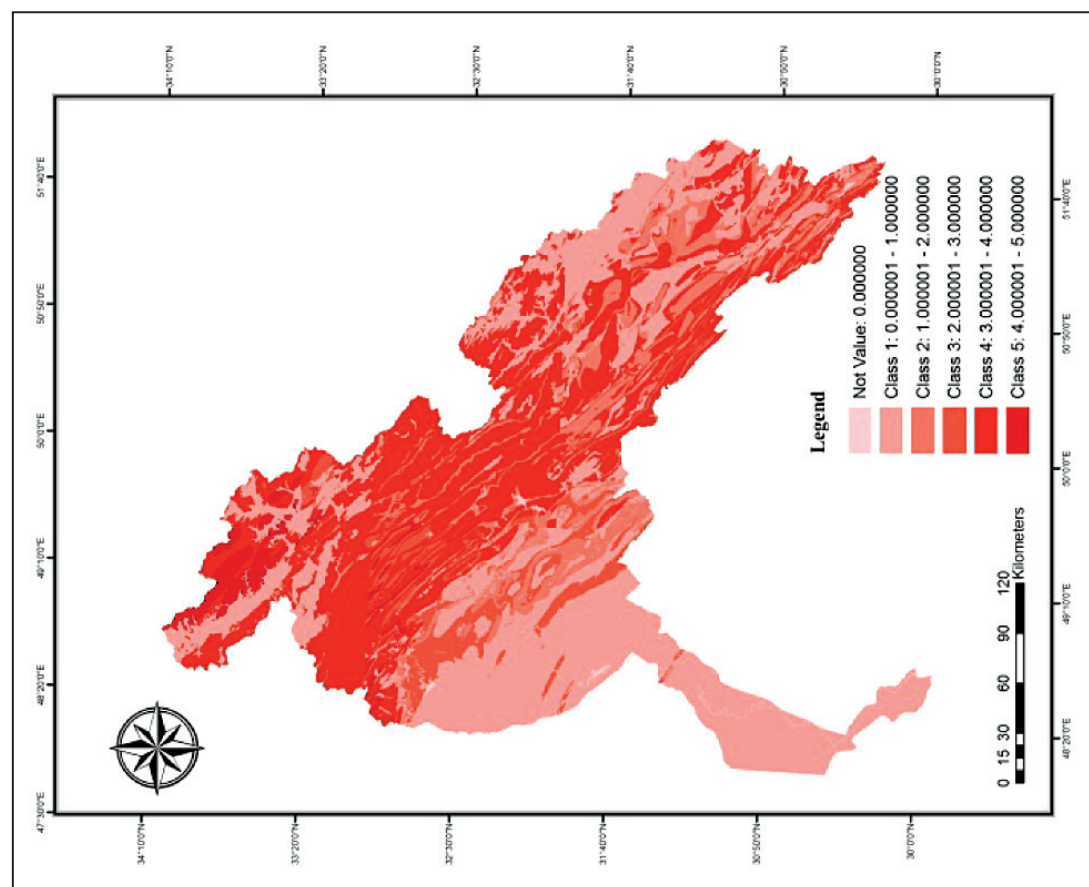
شکل ۲- گسل های اصلی زاگرس و محدود مورد مطالعه (Berberian, 1995).



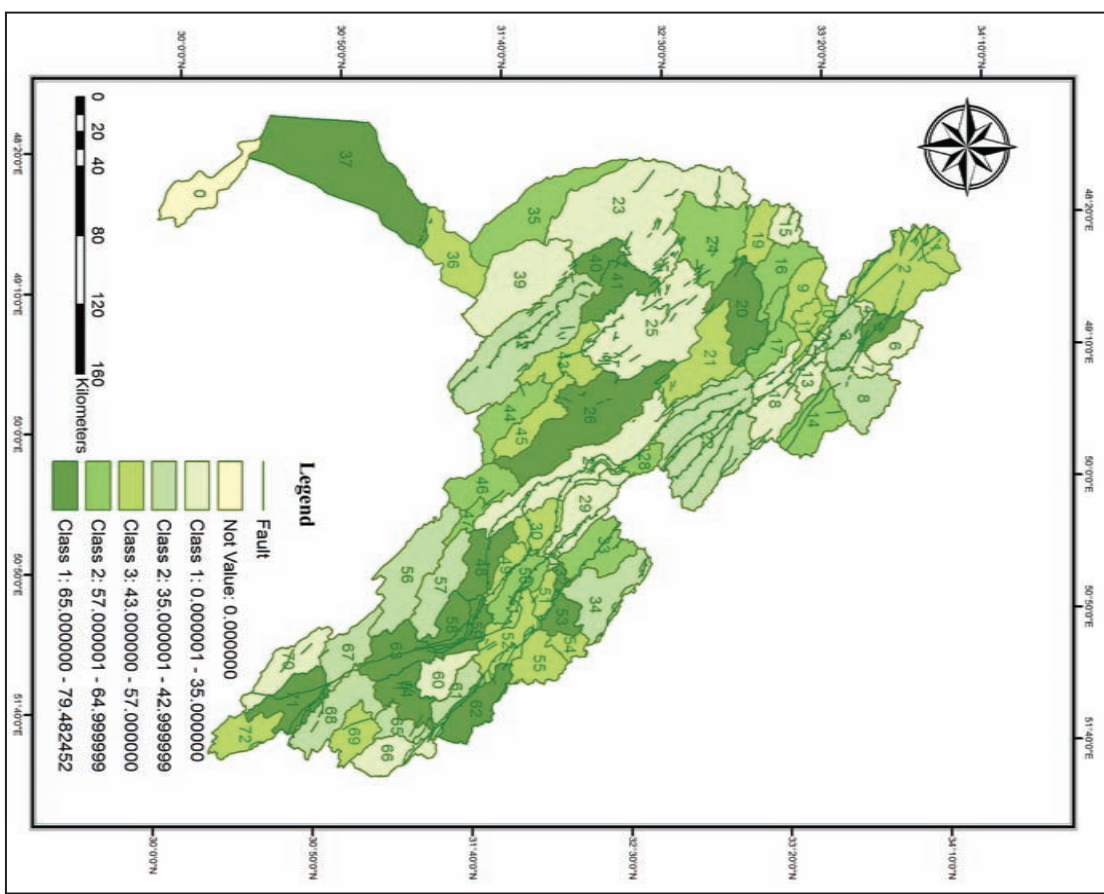
شکل ۳- زیر حوضه های رودخانه کارون بزرگ.



