فصلنامه زمین ساخت
بهار 1397، سال دوم، شماره 5

بررسی تکتونیک فعال شمال شهرستان اسفراین با استفاده ازشواهد مورفولوژیکی و شاخص‌های مورفوتکتونیکی

غلامرضا مقامی مقیم [1*]
استادیار دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان.

تاریخ دریافت: 1396/03/20
تاریخ پذیرش: 1396/12/25

چکیده

شهرستان اسفراین در دامنه‌های جنوبی کوه‌های آلاداغ در شمال خاوری ایران قرار دارد. قسمت‌های شمالی این شهرستان فعالیت‌های شدید تکتونیکی را تجربه می‌کند. به دلیل تراکم بالای جمعیت و نزدیکی به شهر بجنورد مرکز استان خراسان شمالی، مطالعه فعالیت‌های تکتونیکی این منطقه یک ضرورت محسوب می‌شود. مطالعه تکتونیک این منطقه در دو بخش شواهد مورفولوژیکی و شاخص‌های مورفوتکتونیکی و با هدف کاربرد در پروژه‌های عمرانی انجام شد که بر اساس شواهد مورفولوژیکی وقوع زمین لرزه‌های متعدد، جابجایی در سازندهای زمین‌شناسی و تغییر در جهت گسل‌ها همه موید این است که منطقه در ردیف مناطق فعال تکتونیکی قرار می‌گیرد همچنین از نظر مطالعات مورفوتکتونیکی نیز از چند شاخص مورفوتکتونیکی استفاده شد و مقادیر آن برای ضریب گراویلیوس [2] 1/99، برای شاخص‌های نسبت عرض دره‌ها به ارتفاع آنها(vf) 0/938، برای پیچ و خم جبهه کوهستان(smf)1/38، برای ضریب تاب برداشتگی حوضه(A_f) 54/28، برای شاخص سینوسی رودخانه(s) 1/29و برای شاخص ارزیابی نسبی فعالیّت‌های تکتونیکی(Iat) 1/41 بدست آمد که براساس نتایج حاصل از تمام این شاخص‌ها منطقه در ردیف مناطق فعال تکتونیکی قرار می‌گیرد. همچنین مطالعات نشان داد از نظر فعالیت‌های تکتونیکی حوضه بیدواز در مرکز و حوضه روئین در باختر حرکات شدید تکتونیکی و حوضه کال ولایت در خاور منطقه حرکات آرامتری را تجربه می‌نماید.

کلیدواژگان: مورفوتکتونیک، شهرستان اسفراین، تکتونیک فعال، شواهد مورفولوژیکی

* نویسنده مسئول، maghami@du.ac.ir

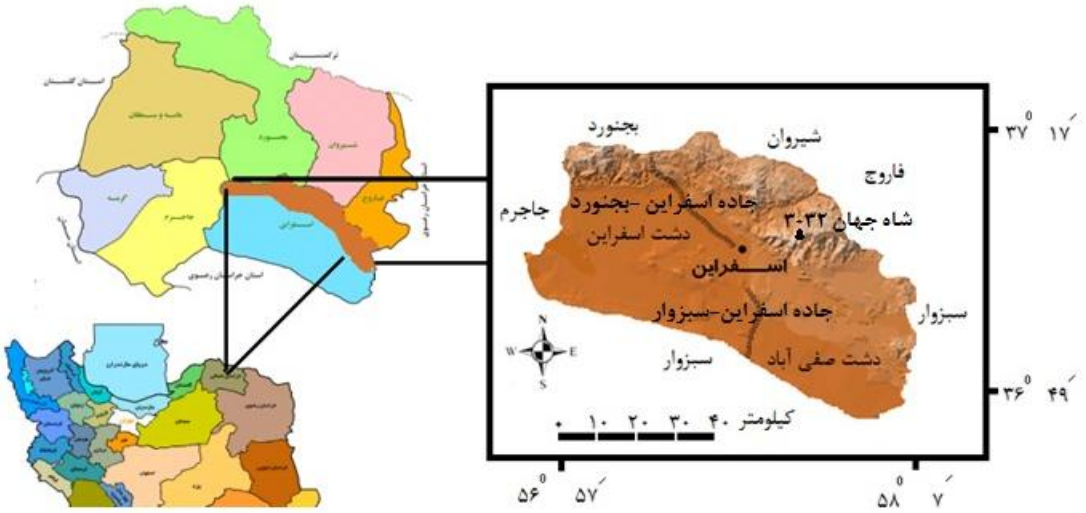
مقدمه

شهرستان اسفراین یکی از شهرستان های استان خراسان شمالی است که در دامنه‌های جنوبی کوه‌های آلاداغ واقع شده است. شواهدی چون زمین لرزه های مکرر، حرکات دامنه‌ای، انحراف رودخانه‌ای و جابجایی سازندهای زمین‌شناسی این فرض را در ذهن تداعی می کندکه شمال این شهرستان در ردیف مناطق فعال تکتونیکی ایران قرار دارد. امروزه به دلیل تأثیر فعالیت‌های تکتونیکی در جوانب مختلف زندگی‌انسان، این فعالیت‌ها در صدر توجه محققان قرار گرفته است. از مهمترین این مطالعات می‌توان به مطالعات کارتوژان[1] در ایتالیا اشاره نمود وی فعالیّت‌های تکتونیکی حوضه آبریز رودخانه تامارو[2] را با استفاده‌از شاخص‌های مورفوتکتونیکی مورد مطالعه قرار داد و این حوضه را یکی از حوضه‌های فعال تکتونیکی ایتالیا معرفی کرد(Cartojan ,2014:217).

همچنین سارما[3] (2015) مورفوتکتونیک حوضه آبریز برهماپوترا درتبت را بر اساس شاخص‌های smf,Af و vf. مورد مطالعه قرار داد و به این نتیجه رسید که فعالیت‌های تکتونیکی در شمال این حوضه بیشتر از قسمت‌های دیگر آن است. بالی[4] تکتونیک فعال در دره مادوماتی را در جنوب خاوری کشمیر مطالعه و این حوضه را از نظر تکتونیکی یک حوضه فعال برآورد نمود(Bali , 2016). در ایران نیز در این زمینه مطالعات زیادی انجام شده که از جدیدترین آنها می‌توان به مطالعات یمانی در حوضه نچی در مریوان اشاره نمود در این مطالعه، این حوضه از نظر تکتونیکی فعال شناخته شده که آثار این فعالیت‌ها در قسمت شمالی این حوضه نمود بیشتری دارد(یمانی،22،1393). عابدینی فعالیّت‌های تکتونیکی را در حوضه مشکین چای، از طریق شاخص‌های ژئومورفولوژیکی بررسی و به این نتیجه رسید که این حوضه از نظر تکتونیکی در ردیف حوضه‌های فعال قرار می گیرد (عابدینی و شبرنگ،1393، 64). آق آتابای‌نیز مورفوتکتونیک حوضهٔ سولوکلو (خراسان شمالی) را با استفاده از آثار ژئومورفولوژیکی، مورد مطالعه قرار داد و ارتباط این فعالیت‌ها را با ریخت شناسی این حوضه مطالعه نمود (آق‌آتابای، عزتی، 1393، 141). ولدی فعالیت‌های تکتونیکی را در شهرستان‌کامیاران مطالعه و نواحی شمال، جنوب باختری و قسمت‌هایی از شمال خاوری این شهرستان درردیف مناطق فعال تکتونیکی قرار داد(ولدی، خضری و قربانی، 1394). محمد نژاد (1395) تأثیرگسل‌ها را در لند فرم های شمال خاوری دریاچه ارومیه مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسیدکه منطقه به لحاظ تکتونیکی، در دوره کواترنر فعال بوده که این فعالیت‌ها به صورت برونزد سازندهای قدیمی شده جابجایی‌رسوبات مخروط افکنهٔ داریان، انحراف 1100 متری مسیر رودخانهٔ خامنه، جابجایی 102 متری رسوبات جدید مخروط افکنه‌ای قابل بررسی می‌باشد(محمدنژاد، 1395). به دلیل وجود روستاهای پرجمعیت، عبور راه‌های ارتباطی شهرستان اسفراین و نزدیکی به شهر بجنورد به عنوان مرکز استان خراسان شمالی و پرجمعیت‌ترین شهر این استان مطالعه فعالیت‌های تکتونیکی این منطقه یک ضرورت محسوب می‌شود. در این تحقیق سعی بر این است تا با دو شیوه تحلیل توصیفی و مطالعات کمی فعالیت‌های تکتونیکی منطقه مورد بررسی قرار گیرد تا از نتایج آن در امور شهری و روستایی و فعالیت‌های عمرانی استفاده شود.

