

## بررسی تکتونیک فعال شمال شهرستان اسفراین با استفاده از شواهد مورفولوژیکی و شاخص های مورفوتکتونیک

غلامرضا مقامی مقیم<sup>1\*</sup>

استادیار دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان.

تاریخ دریافت: 1396/03/20

تاریخ پذیرش: 1396/12/25

### چکیده

شهرستان اسفراین در دامنه های جنوبی کوه های آلاداغ در شمال خاوری ایران قرار دارد. قسمت های شمالی این شهرستان فعالیت های شدید تکتونیک را تجربه می کند. به دلیل تراکم بالای جمعیت و نزدیکی به شهر بجنورد مرکز استان خراسان شمالی، مطالعه فعالیت های تکتونیک این منطقه یک ضرورت محسوب می شود. مطالعه تکتونیک این منطقه در دو بخش شواهد مورفولوژیکی و شاخص های مورفوتکتونیک و با هدف کاربرد در پروژه های عمرانی انجام شد که بر اساس شواهد مورفولوژیکی وقوع زمین لرزه های متعدد، جابجایی در سازندهای زمین شناسی و تغییر در جهت گسل ها همه مویید این است که منطقه در ردیف مناطق فعال تکتونیک قرار می گیرد همچنین از نظر مطالعات مورفوتکتونیک نیز از چند شاخص مورفوتکتونیک استفاده شد و مقادیر آن برای ضریب گراویلیوس<sup>2</sup>  $1/99$ ، برای شاخص های نسبت عرض دره ها به ارتفاع آنها  $0/938$  (vf) برای پیچ و خم جبهه کوهستان  $1/38$  (smf)، برای ضریب تاب برداشتگی حوضه  $54/28$  (Af)، برای شاخص سینوسی رودخانه  $1/29$  (s) و برای شاخص ارزیابی نسبی فعالیت های تکتونیک  $1/41$  (Iat) بدست آمد که بر اساس نتایج حاصل از تمام این شاخص ها منطقه در ردیف مناطق فعال تکتونیک قرار می گیرد. همچنین مطالعات نشان داد از نظر فعالیت های تکتونیک حوضه بیدواز در مرکز و حوضه روئین در باختر حرکات شدید تکتونیک و حوضه کال ولایت در خاور منطقه حرکات آرامتری را تجربه می نماید.

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

\* نویسنده مسئول، [maghmi@du.ac.ir](mailto:maghmi@du.ac.ir)