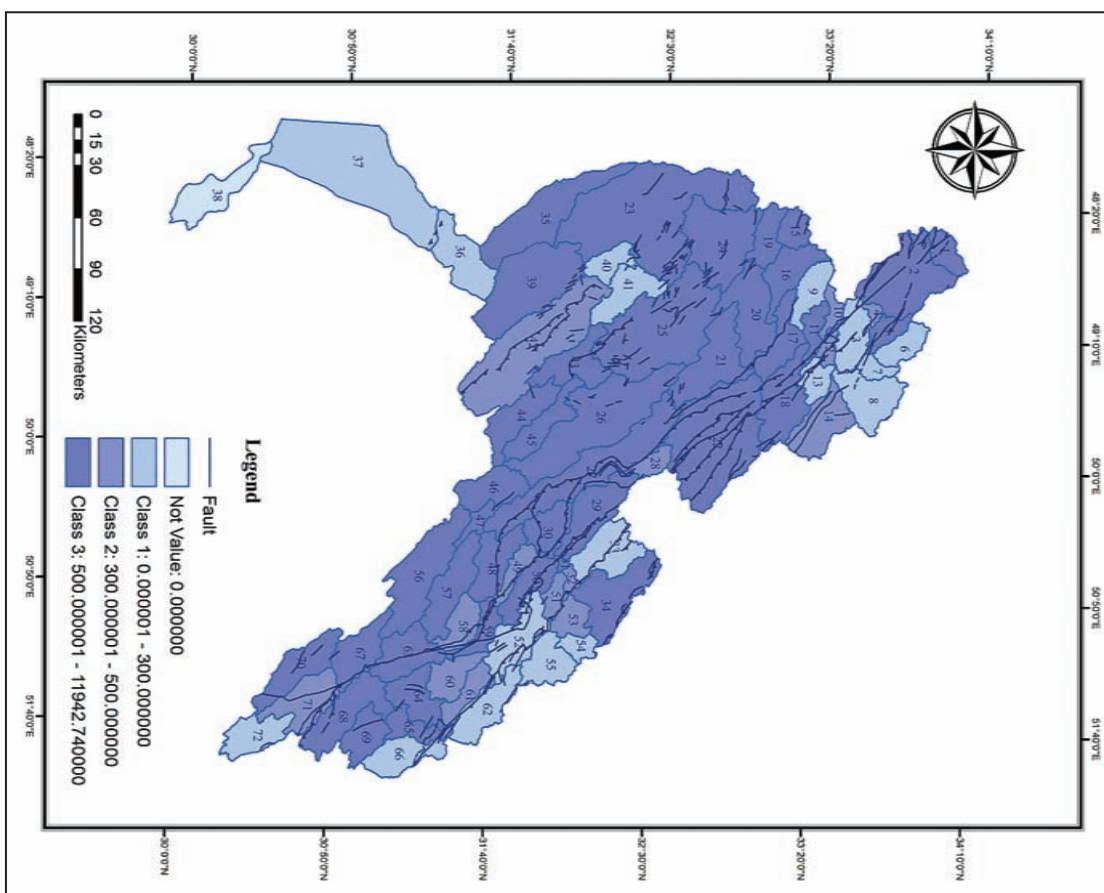
شکل ۴- نقشه مقاومت سنگ (معماریان، ۱۳۸۰).



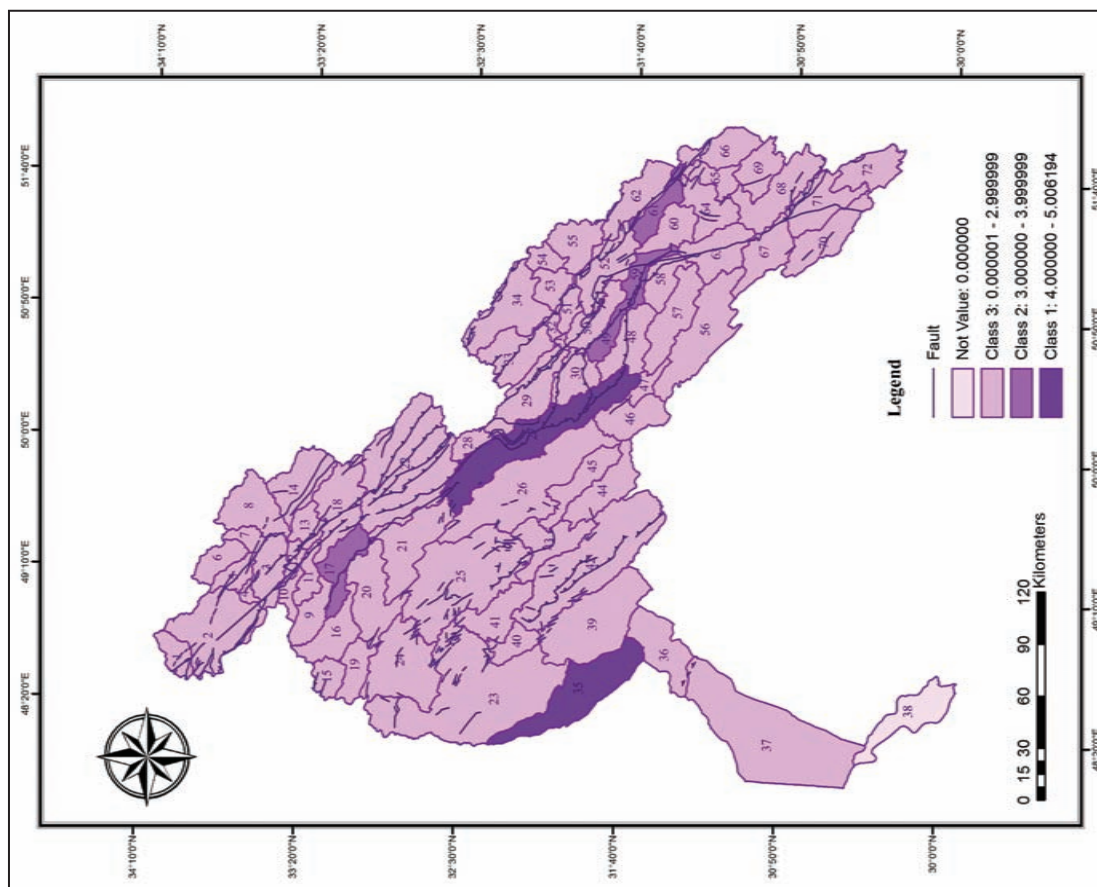
شکل ۵- نقشه مقاومت سنگ (Hamdouni et al., 2008).