1 Cartojan
2 Tammaro
3 Sarma
4 Bali

منطقه مورد مطالعه



شکل1. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان خراسان شمالی و ایران

منطقه مورد مطالعه در شمال خاوری ایران، در استان خراسان شمالی و شمال شهرستان اسفراین واقع شده و از نظر مختصات جغرافیایی بین ′49 -° 36 شمالی تا ′17- ° 37 شمالی و ′57- ° 56 خاوری تا ′7 - ° 58 طول خاوری از نصف النهار گرینویچ واقع شده‌است. این منطقه از جنوب به دشت اسفراین و صفی آباد، از خاور به شهرستان های فاروج، سبزوار و قوچان و از باختر با شهرستان جاجرم و از شمال باشیروان و بجنورد محدود می گردد(شکل1). بلندترین نقطه آن قله شاه جهان است که3032 متر ارتفاع دارد. جاده اسفراین به بجنورد مهمترین راه دسترسی به منطقه می‌باشد.

روش کار

جهت انجام این پژوهش ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، منطقه مورد مطالعه بر اساس خط الرأس‌ها و خطوط تقسیم آب‌مرزبندی‌شد. سپس‌مطالعات به دو صورت توصیفی وکمی انجام شد. شواهد مورفولوژیکی به صورت توصیفی و مطالعات مورفوتکتونیکی به صورت کمی انجام شد. براین اساس جهت مطالعه‌گسل‌های منطقه از نقشه‌های زمین‌شناسی مقیاس 1:100000 ورقه بجنورد و شیروان و عکس های هوایی مقیاس 1:40000 نیروهای مسلح استفاده گردید. داده‌های مربوط به زلزله‌های منطقه از سایت پژوهشکده زمین لرزه ایران تهیه شد. مطالعات مورفوتکتونیکی منطقه با استفاده از ضریب‌گراویلیوس و شاخص‌های نسبت عرض دره‌ها به ارتفاع آنها شاخص (vf)، پیچ و خم جبهه‌کوهستان(smf)، ضریب‌تاب برداشتگی - حوضه( )، شاخص‌سینوسی‌رودخانه(s) و شاخص - ارزیابی نسبی فعالیّت‌های تکتونیکی(Iat) استفاده شد. داده‌های مورد نیاز هر یک از شاخص‌های یاد شده از نقشه‌های توپوگرافی مقیاس‌های 1:50000 و 1:25000 سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح استخراج گردید. مطالعات میدانی در سه حوضه بیدواز، روئین و کال ولایت و در مناطقی که اطلاعات کتابخانه‌ای در دسترس نبود و یا اطلاعت آنها نمی‌توانست نیازهای این پژوهش را مرتفع

سازد مورد استفاده قرار گرفت. عرض دره‌ها، پرتگاه‌های گسلی و پیچان رودها در بیش از 100 نقطه به شیوه پیمایشی اندازه‌گیری شد. نقشه‌های این پژوهش با استفاده از نرم افزارهای Adobe Illustrator و Arc Gis ترسیم گردید.

بحث

همانطور که در مقدمه تحقیق بیان شد این تحقیق در دو قسمت تحلیل‌های مورفولوژیکی به صورت توصیفی و تحلیل‌های مورفوتکتونیکی به صورت کمی انجام شد.

تحلیل‌های مورفولوژیکی

زمین‌شناسی منطقه

از نظر زمین‌شناسی، منطقه مورد مطالعه، جزو ارتفاعات آلاداغ - بینالود است که حرکات تکتونیکی آن در کوه زایی لارامید آغاز و در حال حاضر ادامه دارد. چین‌خوردگی اصلی که ریخت امروزی این منطقه را تشکیل داده وابسته به فاز پیرنه – آلپین‌است (جداری عیوضی، 1376: 35). از نظر زمین‌شناسی بیشتر سازندهای این منطقه را آهک‌های دولومیتی (سازند مزدوران) تشکیل می‌دهدکه از نظر سن به‌اواخر ژوراسیک و ابتدای کرتاسه مربوط می‌شوند پس از آهک‌های دولومیتی مارن و آهک‌های مارنی(سازند چمن بید) کنگلومرا و ماسه سنگ (سازند شمشک) شکل گرفته است همچنین مساحت اندکی از جنوب منطقه را رسوبات آبرفتی جدید(QAi) به خود اختصاص می‌دهد (شکل 2 و7).

گسل‌های منطقه

گسل‌های منطقه که در کوه‌زایی لارامید شکل گرفتند عمدتاً طولی و عرضی بوده و شمال منطقه را با پرتگاه‌های گسلی به دره رود خانه اترک و جنوب منطقه را به دشت‌های اسفراین و صفی‌آباد مرتبط می‌سازد(علایی طالقانی،189،1383)

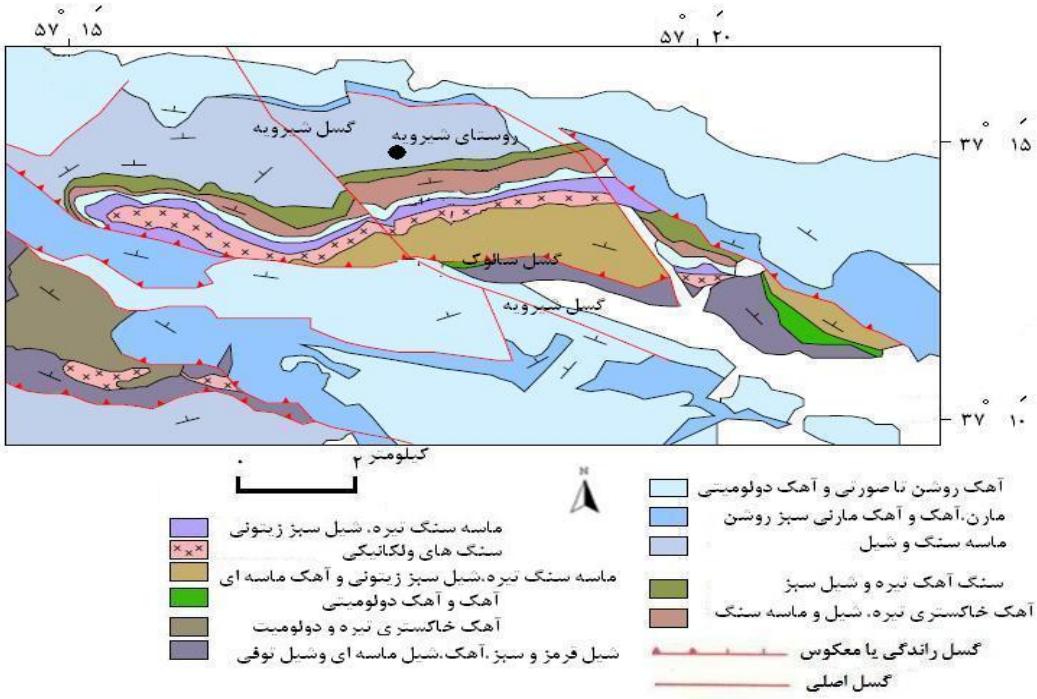
جهت گسل‌های منطقه

روندکلی گسل‌های منطقه به تبعیت از جهت ارتفاعات آلاداغ –بینالود می‌بایست شمال باختری‌جنوب خاوری باشد (جداری عیوضی،1383:35). مطالعات نشان داد، این روند فقط برای گسل‌های خاوری صادق بوده و گسل‌های دیگر منطقه جهاتی متفاوت دارند. روند شمال باختری جنوب خاوری در گسل‌های راندگی صدق می‌کند که نشانه وارد آمدن نیرو از طریق شبه جزیره عربستان بر جنوب ایران و تنش صفحه توران در شمال منطقه است. در حالی که گسل‌های امتداد لغز منطقه که نقش مهم و تعیین کننده‌ای در حرکات نئوتکتونیکی منطقه دارند، در جهت شمالی - جنوبی گسترش دارند. گسل‌های مرکزی منطقه روند باختری - خاوری دارند که این روند تا حدودی از جهت گسل‌های البرز تبعیت می‌کند. جهت متفاوت گسل‌ها نشان دهنده این است که نیروهای متفاوت و از جهات مختلفی ساختارهای گسلی منطقه را تحت تأثیر قرار داده و سبب تغییر جهت آنها شده است که تأثیرات این فعالیت‌ها در جهات متفاوت گسل‌های منطقه، ایجاد پرتگاه‌های گسلی و بی‌نظمی در توپوگرافی منطقه نمود بیشتری دارد (جدول1).