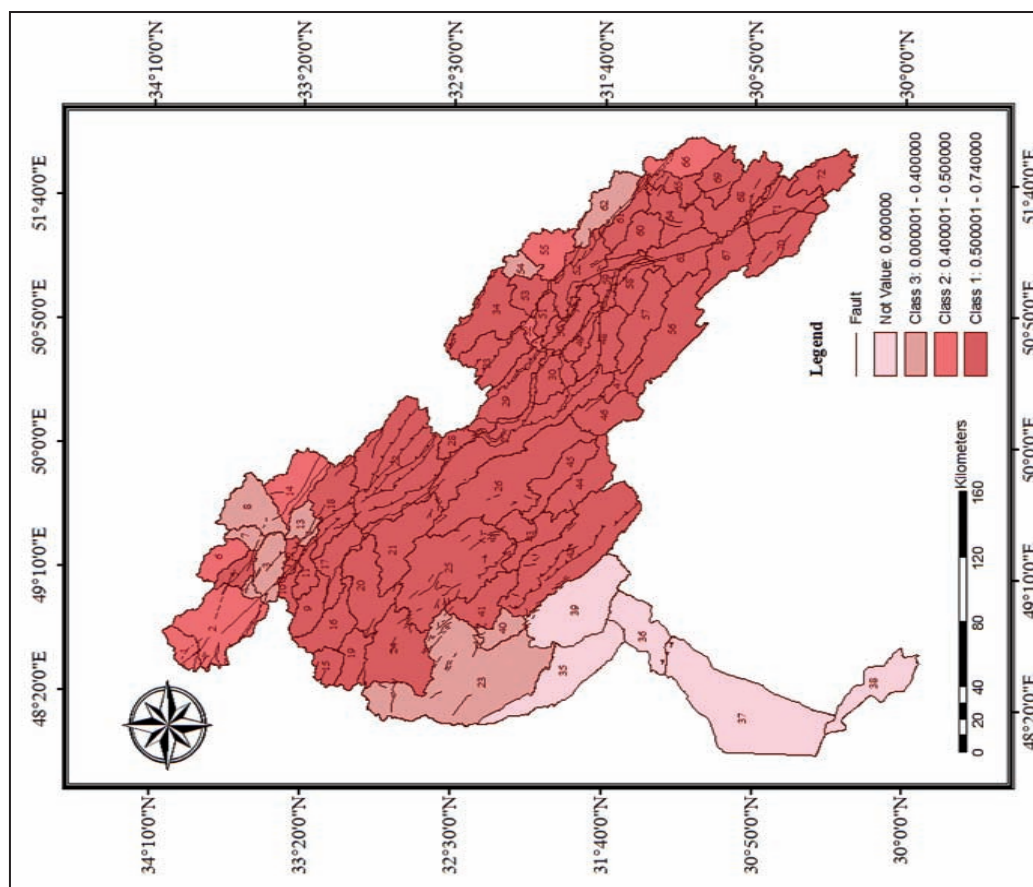
شکل ۷- نقشه شاخص AI حوضه آبریز کارون بزرگ.



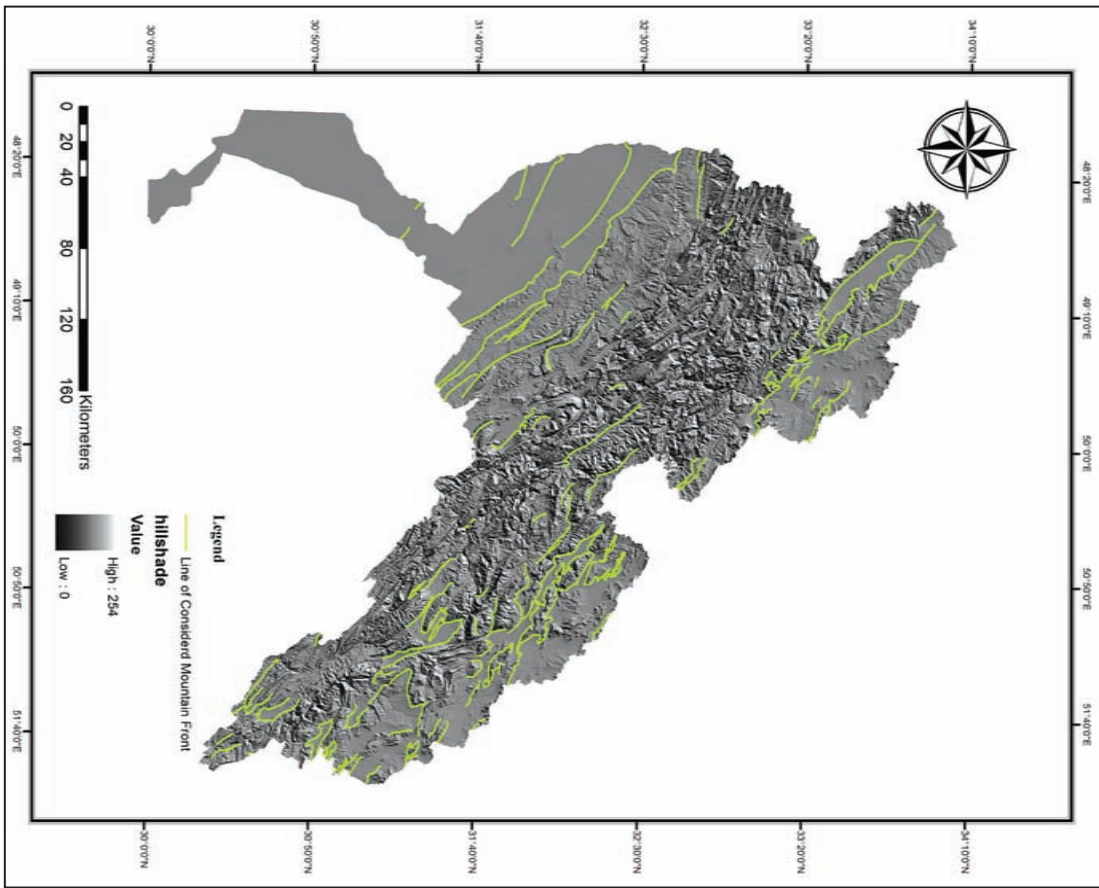
شکل ۸- نقشه شاخص SL و مقاومت زمین شناسی در حوضه آبریز کارون بزرگ.



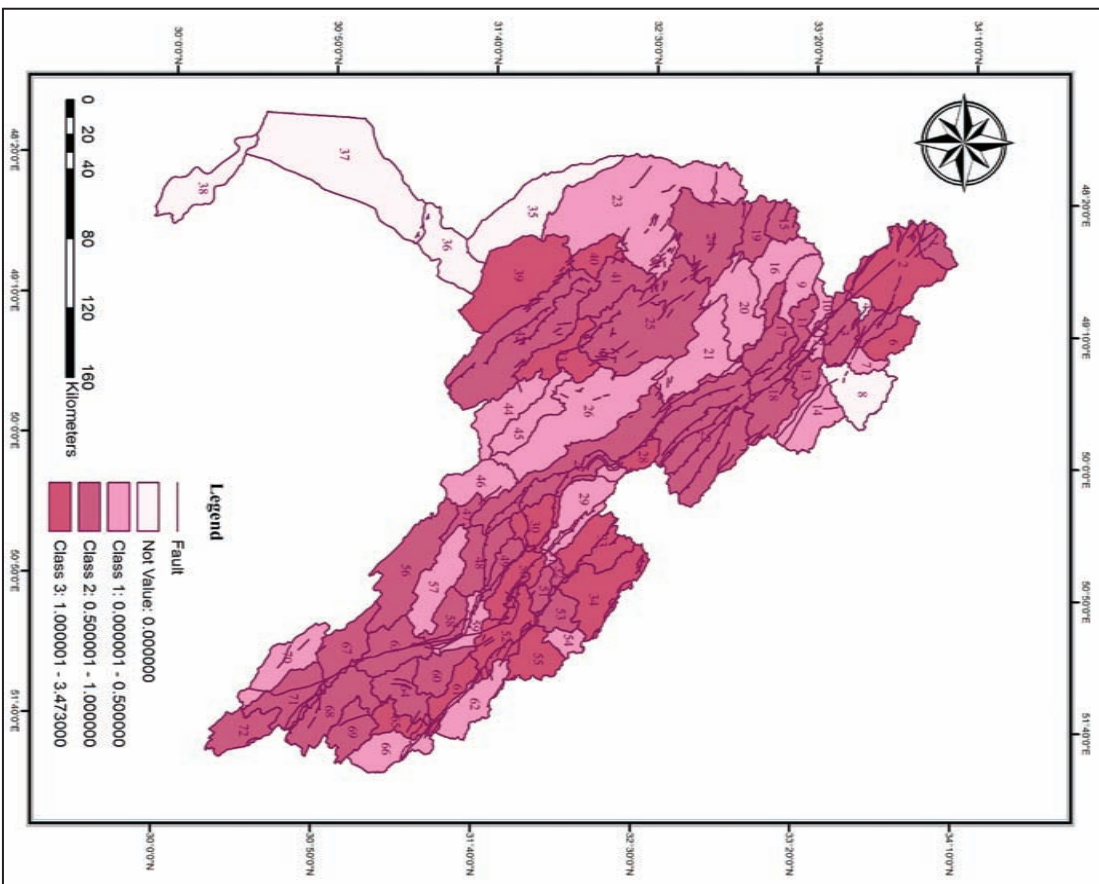
شکل ۸- نقشه شاخص BS حوضه آبریز کارون بزرگ.



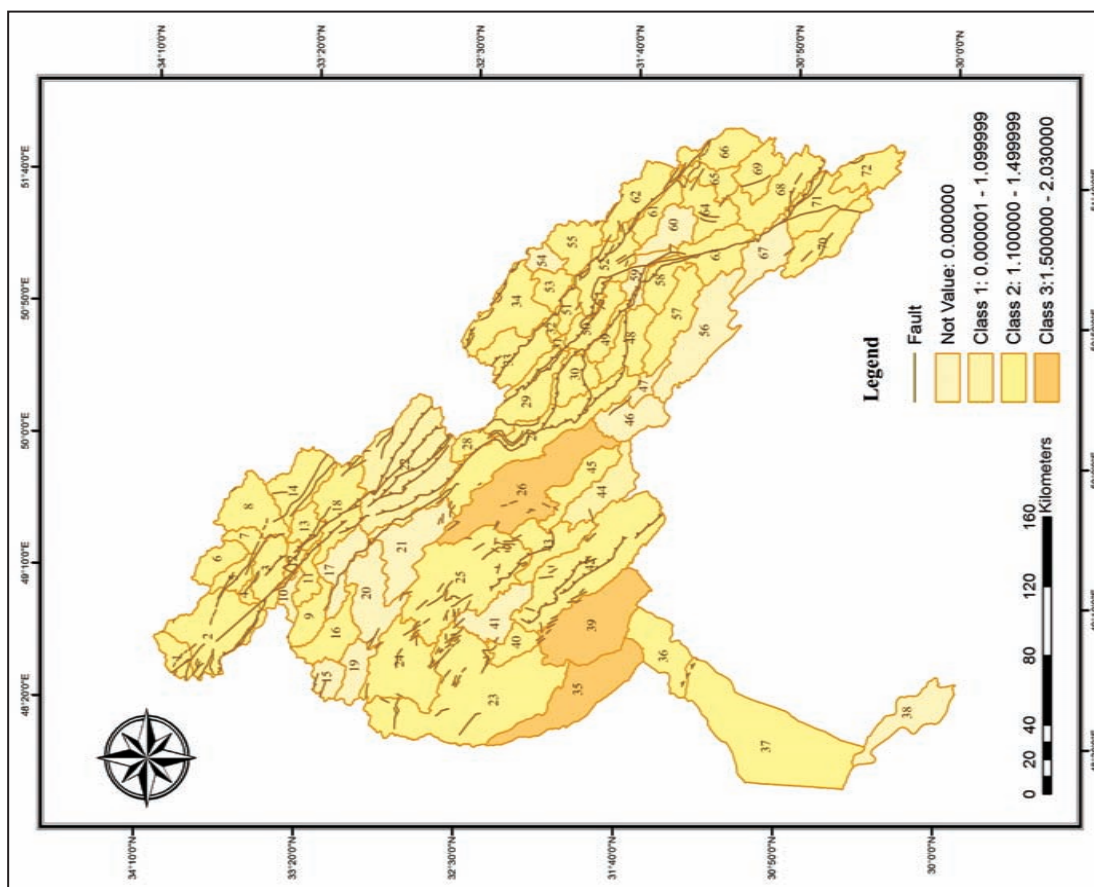
شکل ۹- نقشه شاخص انکزال ارتفاع سنجی.



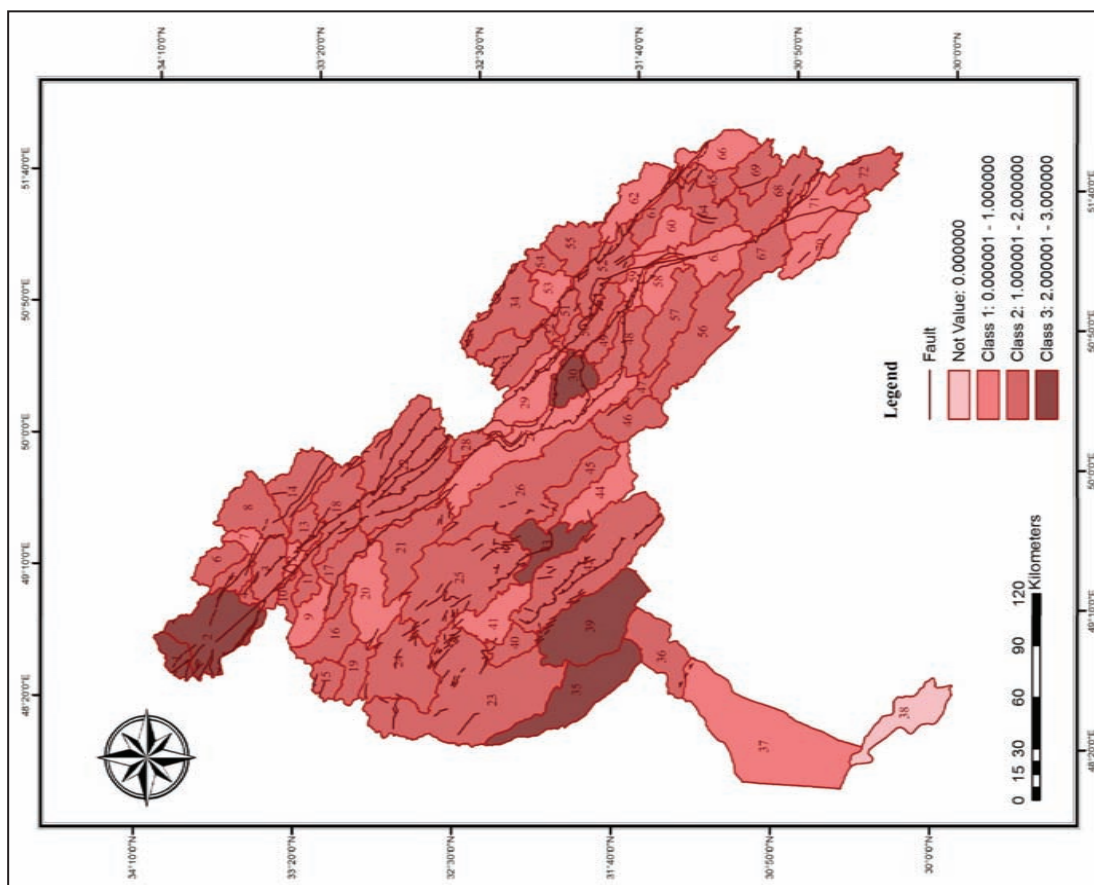
شکل ۱۱- موقعیت نقاط برداشت S_{int} .