فعالیت گسل‌های منطقه

یکی از مهمترین شواهد مورفولوژیکی فعالیت‌های تکتونیکی، فعال و یا غیر فعال بودن گسل‌ها می‌باشد. آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده گسلی را که در 10،000 سال اخیر حداقل یک حرکت از خود نشان

داده باشد را فعال، چنانچه شواهد گسلش قابل تشخیص باشد، ولی عدم ثبت زلزله مربوط به کمبود اطلاعات باشد. گسل را بالقوه فعال، چنانچه به علت کمبود اطلاعات به فعال یا غیر فعال بودن گسل مشکوک باشیم گسل را واجد فعالیت نامشخص و چنانچه عدم فعالیت گسل محرز باشد گسل غیر فعال نامیده می‌شود (سایت پژوهشکده بین المللی زلزله‌شناسی ایران به نقل از آژانس حفاظت محیط زیست - ایالات متحده آمریکا1981). نام و مشخصات گسل‌های منطقه در جدول (1) درج شده است. همانطور که در ستون انتهایی جدول مشاهد می‌شود، بیشتر گسل‌های منطقه در ردیف گسل‌های فعال قرار می‌گیرند. وقوع زمین لرزه‌های مکرر بهترین دلیل برای اثبات فعالیت آنها می‌باشد. نشانه دیگر فعالیت گسل‌ها جابجایی‌های است که در سازندهای زمین‌شناسی رخ داده است، اکثر گسل‌های منطقه با جابجایی سازندهای قدیمی بر روی سازندهای جدید فعالیت خود را آشکار نموده‌اند. به عنوان مثال می‌توان به جابجایی در حدود 7 کیلومتر رسوبات قدیمی بر روی رسوبات جدید توسط گسل شیرویه در جنوب منطقه اشاره نمود (شکل2).



شکل2. جابجای سازندهای زمین‌شناسی در اثر فعالیت گسل شیرویه (منبع: نقشه زمین‌شناسی 1:100000 ورقه بجنورد)

پرتگاه‌های ایجاد شده توسط گسل‌ها می‌تواند نشانه دیگر فعالیت آنها به حساب آید. گسل‌های رمنه روئین، سالوک، جهان، قرجه رباط و چندین گسل دیگر منطقه پرتگاه‌های پر شیبی را بوجود آورده‌اند (شکل‌های 3-4-5-6). این پرتگاه‌ها بهترین شواهد مورفولوژیکی جهت اثبات فعالیت‌های تکتونیکی منطقه محسوب می‌شوند.

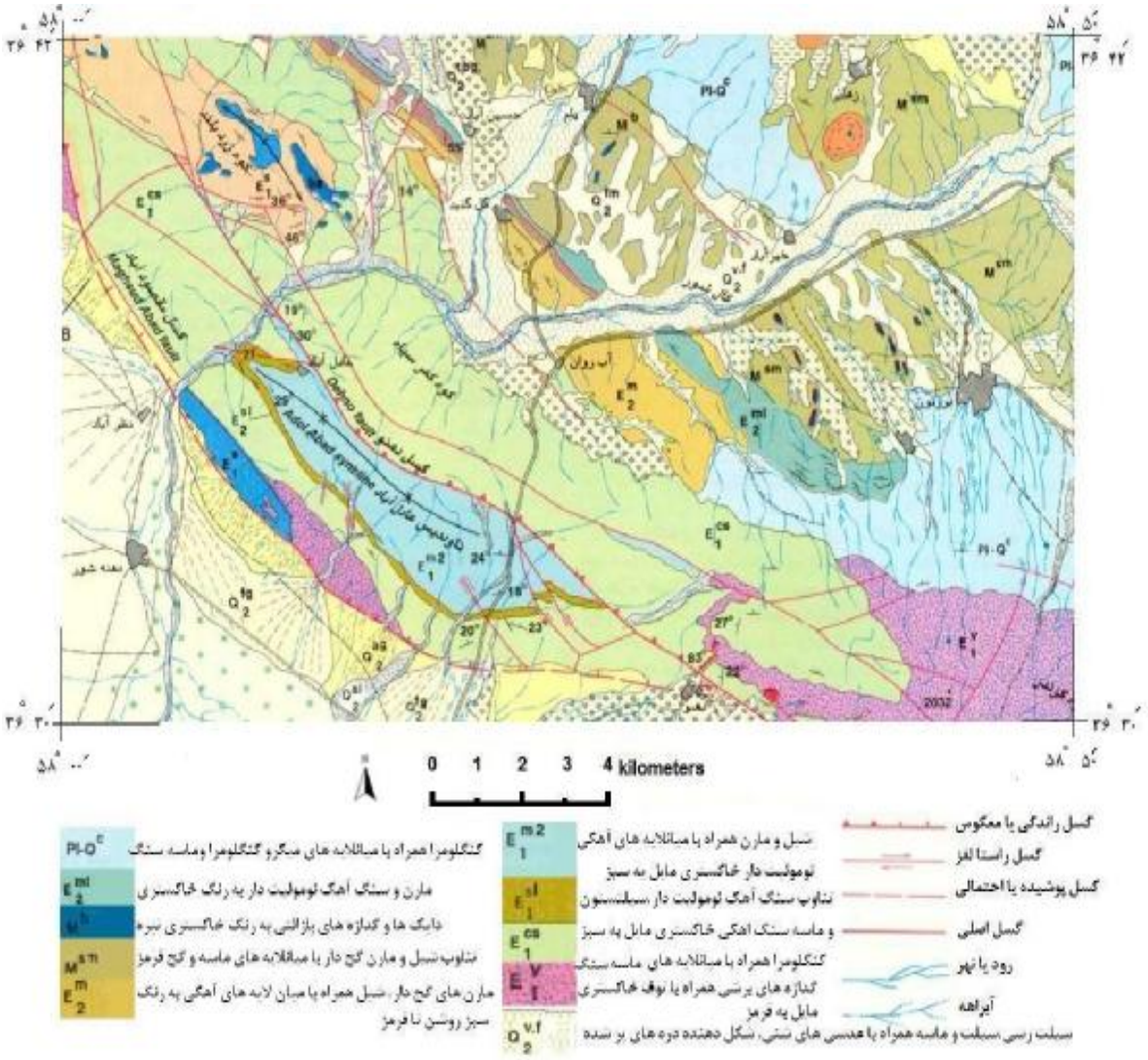
شکل3. پرتگاه ایجاد شده توسط گسل رمنه روئین جهت دید خاوری(منبع نگارنده1392)

شکل4. پرتگاه ایجاد شده توسط گسل سرکانلوی اسفراین جهت دید شمالی(منبع نگارنده1392)

شکل5. سراشیبی‌های تند ایجاد شده توسط گسل جهان اسفراین جهت دید شمال خاوری (منبع نگارنده1392)

شکل6. گسل امین‌آباد یکی از گسل‌های فعال منطقه ا. جهت دید شمال باختری (منبع نگارنده1390)

پدیده انحراف رودخانه‌ای شاهد مورفولوژیکی دیگری است بر فعالیت گسل‌های منطقه این پدیده در محل بیشتر گسل‌های منطقه مشاهده می‌شود از آن جمله می‌توان به انحراف رودخانه روئین در اثر فعالیت گسل شیرویه و رودخانه کالشور در محل گسل مقصودآباد و عنبرآباد اشاره نمود (شکل7).