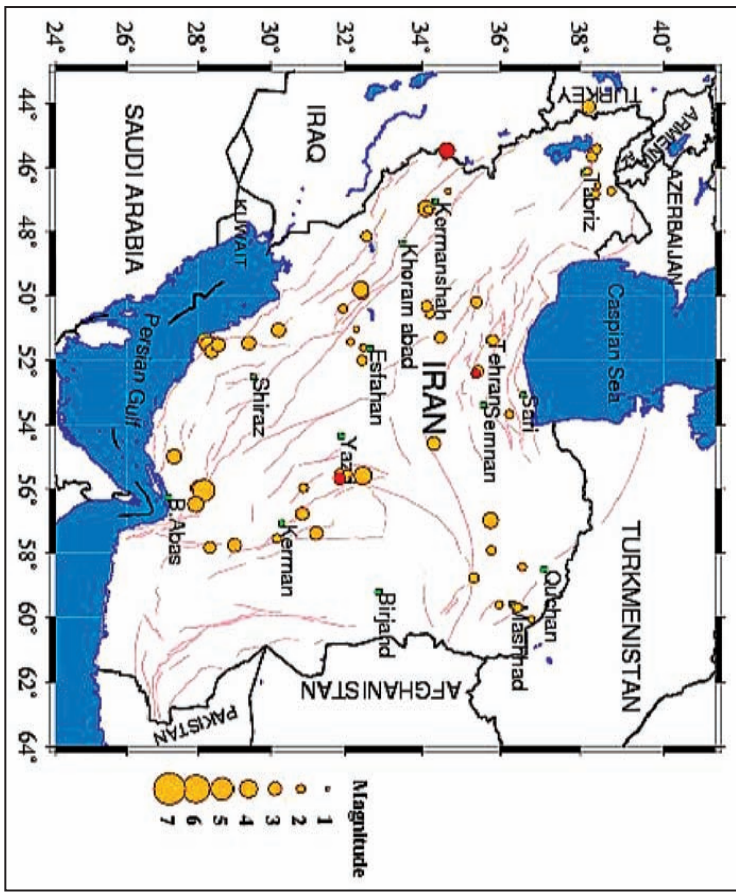
شکل ۱۰- تقسیمه شانس ۷ حوزه آبریز کارون بزرگ.



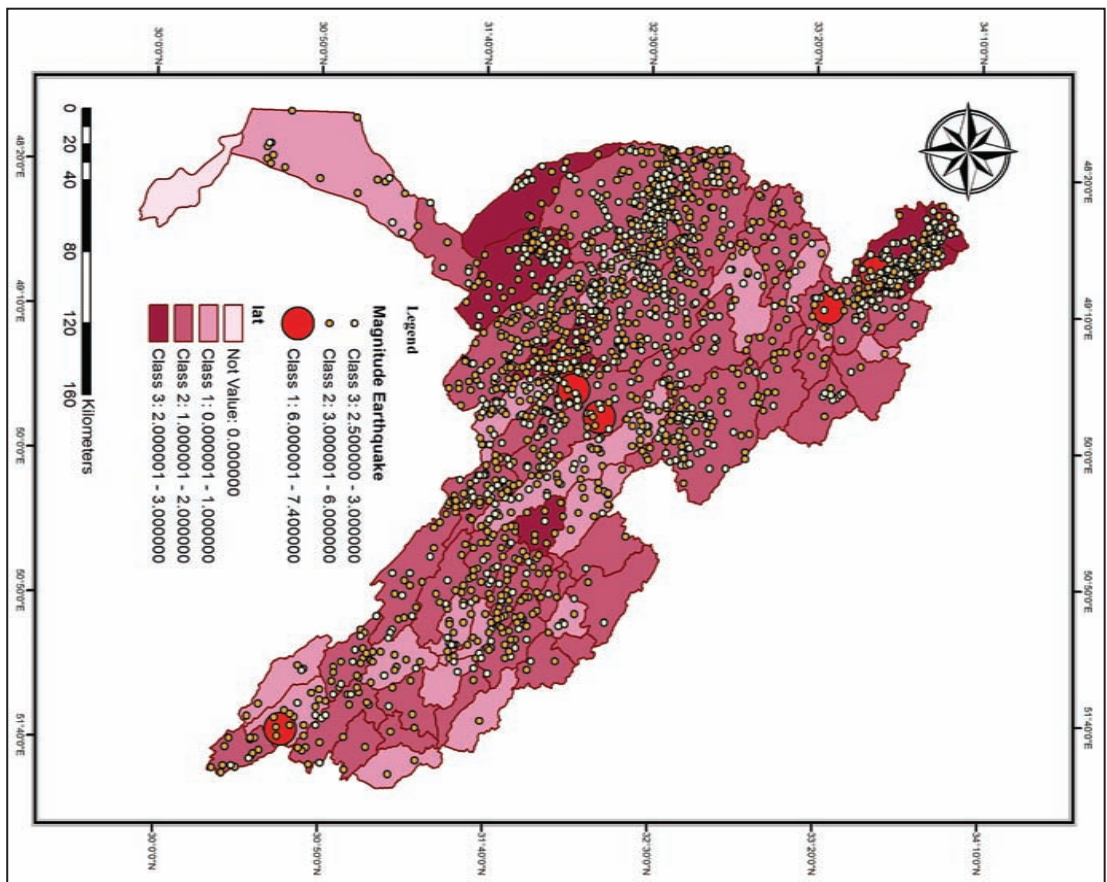
شکل ۱۲- نقشه شاخص Smf حوضه آبریز کارون بزرگ.



شکل ۱۳- نقشه تصحیح شده پهنه‌بندی نسبی زمین‌ساختی حوضه آبریز کارون بزرگ به تفکیک حوضه‌ها.



شکل ۱۵- نقشه ۹۰ رخداد زمین لرزه اخیر در ایران.



شکل ۱۴- تطابق نقشه تصحیح شده بجهت بندی نسبی زمین ساختی حوضه آبریز کارون بزرگ با رخدادهای زمین لرزه در زاگرس.

جدول ۱- شاخص طول جریان رود به شیب رود برای زیرحوضه‌ها.

Subbasin	SL	Subbasin	SL	Subbasin	SL
۱	۸۰۶/۰۹	۲۵	۵۳۵۵/۶۱	۴۹	۳۹۰/۷۱
۲	۵۴۵/۳۳	۲۶	۵۳۵۴/۴۱	۵۰	۹۹۰/۳۴
۳	۲۵۷/۸۸	۲۷	۴۷۸۴/۱۰	۵۱	۳۲۴/۲۵
۴	۳۱۷/۲۲	۲۸	۳۸۰/۸۹	۵۲	۲۷۸/۳۹
۵	۵۰۴/۸۹	۲۹	۹۲۳/۶۳	۵۳	۴۳۹/۷۴
۶	۱۷۷/۴۵	۳۰	۲۰۱۸/۶۵	۵۴	۱۰۶/۷۴
۷	۲۳۳/۵۳	۳۱	۱۲۵۹/۹۰	۵۵	۲۱۴/۱۵
۸	۲۸۲/۷۴	۳۲	۳۸۳/۳۳	۵۶	۱۱۹۴۲/۷۴
۹	۲۴۵/۳۰	۳۳	۲۲۰/۶۹	۵۷	۷۴۴۷/۷۴
۱۰	۴۱۲/۶۶	۳۴	۶۰۱/۵۱	۵۸	۴۶۷/۳۱
۱۱	۶۷۸۲/۵۳	۳۵	۲۷۶۸/۳۱	۵۹	۷۰۱/۸۸
۱۲	۳۶۴/۲۰	۳۶	۱۹۷/۵۲	۶۰	۳۲۱/۱۹
۱۳	۱۳۸/۸۲	۳۷	۱۶/۹۴	۶۱	۳۲۴/۹۶
۱۴	۴۸۲/۰۰	۳۸	*	۶۲	۲۷۴/۴۶
۱۵	۵۳۳/۸۹	۳۹	۶۱۵/۹۸	۶۳	۱۹۱۵/۶۵
۱۶	۷۹۲/۶۴	۴۰	۱۸۵/۱۷	۶۴	۲۳۲۸/۸۶
۱۷	۸۲۷/۲۵	۴۱	۸۷/۵۸	۶۵	۵۴۲/۵۳
۱۸	۷۵۶/۲۹	۴۲	۳۵۰/۳۱	۶۶	۱۷۸/۸۶
۱۹	۱۲۵۲/۳۲	۴۳	۲۵۵۵/۵۷	۶۷	۲۳۸۲/۶۴
۲۰	۹۶۵۲/۷۴	۴۴	۱۰۹۲/۲۱	۶۸	۱۳۱۰/۶۱
۲۱	۲۵۵۳/۰۹	۴۵	۹۱۳/۳۸	۶۹	۳۲۴۹/۳۴
۲۲	۷۷۸۶/۵۱	۴۶	۱۰۷۲/۶۹	۷۰	۲۱۳۲/۵۷
۲۳	۸۰۵/۷۰	۴۷	۱۰۸۶/۵۱	۷۱	۴۰۴/۲۱
۲۴	۶۶۴۷/۹۵	۴۸	۲۸۰۳/۵۸	۷۲	۲۷۰/۴۲

جدول ۲- شاخص فاکتور تقارن توپوگرافی برای هر زیرحوضه.

Subbasin	Af	Subbasin	Af	Subbasin	Af
۱	۴۳/۲۵	۲۵	۳۴/۴۴	۴۹	۵۱/۳۷
۲	۴۶/۵۹	۲۶	۷۹/۴۸	۵۰	۶۰/۲۵
۳	۳۸/۷۵	۲۷	۳۴/۸۶	۵۱	۴۷/۲۰
۴	۳۱/۲۸	۲۸	۵۷/۷۹	۵۲	۵۱/۲۲
۵	۷۸/۳۴	۲۹	۳۰/۷۳	۵۳	۶۸/۱۹
۶	۳۰/۵۶	۳۰	۴۶/۴۱	۵۴	۴۶/۲۰
۷	۱۷/۹۷	۳۱	۳۹/۲۲	۵۵	۵۳/۷۸
۸	۳۵/۶۸	۳۲	۷۰/۷۷	۵۶	۳۶/۵۱
۹	۴۵/۹۴	۳۳	۶۳/۳۰	۵۷	۳۹/۴۷
۱۰	۵۱/۷۱	۳۴	۴۲/۷۸	۵۸	۷۲/۲۲
۱۱	۴۸/۴۵	۳۵	۵۷/۰۰	۵۹	۶۸/۹۶
۱۲	۲۹/۳۱	۳۶	۵۶/۲۲	۶۰	۱۴/۹۲
۱۳	۲۲/۵۲	۳۷	۷۱/۴۴	۶۱	۴۲/۷۷
۱۴	۵۷/۱۶	۳۸	*	۶۲	۶۸/۶۸
۱۵	۳۳/۹۸	۳۹	۲۶/۲۸	۶۳	۷۸/۳۹
۱۶	۵۸/۳۰	۴۰	۶۵/۱۸	۶۴	۶۷/۴۰
۱۷	۶۲/۹۹	۴۱	۷۳/۷۶	۶۵	۳۵/۲۲
۱۸	۱۹/۹۰	۴۲	۳۸/۹۰	۶۶	۱۶/۶۵
۱۹	۵۶/۵۶	۴۳	۵۴/۲۹	۶۷	۴۰/۹۰
۲۰	۷۲/۲۶	۴۴	۶۲/۴۰	۶۸	۴۲/۴۷
۲۱	۵۳/۵۳	۴۵	۵۵/۵۲	۶۹	۴۶/۹۳
۲۲	۳۷/۰۶	۴۶	۵۸/۳۹	۷۰	۲۹/۵۲
۲۳	۲۸/۹۱	۴۷	۵۹/۱۴	۷۱	۷۱/۸۷
۲۴	۶۰/۱۲	۴۸	۶۸/۰۷	۷۲	۵۲/۵۳

جدول ۳- شاخص شکل حوضه زهکشی برای هر زیرحوضه.