شکل7. انحراف رودخانه کالشور در اثر فعالیت گسل‌های دهنود و مقصود آباد (منبع نقشه زمین شناسی 1:100000 ورقه مشکان)

زمین‌لرزه‌های منطقه

زمین لرزه‌ها، بارزترین نشانه فعالیت‌های تکتونیکی می‌باشند. طبق آمارپژوهشکده زلزله‌شناسی ایران از سال1900 تا کنون بیش از150زمین لرزه بالای4 ریشتر در منطقه به وقوع پیوسته است (پژوهشکده زلزله شناسی ایران 2015). اگر چه به جز دو زمین لرزه سال‌های 1334 با بزرگی 5/5 ریشتر و1375 با بزرگی 5/7 ریشتر که منجر به خسارات جانی و مالی زیادی شد، سایر زمین لرزه‌ها از شدت کمتری برخوردار بوده‌اند ولی وقوع همین تعداد زمین لرزه نشان از فعالیت‌های شدید تکتونیکی منطقه دارد. آخرین زمین لرزه منطقه مربوط به فعالیت گسل امین‌آباد است که با قدرت 4/5 درجه در مقیاس ریشتر در جنوب روستای امین‌آباد در روز جمعه مورخه 18 آذر 1390 رخ داد (مقامی مقیم، 1395: 39).

جدول1. مشخصات گسل‌های منطقه

نام گسل	طول (کیلومتر)	نوع گسل	جهت گسل	سن نسبی گسل	وضعیت گسل	شواهد و نشانه‌های فعالیت
شیرویه	5	fs	NE-SW	ژوراسیک	A	زمین‌لرزه1951،انحراف‌رودخانه‌روئین‌به‌جنوب خاوری
عادل آباد	5	fs	NW-SE	ائوسن	A	زلزله 1956،جابجایی رسوبات قدیمی در روستای نظرآباد
جوزاقه	2	fs	NE-NW	کواترنر	A	وقوع‌زمین‌لزره1912 و1969، پدیده انحراف رودخانه‌ای
نوده	10	fs	NW-SE	پلیوسن	A	زمین لرزه1929
سرخ قلعه	13	fo	NW-SE	ائوسن	A	پدیده انحراف رودخانه‌ای
درپرچین	6/6	fs	W-E	کرتاسه	A	جابجایی رسوبات قدیمی بر روی رسوبات جدید
اردغان	10	fo	NW-SE	ائوسن	AP	عدم ثبت زلزله ئ جابجایی در رسوبات
مقصود	25	fo	NW-SE	پلیوسن	A	زلزله 1950، انحراف‌رودخانه درروستای مقصودآباد
دهنود	20	fo	NW-SE	پلیوسن	A	زمین لرزه 1984، انحراف رودخانه درروستای عادل‌آباد
زنفت	10	fo	NW-SE	میوسن	A	زمین لرزه سال 1969
پشت بهرام	11	fo	NW-SE	سیلورین	A	انحراف رودخانه کالشور، جابجایی نهشته‌های قدیمی
صفی آباد	20	fo	NW-SE	میوسن	AP	عدم ثبت زلزله
خوراب	15	fo	NW-SE	دونین	Ap	عدم ثبت زمین لرزه
حصاری	16	fo	NW-SE	پالئوسن	AP	عدم ثبت‌زلزله، پوشیده شدن توسط نهشته‌های کواترنر
جهان	25	fo	NW-SE	پلیوسن	A	زمین لرزه سال 1981-
عباس آباد	20	fo	NW-SE	میوسن	AP	عدم ثبت زلزله، پوشیده شدن توسط نهشته‌های جوان
سالوک	15	fo	E-W	ژوراسیک	A	زمین لرزه سال 1984وجود پرتگاه های متعدد.
سارمران	15	fo	E-W	پلیوسن	A	زمین لرزه سال1953
چهار چوبه	17	fo	E-W	ائوسن	AP	عدم ثبت زمین لرزه
کی کی	15	fs	NE-SW	کرتاسه	A	زمین لرزه سال 1984

راهنمای جدول

1- نوع گسل:fo=گسل راندگی یا معکوس، fol =گسل راندگی بزرگ زاویه، fs -گسل امتداد لغز

2- وضعیت گسل از نظر فعالیت:A = گسل فعال،AP =دارای پتانسیل فعال

(منبع جدول: مطالعات میدانی، سایت پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی، نقشه‌های زمین‌شناسی 1:00000 ورقه های، شیروان، بجنورد و صفی‌آباد)

مطالعات مورفوتکتونیکی

شاخص‌های مورفوتکتونیکی مهمترین روش‌هایی هستند که می‌توانند حرکات تکتونیکی یک منطقه را نمایان سازند. مطالعات مورفوتکتونیک منطقه با شاخص‌های مورفوتکتونیک زیر انجام شد:

شاخص شکل حوضه

سنجش این شاخص می‌تواند برتری فعالیت‌های تکتونیکی یا فرایندهای فرسایشی را در یک حوضه آبریز مشخص

نمایـد. روش گراویلیـوس روش مناسـبی بـرای ایـن منظـور می‌باشد(موحددانش،1370، 60). رابطه (1).

رابطه (1) $$k_c = \frac{p}{p'} = \frac{0.28p}{\sqrt{A}}$$

در این رابطه:

k_c - ضریب گراویلیوس؛

A- مساحت حوضه بر حسب کیلومترمربع؛

P- محیط حوضه بر حسب کیلومتر؛

p' - محیط دایـره فرضـی کـه مسـاحت آن برابـر مسـاحت حوضه باشد؛

عـدد بدسـت آمـده هـر چـه از 1 بیشـتر بـاد نشـان دهنـده فعالیت‌های تکتونیکی و هرچه به 1 نزدیکتر باشد نشانه ایـن اسـت کـه یـک تعـادلی بـین سـاختارهای تکتـونیکی و فرایندهای فرسایشی برقـرار مـی‌باشـد. داده‌هـای مربـوط بـه ضریب گراولیوس‌حوضـه‌هـای مـورد مطالعـه در جـدول 2 درج شده است. همانطور که در جدول مشخص است. ایـن ضریب بـرای کـل منطقـه 2/15 بدسـت آمـد. بنـابراین کـل منطقه شکلی کشیده دارد که این کشیدگی در سـه حوضـه مورد مطالعه یکسان نیسـت. بیشـترین کشـیدگی مربـوط بـه حوضـه روئیـن وکمتـرین آن مربـوط بـه حوضـه بیـدواز مـی‌باشـد. بنابـــر ایـــن براسـاس معیارهـای ایـن ضـریب فعالیت‌های تکتونیـکی حوضـه روئین بیشـتر از دو حوضـه دیگر می‌باشد.

جدول 2. ضریب گراولیوس برای حوضه های مورد مطالعه

ردیف	نام حوضه	مساحت حوضه	محیط حوضه	ضریب گراویلیوس	میزان فعالیت
1	کال ولایت	716/19	160	1/67	فعال
2	بیدواز	845	165	1/58	کشیدگی متوسط
3	روئین	220/41	145	2/73	کشیدگی شدید
4	مجموع حوضه	3744,61	470	2/15	کشیدگی شدید

شاخص نسبت عرض دره‌ها به ارتفاع آنها (vf)

این شاخص نخستین بار در سال 1977 توسـط بـول ومـک فادن مورد استفاده قرار گرفت رابطه (2).

رابطه (2) $$Vf = \frac{2Vfw}{(Eld - Esc) + (Erd - Esc)}$$

در این رابطه

Vf= عبارت است از نسبت پهنای دره به ارتفاع آن

Vfw= پهنای کف دره بر حسب متر

Eld= ارتفاع خط تقسیم آب بین دو دره در سـمت چـپ از سطح دریا بر حسب متر

Erd= ارتفاع خط تقسیم آب بین دو دره در سمت راسـت از سطح دریا بر حسب متر

Esc= ارتفاع کف دره از دریای آزاد

طبق این فرمـول اگـر مقـدار vf کمتـر از 1 باشـد فعالیـت‌هـا شدید، اگر بین 1تا 2 باشد متوسط و اگـر بزرگتـر از 2 باشـد نشـانه‌آرامـش منطقـه خواهـد بـود (Bull&Mcfadeen, 1977:115-138). بـرای مشـخص‌شـدن میـزان ایـن شـاخص، مقـدارآن در سـه حوضـه بیـدواز، روئـین و کـال ولایت و بـه فواصـل مـنظم 1000 متـری انـدازه‌گیـری شـد (جداول 3-4-5). همانطور که در جـداول مشـخص اسـت.

میانگین vfبرای کل منطقه عدد 0/938 بدست آمد. بنابراین بر اساس معیارهای این شاخص کل منطقه در ردیف مناطق با تحرک شدید تکتونیکی قرار می گیرد که شدت آن در تمامی قسمت‌ها یکسان نیست. متوسط این شاخص برای حوضه روئین در باختر منطقه عدد 0/773 برای بیدواز در قسمت میانی منطقه عدد 0/783 و برای حوضه کال ولایت در قسمت خاور منطقه عدد 1/259 حاصل شد بنابراین بر اساس معیارهای این شاخص، فعالیت‌های تکتونیکی در منطقه از باختر به خاور کاهش می‌یابد.

جدول 3. شاخص vf برای حوضه بیدواز

شماره ایستگاه	ارتفاع نقطه ESD	ارتفاع سمت راست ERD	ارتفاع سمت چپ ELD	پهنای کف دره بر حسب متر vfw	شاخص VF
1	1305	1365	1664	250	1/19
2	1345	1432	1674	200	0/96
3	1475	1578	1704	50	0/30
4	1455	1555	1745	100	0/51
5	1455	1757	1702	50	0/18
6	1450	1485	1702	150	1/04
7	1480	1782	1745	200	0/70
8	1490	1695	1693	200	0/98
9	1510	1762	1693	250	1/14
10	1540	1672	1645	250	2/85
11	1550	1600	1701	200	0/33
12	1600	1600	1809	200	1/91
13	1670	1981	1827	50	0/21
14	1680	1942	1869	500	1/10
15	1678	1942	2008	350	1/17
16	1775	1942	2156	100	0/36
17	1583	2046	2015	75	0/16
18	1730	2022	2156	50	0/171
19	1755	2188	2239	150	0/32
20	1797	1926	2262	150	0/50
21	1963	2046	2286	200	0/72
22	2000	2110	2174	50	0/35
23	2110	2147	2274	75	0/74
24	2200	2344	2302	50	0/68
میانگین					0/773

جدول 4. شاخص vf برای حوضه روئین

شماره ایستگاه	VFW	ESD	ELD	ERD	VF	وضعیّت
1	346	1785	1985	2060	1/45	متوسّط
2	256	1540	1645	2672	2/11	فعال
3	150	1450	1712	1475	1/09	فعال
4	350	1785	1975	2056	1/48	فعال
5	224	1590	1595	1809	1/96	فعال
6	250	1510	1693	1762	1/14	فعال
7	150	1705	6062	1899	0/54	فعال
8	150	1800	2040	2090	0/56	فعال
9	200	1345	1674	1432	0/58	فعال
10	200	1963	2286	2046	0/72	فعال
11	103	2490	2800	2602	0/48	فعال
12	50	1475	1704	1578	0/30	فعال
13	125	2330	3084	2506	0/26	فعال
14	105	1775	2156	1942	0/38	فعال
15	200	1550	1701	1600	0/33	فعال
16	65	1583	2025	2050	0/14	فعال
17	150	1980	2400	2250	0/40	فعال
18	50	2600	3012	2710	0/19	فعال
میانگین					0/783	فعال

جدول 5. شاخص vf برای حوضه کال ولایت

شماره ایستگاه	VFW	ESD	ELD	ERD	VF	وضعیّت
1	250	1830	2130	2114	0/85	متوسّط
2	200	2290	2780	2500	0/57	فعال
3	500	1700	1834	1950	1/30	فعال
4	200	1963	2286	2046	0/72	فعال
5	250	1510	1693	1762	1/14	فعال
6	100	2490	2800	2602	0/47	فعال
7	350	1785	1980	2055	1/5	فعال
8	150	1450	1707	1485	1/02	فعال
9	650	1830	2141	2087	2/28	فعال
10	260	1540	1663	1672	2/04	فعال
11	340	1540	1638	1670	2/98	فعال

12	150	1490	1500	1866	0/77	فعال
13	345	1785	1981	2056	1/47	فعال
14	335	1785	1891	2100	1/59	فعال
15	275	1305	1650	1359	1/37	فعال
16	200	2160	2644	2442	0/52	فعال
17	258	1690	1820	1949	1/32	فعال
18	150	1450	1702	1485	1/04	فعال
19	256	1690	1834	1956	1/25	فعال
میانگین					1/256	

پیچ وخم جبهه کوهستان

در این روش با اندازه‌گیری پیچ و خم‌های ایجاد شده توسط آبراهه‌ها درجبهه کوهستان و تقسیم آن بر طول افقی در راستای گسل می‌توان فعال بودن منطقه را از نظر تکتونیکی مشخص نمود. رابطه (3).

رابطه (3) smf=lmf/ls

در این رابطه:

smf = عبارت است از شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان

Lmf = طول پیچ و خم جبهه کوهستان به متر

Ls= طول افقی در راستای گسل و جبهه کوهستان به متر

در این روش هر چه مقدار smf کمتر باشد نشانه فعالیت شدید و هر چه بیشتر باشد نشانه آرامش نسبی خواهد بود (Bull &Mcfadeen, 1977:12). جداول 6 تا 8 مقادیر این شاخص را برای گسل‌های سه حوضه مورد مطالعه مشخص می‌کند.

جدول 6. شاخص تضاریس جبهه کوهستان برای حوضه آبریز روئین

ردیف	نام گسل	محدوده جغرافیایی	smf	Ls	smf
1	بل و گاو	جنوب خاوری حوضه روئین	1750	1490	1/17
2	گسل سنگ ریخته	جنوب حوضه روئین	1500	1450	1/03
3	گسل شیرویه	جنوب باختری حوضه روئین	1500	1300	1/15
میانگین شاخص					1/11

جدول 7. شاخص تضاریس جبهه کوهستان برای حوضه رود خانه بیدواز

ردیف	نام گسل	محدوده جغرافیایی	smf	Ls	smf
1	سرخ قلعه	شمال باختری حوضه بیدواز	14000	13333	1/05
2	درپرچین بالا	قسمت مرکزی حوضه بیدواز	6700	6600	1/01
3	اردغان	خاور و شمال خاور حوضه بیدواز	10500	10000	1/05
میانگین شاخص					1/03

جدول 8. شاخص تضاریس جبهه کوهستان برای برخی از گسل های حوضه رود خانه کال ولایت

ردیف	نام گسل	محدوده جغرافیایی	smf	Ls	smf
1	حصاری	جنوب حوضه	16000	7625	2/1
2	صفی آباد	جنوب خاوری حوضه	20000	10450	1/913
3	خوراب	باختر حوضه کال ولایت	15000	7211	2
میانگین شاخص					2

منبع: نقشه های توپوگرافی منطقه با مقیاس 1:50000

همانطور که در جدول مشاهده می‌شود، مقدار پیچ و خم کوهستان برای گسل‌های منطقه در قسمت‌های مختلف متفاوت است. مقدار این شاخص در مناطق خاوری، بیشتر از مناطق باختری و مناطق باختری بیشتر از مناطق مرکزی می‌باشد. این نتیجه بیانگر این است که فعالیت‌های تکتونیکی در خاور و باختر منطقه نسبت به قسمت مرکزی آن کمتر است. به همین دلیل آبراهه‌های قسمت خاوری و باختری منطقه فرصت بیشتری برای فرسایش و افزایش تضاریس کوهستان داشته‌اند.