Subbasin	Bs	Subbasin	Bs	Subbasin	Bs
۱	۰/۸۵	۲۵	۱/۳۷	۴۹	۳/۴۱
۲	۱/۳۲	۲۶	۲/۷۹	۵۰	۱/۰۹
۳	۰/۸۴	۲۷	۵/۰۰	۵۱	۱/۱۱
۴	۱/۵۱	۲۸	۱/۵۶	۵۲	۱/۹۶
۵	۰/۹۰	۲۹	۲/۳۶	۵۳	۱/۱۸
۶	۲/۵۰	۳۰	۱/۳۹	۵۴	۱/۵۵
۷	۱/۷۸	۳۱	۱/۱۶	۵۵	۱/۳۵
۸	۱/۴۱	۳۲	۲/۱۲	۵۶	۲/۶۷
۹	۰/۵۸	۳۳	۱/۲۸	۵۷	۲/۳۲
۱۰	۱/۴۷	۳۴	۱/۰۸	۵۸	۱/۸۶
۱۱	۲/۱۳	۳۵	۴/۴۹	۵۹	۳/۱۷
۱۲	۲/۱۷	۳۶	۲/۸۳	۶۰	۰/۸۴
۱۳	۱/۲۹	۳۷	۲/۶۲	۶۱	۳/۰۰
۱۴	۱/۸۷	۳۸	*	۶۲	۱/۶۴
۱۵	۱/۱۷	۳۹	۱/۲۶	۶۳	۱/۲۶
۱۶	۱/۳۸	۴۰	۱/۹۳	۶۴	۱/۳۲
۱۷	۳/۶۳	۴۱	۱/۵۹	۶۵	۱/۵۰
۱۸	۱/۵۲	۴۲	۱/۳۰	۶۶	۰/۹۱
۱۹	۲/۱۴	۴۳	۱/۲۴	۶۷	۱/۷۱
۲۰	۱/۷۲	۴۴	۲/۵۶	۶۸	۲/۲۷
۲۱	۲/۱۸	۴۵	۲/۱۱	۶۹	۱/۵۲
۲۲	۲/۱۱	۴۶	۱/۱۰	۷۰	۱/۱۱
۲۳	۱/۹۶	۴۷	۰/۷۶	۷۱	۱/۷۸
۲۴	۱/۶۰	۴۸	۱/۰۸	۷۲	۱/۵۲

جدول ۴- انتگرال ارتفاع سنجی به دست آمده برای هر زیر حوضه.

SubBasin	(mean-min)/(max-min)	SubBasin	(mean-min)/(max-min)	SubBasin	(mean-min)/(max-min)
۱	۰/۴۳	۲۵	۰/۶۹	۴۹	۰/۵۹
۲	۰/۴۱	۲۶	۰/۶۶	۵۰	۰/۵۳
۳	۰/۳۴	۲۷	۰/۵۸	۵۱	۰/۶۱
۴	۰/۱۴	۲۸	۰/۵۶	۵۲	۰/۶۰
۵	۰/۵۱	۲۹	۰/۵۶	۵۳	۰/۵۸
۶	۰/۴۹	۳۰	۰/۵۹	۵۴	۰/۲۴
۷	۰/۳۴	۳۱	۰/۴۳	۵۵	۰/۴۴
۸	۰/۲۸	۳۲	۰/۴۷	۵۶	۰/۵۷
۹	۰/۵۵	۳۳	۰/۶۰	۵۷	۰/۵۹
۱۰	۰/۵۷	۳۴	۰/۶۲	۵۸	۰/۵۸
۱۱	۰/۵۸	۳۵	*	۵۹	۰/۵۵
۱۲	۰/۶۱	۳۶	*	۶۰	۰/۵۴
۱۳	۰/۲۹	۳۷	*	۶۱	۰/۵۹
۱۴	۰/۴۶	۳۸	*	۶۲	۰/۳۲
۱۵	۰/۵۷	۳۹	*	۶۳	۰/۶۵
۱۶	۰/۵۸	۴۰	۰/۰۲	۶۴	۰/۵۵
۱۷	۰/۵۶	۴۱	۰/۷۳	۶۵	۰/۵۰
۱۸	۰/۵۹	۴۲	۰/۶۱	۶۶	۰/۴۵
۱۹	۰/۶۱	۴۳	۰/۶۴	۶۷	۰/۶۶
۲۰	۰/۶۰	۴۴	۰/۷۴	۶۸	۰/۶۲
۲۱	۰/۶۰	۴۵	۰/۷۲	۶۹	۰/۵۴
۲۲	۰/۵۳	۴۶	۰/۵۸	۷۰	۰/۵۵
۲۳	۰/۱۹	۴۷	۰/۶۰	۷۱	۰/۶۵
۲۴	۰/۶۵	۴۸	۰/۵۹	۷۲	۰/۵۴

جدول ۵- شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره برای هر زیر حوضه.

Subbasin	V_f	Subbasin	V_f	Subbasin	V_f
۱	۰/۶۵۵	۲۵	۰/۵۰۳	۴۹	۰/۶۸۲
۲	۱/۰۷۲	۲۶	۰/۳۶۰	۵۰	۱/۴۲۸
۳	۰/۸۰۸	۲۷	۰/۶۵۷	۵۱	۰/۶۲۶
۴	*	۲۸	۲/۱۴۸	۵۲	۱/۰۵۰
۵	۰/۶۵۶	۲۹	۰/۳۷۱	۵۳	۰/۷۷۸
۶	۱/۴۱۰	۳۰	۱/۴۷۴	۵۴	۰/۳۳۵
۷	۰/۴۱۴	۳۱	۰/۲۹۳	۵۵	۱/۶۴۶
۸	*	۳۲	۰/۸۴۹	۵۶	۰/۶۴۸
۹	۰/۳۱۵	۳۳	۱/۵۶۰	۵۷	۰/۴۸۹
۱۰	۰/۱۹۵	۳۴	۳/۴۷۳	۵۸	۰/۷۴۷
۱۱	۰/۸۷۳	۳۵	*	۵۹	۰/۳۹۹
۱۲	۰/۳۶۳	۳۶	*	۶۰	۰/۶۹۷
۱۳	۰/۸۲۶	۳۷	*	۶۱	۱/۰۴۹
۱۴	۰/۳۵۳	۳۸	*	۶۲	۰/۲۴۰
۱۵	۰/۶۸۶	۳۹	۱/۱۷۸	۶۳	۰/۶۱۱
۱۶	۰/۳۸۳	۴۰	۲/۳۳۸	۶۴	۰/۶۹۳
۱۷	۰/۹۵۷	۴۱	۰/۶۵۸	۶۵	۲/۰۰۰
۱۸	۰/۸۵۴	۴۲	۰/۶۲۲	۶۶	۰/۳۹۲
۱۹	۰/۸۳۴	۴۳	۱/۰۲۸	۶۷	۰/۷۵۳
۲۰	۰/۴۷۷	۴۴	۰/۳۳۴	۶۸	۰/۷۱۱
۲۱	۰/۳۶۷	۴۵	۰/۴۹۰	۶۹	۰/۶۸۱
۲۲	۰/۵۱۷	۴۶	۰/۴۲۰	۷۰	۰/۴۷۰
۲۳	۰/۴۵۹	۴۷	۰/۷۶۶	۷۱	۰/۵۵۶
۲۴	۰/۵۸۵	۴۸	۰/۸۹۲	۷۲	۰/۶۹۶

جدول ۶- مقدار میانگین سینوسیته به دست آمده برای زیر حوضه ها.