شاخص AF

شاخص AF یکی دیگر از شاخص‌های مورفوتکتونیکی است که می‌تواند فعالیت‌های تکتونیکی یک منطق را مشخص نماید رابطه (4).

$$A_F = \frac{Ar}{At} 100$$ رابطه (۴)،

در این رابطه

A_F = ضریب تاب برداشتگی حوضه؛

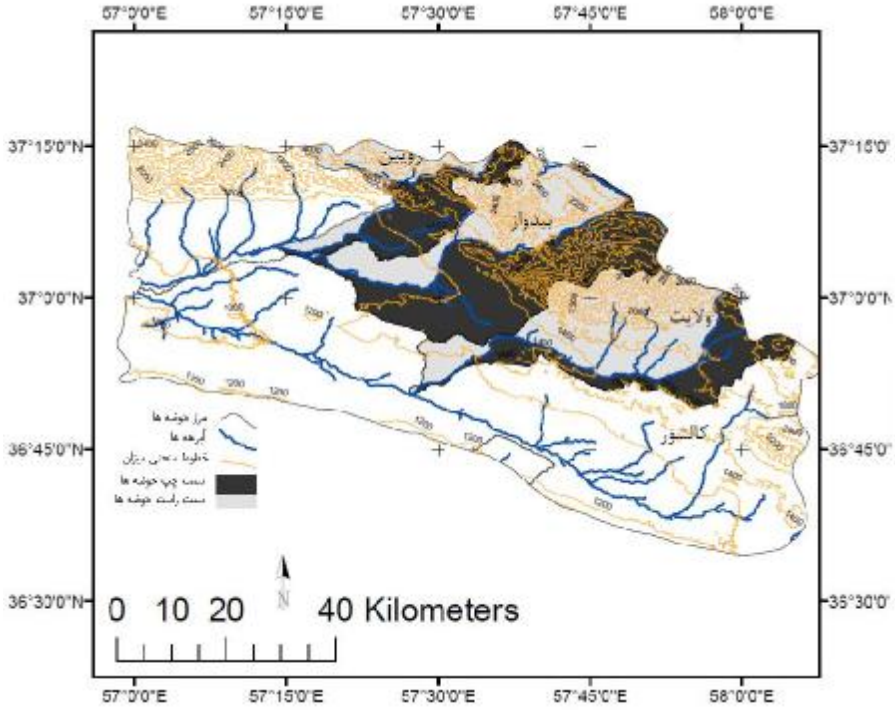
A_r = مساحت سمت راست حوضه از کانال میانی (رو به پایین رود)؛

A_t = مساحت کل حوضه آبریز؛

طبق این رابطه، مقادیر بالاتر از 65 یا کمتر از 35 نشان دهنده کج‌شدگی، مقادیر بالاتر از 75 و کمتر از 43 نشان دهنده عدم کج‌شدگی و مقادیر کمتر از 43 و بیشتر از 35 یا کمتر از 65 و بیشتر از 57 نشانه کج‌شدگی متوسط می‌باشد (ده بزرگی، 2010، 330 -333). مقادیر این شاخص برای سه حوضه منطقه مورد مطالعه با استفاده از نقشه توپوگرافی منطقه (شکل 8) محاسبه و در جدول شماره 9 درج گردید. براساس معیارهای این شاخص حوضه کال ولایت در خاور منطقه کشیدگی قابل توجهی به سمت راست، حوضه بید واز در قسمت میانی منطقه متوسط به سمت راست و حوضه روئین در باختر منطقه کشیدگی متوسط به سمت راست خود دارد. در کل منطقه به سمت چپ خود کشیدگی دارد.

جدول9. میزان شاخص AF برای حوضه‌های منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام حوضه	مساحت حوضه	مساحت سمت راست حوضه	مساحت سمت چپ حوضه	شاخص AF	نتایج
1	کال ولایت	716/19	485/16	231/03	67/74	کج شدگی شدید به چپ
2	بیدواز	845	373/20	472/79	44	کج شدگی متوسط به راست
3	روئین	220/41	93/20	127/21	42/28	کج شدگی متوسط به راست
4	مجموع حوضه ها	1460/9	793/09	668/51	54/28	کج شدگی متوسط به چپ



شکل8. نقشه برآورد شاخص AF (منبع نقشه‌های توپوگرافی 1:50000 سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح)

شاخص سینوسی رودخانه(s)

شاخص سینوسی، یک‌روش مورفوتکتونیکی است که در حوضه‌های آبریز، جهت برآورد پیچ و خم‌های یک رود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش نخستین بار در سال 1996 توسط کلر1 و پنتر2 ارائه شد رابطه (5).

رابطه (5) $S = \frac{C}{V}$

در این رابطه.

S= سینوسی رودخانه‌ای؛

V= طول مستقیم دره؛

C= طول مسیر رود؛

مقادیر زیاد این‌شاخص، نشانه آرامش و مقادیر کم آن، نشانه فعالیت تکتونیکی می‌باشد.

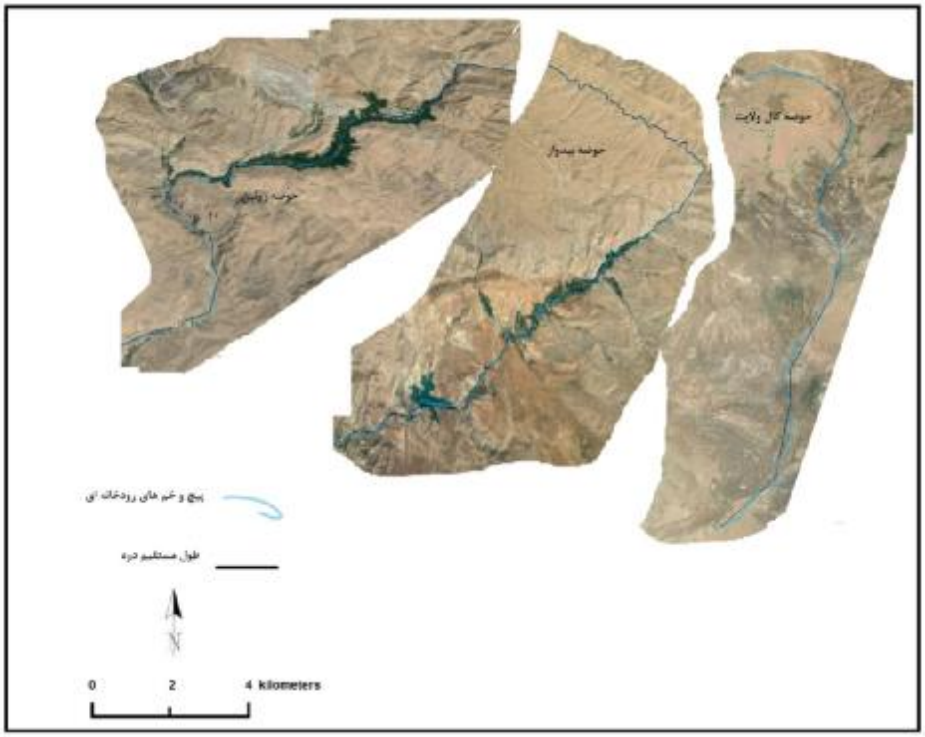
(Keller& Pinter, 1996). مقادیر این شاخص، برای حوضه‌های مورد مطالعه در جدول شماره 10 درج گردید.

1 Keller
2 Pinter

جدول 10. میزان شاخص s اندازه‌گیری شده در حوضه مورد مطالعه و زیرحوضه‌های آن

نام زیر حوضه	C	V	S	وضعیت تکتونیکی
روئین	33/3	27	1/1	فعالیت شدید
بیدواز	59/909	50/272	1/191	متوسط
کال ولایت	95	60	1/58	فعالیت زیاد

در بین حوضه‌های منطقه، حوضه کال ولایت، به دلیل آرامش نسبی، فرصت بیشتری برای فرسایش داشته و پیچ و خم‌های بیشتری را در مسیر خود ایجاد نموده است(شکل9). امّا حوضه روئین، به دلیل قرار داشتن در معرض فعالیّت‌های شدید تکتونیکی، فرصت تخریب و ایجاد پیچ و خم‌های طولانی را از دست داده و در بستری جریان می‌یابد که در اثر فعالیت‌های تکتونیکی، پستی و بلندی‌های فراوانی در آن ایجاد شده است. بر خلاف شاخص‌های دیگر طبق این شاخص حوضه بیدواز در قسمت میانی منطقه شرایط تکتونیکی آرام‌تری را تجربه می‌کند. همانطور که در شکل 9 مشاهده می‌شود طول پیچ و خم‌های رودخانه‌ای و طول مستقیم دره در حوضه بیدواز و روئین تقریباً بر یکدیگر منطبق هستند. امّا در حوضه کال ولایت طول پیچ و خم‌های رودخانه‌ای و طول مستقیم دره بر هم منطبق نیستند.



شکل9.نقشه شاخص S برای حوضه‌های منطقه مورد مطالعه(منبع تصاویر گوگل ارث)

شاخص ارزیابی نسبی فعالیّت‌های تکتونیکی Iat

این شاخص، جهت جمع‌بندی نتایج حاصل از شاخص‌های مورفوتکتونیکی، مورد استفاده قرار می‌گیرد تا شرایط زمین‌ساختی را به صورت نسبی مورد بررسی قرار دهد (عابدینی، 1393، 64). رابطه (6)

رابطه(6) $$lat = \frac{S}{N}$$

در این رابطه:

Iat= شاخص ارزیابی نسبی فعالیت‌های تکتونیکی؛

S= مجموعه کلاس‌های شاخص ژئومورفولوژیک؛

N= تعداد شاخص‌های محاسبه شده.

جدول 11. میزان شاخص Iat برای منطقه مورد مطالعه

زیرحوضه	شاخص(VF)	شاخص(s)	شاخص (smf)	شاخص KC	شاخص (AF)	شاخص(Iat)	شرایط تکتونیکی
روئین	1	1	2	2	2	1/5	زیاد
کال ولایت	1	2	2	2	1	1/75	زیاد
بیدواز	1	1	1	1	2	1	شدید

اگر میزان این شاخص بین 1 تا 1/5 باشد فعالیّت‌های تکتونیکی شدید، بین 1/5 تا 2 فعالیّت زیاد، بین2 تا 2/5 فعالیّت متوسط و بیشتر از 2/5 فعالیّت کم خواهد بود (همادونی، 2008، 166). همانطور که در جدول (11) مشاهده می‌شود میانگین این شاخص، برای کل منطقه، عدد1/41 حاصل‌شد. بنابراین براساس معیارهای این شاخص از نظر فعالیّت‌های تکتونیکی این منطقه در ردیف مناطق شدید فعالیت‌های تکتونیکی قرار می‌گیرد. همچنین به طور نسبی حوضه بیدواز در قسمت میانی منطقه دارای فعالیت‌های شدید، حوضه روئین دارای فعالیت‌های زیاد و کال ولایت نیز دارای فعالیت‌های زیاد تکتونیکی می‌باشد بنابراین بر اساس نتایج این شاخص در بین سه حوضه منطقه مورد مطالعه بیشترین فعالیت‌های تکتونیکی به ترتیب مربوط به حوضه‌های بیدواز در مرکز منطقه، حوضه روئین در قسمت باختری و کال ولایت در قسمت خاوری منطقه می‌باشد.

نتیجه‌گیری

فعالیت‌های تکتونیکی منطقه مورد مطالعه براساس شواهد مورفولوژیکی و شاخص‌های مورفوتکتونیکی قابل اثبات است. از نظر مورفولوژیکی جهت متفاوت گسل ها یکی از شواهد عینی فعالیت‌های تکتونیکی محسوب می‌گردد. به تبعیت از جهت شمال باختری - جنوب خاوری کوه‌های آلاداغ می‌بایست گسل های این منطقه نیز در همین جهت امتداد داشته باشند. امّا مطالعات چنین روندی را برای گسل‌های منطقه تأیید نمی‌کند. در قسمت‌های باختری جهت گسل‌ها جنوب باختری - شمال خاوری، در قسمت میانی باختری–خاوری و در قسمت خاوری شمال باختری - جنوب خاوری می‌باشد. جهت متفاوت گسل‌ها را می‌توان نخستین نشانه مورفولوژیکی فعال بودن منطقه از نظر تکتونیکی در نظر گرفت. علاوه بر این، جابجایی‌در سازندهای زمین‌شناسی نشان از فعال بودن منطقه از نظر تکتونیکی دارد. جهت مطالعه مورفوتکتونیکی

منطقـه از شاخـــص‌هـای VF، KC،s، smf، AF و Iat استفاده شد. میانگین شـاخص vf بـرای منطقـه عـدد 0/938 بدست آمد بنابراین بر اساس این شاخص در ردیـف منـاطق فعال تکتونیکی قرار می‌گیـرد. متوسـط ایـن شـاخص بـرای حوضه روئـین در بـاختر منطقـه عـدد 0/773 بـرای حوضـه بیدواز در مرکز عدد 0/783 و برای حوضه کـال ولایـت در خاور منطقه 1/259 بدست آمد. بنابر این بر اساس معیارهای ایـن شـاخص از بـاختر بـه خـاور از شـدت فعالیـت‌هـای تکتـونیکی منطقـه کاسـته مـی‌گـردد. میـانگین ضـریب گراولیوس‌برای‌حوضه‌هـای منطقـه عـدد 1/99بدسـت آمـد بنـابر ایـن کـل حوضـه‌هـای منطقـه را مـی‌تـوان در ردیـف حوضـه‌هـای کشـیده قـرار دارد از آنجـایی کـه کشـیدگی حوضه‌ها یکی از مظاهر فعال بودن آنها است. بنابراین منطقه در ردیف مناطق فعال تکتونیکی قـرار مـی‌گیـرد. تضـاریس جبهـه کوهسـتان نیـز در مهمتـرین گسـل‌هـای منطقـه اندازه‌گیری شـد کـه متوسـط آن عـدد 1/38 بدسـت آمـد. بنابر این بر اساس این شاخص نیـز منطقـه در ردیـف منـاطق فعـال تکتـونیکی قـرار مـی‌گیـرد. براسـاس ایـن شـاخص گسل‌های میانی منطقه فعال‌تر می‌باشند. نتـایج شـاخص AF نیز نشان داد کل حوضه‌های منطقه به سمت چپ خود کـج شدگی دارند که به احتمال زیاد جهت حرکـات ارتفاعـات البرز در این گج شـدگی بـی‌تـأثیر نیسـت. نتـایج حاصـل از شاخص S نیز در قسمت‌های مختلف حوضه متفـاوت بـود. کمترین میزان ایـن شـاخص مربـوط بـه رود خانـه روئـین و بیشترین آن مربوط به رود خانه کال ولایت مـی‌باشـد نتـایج حاصل از این شاخص نیز مشخص نمود از بـاختر بـه طـرف خاور از فعالیت‌های تکتونیکی این منطقه کاسته مـی‌گـردد. شاخص Iat نتـایج کلـی شـاخص‌هـای دیگـر را مشـخص می‌نماید متوسط این شاخص برای کل منطقـه 1/41 بدسـت آمد بنابراین بر اساس کـل شـاخص هـای مورفوتکتـونیکی منطقه مورد مطالعه درردیف مناطق بـا فعالیـت هـای شـدید تکتونیکی قرار می‌گیرد امّا شدت آن در تمامی قسمت های منطقه یکسان نیست. مقدار این شاخص برای حوضه روئـین 1/5، بـرای حوضـه بیـدواز 1 و بـرای حوضـه کـال ولایـت 1/75 بـــه دســـت آمـــد بنـــابراین از نظرشـــاخص‌هـــای موفوتکتونیکی قسمت مرکـزی منطقـه یعنـی حوضـه آبریـز بیدواز دارای فعالیت‌های شدید، قسمت باختری منطقه یعنی محدوده حوضه روئین دارای فعالیت‌هـای تکتـونیکی نسـبتاً شـدید و قسـمت هـای خـاوری منطقـه یعنـی حوضـه کـال ولایت شرایط دارای فعالیـت‌هـای تکتـونیکی نسـبتاً زیـادی می‌باشد. شواهد مورفولوژیکی و مطالعات کمی ایـن فـرض را تداعی می‌کند که به احتمـال زیـاد در جنـوب خـاوری و شمال باختری منطقه پایه‌ها و تکیه‌گاه‌هایی وجـود دارد کـه سبب یک پایداری نسـبی تکتـونیکی شـده و فعالیـت هـای تکتونیکی را در این دو قسمت کاهش داده است. بر عکس فعالیت های تکتونیکی را در قسـمت مرکـزی بـه حـد اکثـر رسانده است. فشار وارده از سمت جنوب سـبب شکسـتگی در قسمت مرکزی شده وآنها را به سمت شـمال سـوق داده است. اگر این روند ادامه داشته باشد. ضمن اینکه منطقـه بـه عنوان یکی از مناطق فعال تکتونیکی ایران باقی خواهد مانـد جهت این ارتفاعات نیـز در دوران هـای بعـد زمـین شناسـی احتمالاً به جهت شمالی جنوبی تغییر پیدا خواهد نمود.