Subbasin	S_{mf}	Subbasin	S_{mf}	Subbasin	S_{mf}
۱	۱/۳۲	۲۵	۱/۲۸	۴۹	۱/۲۴
۲	۱/۲۸	۲۶	۱/۶۵	۵۰	۱/۲۵
۳	۱/۳۳	۲۷	۱/۲۱	۵۱	۱/۲۴
۴	۱/۲۷	۲۸	۱/۴۷	۵۲	۱/۱۸
۵	۱/۲۷	۲۹	۱/۳۰	۵۳	۱/۲۶
۶	۱/۴۰	۳۰	۱/۴۱	۵۴	*
۷	۱/۳۳	۳۱	۱/۲۹	۵۵	۱/۱۹
۸	۱/۴۷	۳۲	۱/۳۲	۵۶	*
۹	۱/۲۷	۳۳	۱/۲۷	۵۷	۱/۲۳
۱۰	*	۳۴	۱/۲۱	۵۸	۱/۲۰
۱۱	۱/۱۸	۳۵	۲/۰۳	۵۹	۱/۱۷
۱۲	۱/۲۹	۳۶	۱/۲۷	۶۰	*
۱۳	۱/۳۴	۳۷	۱/۳۴	۶۱	۱/۱۹
۱۴	۱/۳۹	۳۸	*	۶۲	۱/۱۵
۱۵	*	۳۹	۱/۶۰	۶۳	۱/۲۸
۱۶	۱/۲۶	۴۰	۱/۳۸	۶۴	۱/۲۱
۱۷	*	۴۱	*	۶۵	۱/۳۰
۱۸	۱/۲۷	۴۲	۱/۳۴	۶۶	۱/۲۱
۱۹	*	۴۳	۱/۳۱	۶۷	*
۲۰	*	۴۴	۱/۰۹	۶۸	۱/۲۲
۲۱	*	۴۵	۱/۲۲	۶۹	۱/۱۶
۲۲	۱/۰۳	۴۶	*	۷۰	۱/۱۶
۲۳	۱/۳۶	۴۷	*	۷۱	۱/۲۵
۲۴	۱/۳۴	۴۸	۱/۲۷	۷۲	۱/۲۰

کتابنگاری

- آقاباتی، س.ع.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۰۶.
 پایگاه ملی داده‌های علوم زمین
 علایی طالقانی، م.، ۱۳۸۴- ژئومورفولوژی ایران، تهران، نشر قومس، ص. ۱۵۵ - ۱۷۲.
 معماریان، ح.، ۱۳۸۰- زمین‌شناسی برای مهندسين، دانشگاه تهران، ص. ۴۹ - ۱۲۶.

References

- Berberian, M., 1995-Tectonophysics, P. 193-224, 24.
 Bull, W. B. & McFadden, L. D., 1977- Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. In: Doehring, D. O (eds), Geomorphology in Arid Regions. Proceedings of the Eighth Annual Geomorphology Symposium. State University of New York, Binghamton, pp. 115-138.
 Cannon, P. J., 1976- Generation of explicit parameters for a quantitative geomorphic study of Mill Creek drainage basin. Oklahoma Geology Notes, 36(1), 3-16.
 EL Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernandez, T., Chacon, J. & Keller, E. A., 2008- Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (southern Spain). Geomorphology. No.96, pp.150-173.
 Hack, J. T., 1973- Stream-profiles analysis and stream-gradient index. Journal of Research of the U.S. Geological Survey 1 (4), 421-429.
 Hare, P. H. & Gardner, T. W. M., 1985- Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins, Nicoya Peninsula, Costa Rica, In Tectonic Geomorphology, Morisawa, M, Hach, J. T (eds). Allen and Unwin, Boston, 75-104.
 Keller, E. A. & Pinter, N., 2002- Active tectonics, Earthquakes, Uplift and Landscape. Prentice Hall: New Jersey.
 Keller, E. A., 1986- Investigation of active tectonics: use of surficial Earth processes. In: Wallace, R.E. (Ed), Active tectonics, Studies in Geophysics. National Academy Press, Washington, DC, pp. 136-147.
 Mayer, L., 1990- Introduction to Quantitative Geomorphology. Prentice Hall, Englewood, Cliffs, NJ.
 Pike, R. J. & Wilson, S. E., 1971- Elevation-relief ratio, hypsometric integral and geomorphic area-altitude analysis. Geological Society of America Bulletin, 82, 1079-1084.
 Ramírez-Herrera, M. A., 1998- Geomorphic assessment of active tectonics in the AcambayGraben, Mexican volcanic belt. Earth Surface Processes and Landforms, 23, 317-332.
 Rockwell, T. K., Keller, E. A. & Johnson, D. L., 1985- Tectonic geomorphology of alluvial fans and mountain 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.
 Silva, P. G., Goy, J. L., Zazo, C. & Bardajm, T., 2003- Fault generated mountain fronts in Southeast Spain: geomorphologic assessment of tectonic and earthquake activity. Geomorphology ,250, 203-226.
 Strahler, A. N., 1952- Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin ,63, 1117-1142.
 Vernant, P. & Chery, J., 2006- low fault friction in Iran implies localized deformation for the Arabia-Eurasia collision zone; Earth and planetary science, Letters 246, 197-206.

Active Tectonics of Great Karoun River Basin

A. Khodabakhshnezhad ^{1*}, M. Pourkermani ², M. Arian ³, A. A. Matkan ⁴ & A. Charchi ⁵

¹ Ph.D., Department of Geology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

² Professor, Department of Geology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

³ Associate Professor, Department of Geology, Islamic Azad University, Science & Research Campus, Tehran, Iran

⁴ Associate Professor, Department of GIS, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

⁵ Assistant Professor, Department of Geology, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran

Received: 2013 May 19

Accepted: 2013 August 14

Abstract

Geomorphic indices of active tectonics are useful tools to analyze the influence of active tectonics in an area. These indices have the advantage of being calculated using ArcGIS and RS (Remote Sensing) packages over large areas as a reconnaissance tool to identify geomorphic anomalies possibly related to active tectonics. This is particularly valuable in Great Karoun River Basin of Zagros, where relatively little work on active tectonics based on this method was done. The study area in central Zagros fold- thrust-belt of the southwestern Iran is an area with NW-SE oriented structures provides an ideal location for testing the concept of an index to predict relative tectonic activity on a basis of river system or mountain front. Based upon values of the stream length-gradient index (SL), drainage basin asymmetry (Af), hypsometric integral (Hi), ratio of valley-floor width to valley height (Vf), index of drainage basin shape (Bs), and index of mountain front sinuosity (Smf), overall index as index of relative active tectonic (Iat) was resulted that is a combination of the other indices. This indices are used to divide the landscape into four classes of relative tectonic activity. After measuring indices it is concluded that this part of the Zagros zone has variable rates of active tectonics. Based on corrected Iat values, the study area was divided into three parts: class 1 (very high relative tectonic activity, 24% in area; such as some parts of the east and central zone where Main Zagros Reverse Fault and Dezful embayment fault have the most influence); class 2 (high relative tectonic activity, 63% in area; such as most parts of the area in east, west, north and center where action of faults are lower than the previous class); class 3 (moderate, 10% in area; such as most parts of the area in north and south where action of faults are the lowest). Therefore, we don't have class 4 in this area, and 1% of basin is not measured for the indices because it is located in coastal plain of Khuzestan.

Keywords: Geomorphic Indices of Active Tectonics, Drainage Basin, Asymmetry, Great Karoun River Basin, Zagros.

For Persian Version see pages 13 to 28

*Corresponding author: A. Khodabakhshnezhad; E-mail: azarkhodabakhsh@yahoo.com