پیشنهادات

در پایان توصیه می‌گردد به دلیل وجود مراکـز جمعیتـی بـا تـراکم بـالا و قـرار گـرفتن منطقـه در ردیـف منـاطق فعـال تکتونیکی مطالعات تکتونیکی تکمیلی جهت جلـوگیری از خطرات احتمالی انجام شود.

منابع

آق آتابای، م.، عزتی، م.،(1393). تفسیر مورفوتکتونیکی حوضهٔ سولوکلو (خراسان شمالی) با استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژیکی، فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری – منطقه‌ای شماره 13، صفحه 14-152

پژوهشکده بین‌المللی زلزله‌شناسی ایران سایت اینترنتی http://www.iiees.ac.ir

جداری عیوضی،ج.، 1383.ژئومورفولوژی ایران، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور چاپ هفتم

جعفریان، محمدباقر، طاهری،جعفر(1388) نقشه زمین شناسی بجنورد ، مقیاس 1:100000، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

امینی، بهروز(1379) نقشه زمین‌شناسی1:100000 مشکان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سازمان‌جغرافیایی‌نیروهای‌مسلح‌ایران،نقشه-توپوگرافی1:50000(برگه‌های 7464،7564،7364،7264،7364،7563،7662،7664)

عابدینی،م.، شبرنگ، ش.، 1393. ارزیابی فعالیّت‌های نوزمین ساخت در حوضه آبخیز مشکین چای از طریق شاخص‌های ژئومورفولوژی، نشریه جغرافیای و توسعه، شماره 35، 64-49

محمد نژاد، آ.،1395.گسل‌های فعال و تأثیر آن‌ها بر تغییر شکل لندفرم‌های کواترنر شمال خاور دریاچهٔ ارومیه، ایران،پژوهش‌های جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران، دوره 48، شماره 1، صص83 -106

مقامی مقیم، غ.، 1395استان شناسی‌خراسان شمالی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، تهران.

ولدی، ب.، خضری، س.؛ قربانی، م.، 1394، تحلیل و پهنه‌بندی مخاطرات مورفوتکتونیک شهرستان کامیاران، دانش مخاطرات، شماره 2، تابستان 1394، صفحه 251-268

یمانی، م.، علمیزاده، ه.،.تأثیر نو زمین ساخت در مورفولوژی حوضه آبخیز نچی با استفاده از شاخص های ژئومتریک و مورفومتریک، فصلنامه‌تحقیقات‌جغرافیایی، سال 29، شماره 114 صص 22-9

References(in Persian)

Aghatabay,M.and Azaty,M.,Morphotectonic interpretation Soluklu basin (North Khorasan) using geomorphologic indicators, Journal of geography and urban planning – regional,No.13,pp.141-152

Abedni,M. and Shabrang,S.,Evaluation of Neotectonics activities in the watershed Meshkin chay through geomorphology index , Geography and Development,No.35,pp.49-64

International Institute of Earthquake Engineering and eismologyhttp://www.iiees.ac.ir

Eivazi, J., 1383 Geomorphology of Iran , Tehran , University of Payam Noor ,Seventh Edition.

Valadi , Bakhtiar., khezri , S. , Ghorbani , M, S.,1394, analysis and zonation Morphotectonic hazard in Kamyaran city Knowledge of hazards, N0 2 , pp. 251-268

Bali, B.S, Khan, R.A, Ahmad ,S,Wani, A.A(2016) Morphotectonic analysis of the Madhumati watershed, northeast Kashmir Valley, Arabian Journal of Geosciences Arab J Geosci 9: 390,p1-17

geological survey and mineral explorations Country, Bojnoord and Shirvan geological map a scale of 1: 100,000

Geographical Organization of Iranian Armed Forces ,topographic maps of area 1: 50,000 (leaves 7464,7564,7264,7364,7563,7662,7664)

Mohammad Nejad, V., 1395, active faults and their effects on deformation landforms of Quaternary North East lake Urmia, Iran , physical geography research Quarterly, V, 48,no. 1 ,pp 83- 106

Maghami moghim,G,R., 1395 province of North Khorasan , now publishing textbooks , Tehran , Fifth Edition

Yamany,M. and Almizade,H.,New tectonic impact in Nchy basin morphology , using geometric and morphometric parameters, Journal of Geographical Research,Nov.114,pp.9-22

References(in English)

basin southern California u.s.a Allen and unwin , london.309-327

Sato,T.1991.Flood disaster with drifted logs and sand in AsoVolcano. in proceedings of the 2Japan –U.S. Workshop on snow Avalanche ,Landslide, Debris flow Prediction and Control.Sept.30-oct.2.1991.Tsukuba ,Japan. Science and Tech.Agency of Japans Gov.pp.497-506

Willimin J.H.and Peter L.K.Knuepfer,1994.Kinematics of arc-continent collion in the Eastern central range of Taiwan.Geophsical Research.

Cartojan, E Magliulo, P, Massa, B (2014) Morphotectonic features of the Tammaro River basin, Southern Apennines, Italy, link.springer. December 2014, Volume 25

Sarma, J. N , Acharje ,S Murgante, B (2016) Morphotectonic study of the Brahmaputra basin,Journal of the Geological Society of India September 2015, Volume 86, Issue 3, pp 324-330 May 2016

Bull W.B.and L.D.Mcfadeen.1977,Tectonic geomorphology of north fault, California in Dehorning , geomorphology of arid regions. Allen and Unwin.London.pp.115-138

Bull,W.B., 1990 Stream genesis: Implication for soil development 351-368

Hooke,R.L.1972.Geomorphic evidence for late Wisconsin and Holocene tectonic deformation in Death valley, California. Geological Society of America Bulletin ,83,2073-2098

Irasawa,M.,Ishikawa,Y., Fukumoto ,A and Misogamy T 1991Control of debris flows by forested zone: in proceedings of Japan 30 oct.1991. Tsukuba, Japan Science and Tech.Agency of Japanese Gov

- Keller, E.A. Pinter, N (1996).

Active tectomics; Prentice Hall publisher, New jersey

Rockwell,T.k.et. al.1984 ablate Pleistocene-Holocene soil chronosquence in the Ventura

Tectonics
May 2018, Vol:5

University of Birjand

The evaluation of Active Tectonics in north of Esfarāyen city by using morphological evidences and morphotectonic indicators

Gholamreza Maghami Moghim

Assistant Professor, School of Earth Sciences, Damghan University, Damghan, Iran.

Extended Abstract

The evaluation of Active Tectonics in north of Esfarāyen city by using morphological evidences and morphotectonic indicators.Esfarāyen city is located on the southern slopes of Aladagh Mountains in northeastern of Iran. The northern part of the city, experienced intense tectonic activities. Due to the high population density and proximity to the Bojnord city ,center of North Khorasan Province, the study of tectonic activity in this area is necessity. The study of tectonic movements was done in two parts of morphological evidences and morphotectonic indicators. Based on morphological evidence such as numerous earthquakes, geological formations , change in direction of faults, the displacement in geological formation and river deviation is indicated that this area is part of tectonic active area. morphotectonic studies were performed by using of compactness indicators, Several morphotectonic indices have also been used for morphotectonic studies, and its values for Gravelius coefficient are 1.99, for the ratio of width to valleys' height (vf) indicators are0.938, for screw mountain front (smf) are 1.38, basin' warping coefficient (AF) are 54.28, river sinusoidal index (s) are1.29 and relative tectonic activities index (Iat) are1.41. The results of all these factors, the area will be tectonically active regions.

The studies also showed that the Bidwaz basin in central part of the region And Roein Basin in West is experienced severe tectonic activities and the Cal Valayt basin Basin in the East region is experiencing relaxed tectonic movements

Keywords: Morphotectonic, Esfarāyen city, Active Tectonic, Morphological Evidences