## مقدمه

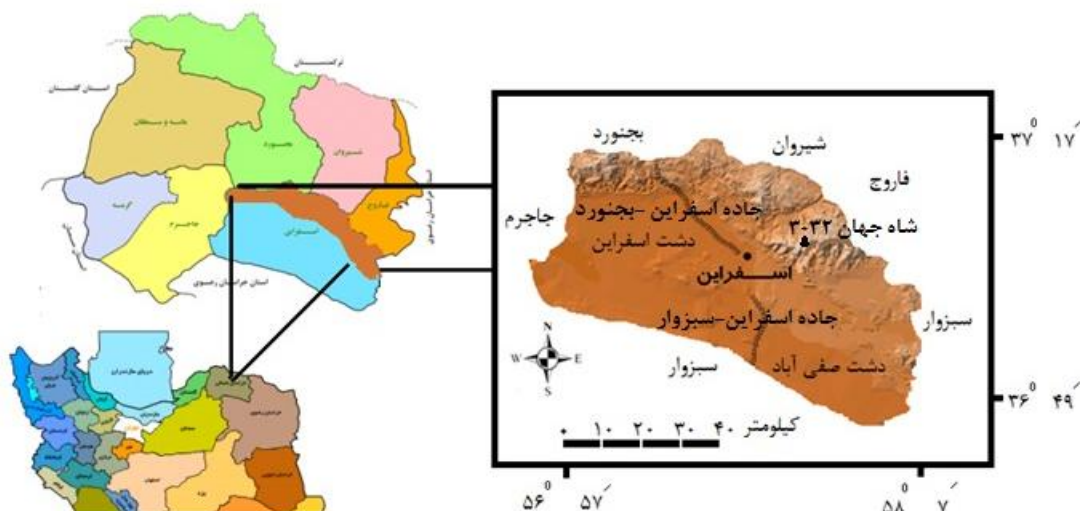
شهرستان اسفراین یکی از شهرستان های استان خراسان شمالی است که در دامنه های جنوبی کوه های آلا داغ واقع شده است. شواهدی چون لرزه های مکرر، حرکات دامنه ای، انحراف رودخانه ای و جابجایی سازندهای زمین شناسی این فرض را در ذهن تداعی می کند که شمال این شهرستان در ردیف مناطق فعال تکتونیکی ایران قرار دارد. امروزه به دلیل تأثیر فعالیت های تکتونیکی در جوانب مختلف زندگی انسان، این فعالیت ها در صدر توجه محققان قرار گرفته است. از مهمترین این مطالعات می توان به مطالعات کار توژان<sup>1</sup> در ایتالیا اشاره نمود وی فعالیت های تکتونیکی حوضه آبریز رودخانه تامارو<sup>2</sup> را با استفاده از شاخص های مورفو تکتونیکی مورد مطالعه قرار داد و این حوضه را یکی از حوضه های فعال تکتونیکی ایتالیا معرفی کرد (Cartoijan, 2014:217).

همچنین سارما<sup>3</sup> (2015) مورفو تکتونیکی حوضه آبریز برهماپوترا در تبت را بر اساس شاخص های  $smf, Af$  و  $vf$ . مورد مطالعه قرار داد و به این نتیجه رسید که فعالیت های تکتونیکی در شمال این حوضه بیشتر از قسمت های دیگر آن است. بالی<sup>4</sup> 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 می توان به مطالعات یمانی در حوضه نجی در مریوان اشاره نمود در این مطالعه، این حوضه از نظر تکتونیکی فعال شناخته شده که آثار این فعالیت ها در

قسمت شمالی این حوضه نمود بیشتری دارد (یمانی، 22، 1393). عابدینی فعالیت های تکتونیکی را در حوضه مشکین چای، از طریق شاخص های ژئومورفولوژیکی بررسی و به این نتیجه رسید که این حوضه از نظر تکتونیکی در ردیف حوضه های فعال قرار می گیرد (عابدینی و شیرنگ، 1393، 64). آق آتابای نیز مورفو تکتونیک حوضه سولو کلو (خراسان شمالی) را با استفاده از آثار ژئومورفولوژیکی، مورد مطالعه قرار داد و ارتباط این فعالیت ها را با ریخت شناسی این حوضه مطالعه نمود (آق آتابای، عزتی، 1393، 141). ولدی فعالیت های تکتونیکی را در شهرستان کامیاران مطالعه و نواحی شمال، جنوب باختری و قسمت هایی از شمال خاوری این شهرستان در ردیف مناطق فعال تکتونیکی قرار داد (ولدی، خضری و قربانی، 1394). محمد نژاد (1395) تأثیر گسل ها را در لند فرم های شمال خاوری دریاچه ارومیه مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که منطقه به لحاظ تکتونیکی، در دوره کواترنر فعال بوده که این فعالیت ها به صورت برونزد سازندهای قدیمی شده جابجایی رسوبات مخروط افکنه داریان، انحراف 1100 متری مسیر رودخانه خامنه، جابجایی 102 متری رسوبات جدید مخروط افکنه ای قابل بررسی می باشد (محمد نژاد، 1395). به دلیل وجود روستاهای پر جمعیت، عبور راه های ارتباطی شهرستان اسفراین و نزدیکی به شهر بجنورد به عنوان مرکز استان خراسان شمالی و پر جمعیت ترین شهر این استان مطالعه فعالیت های تکتونیکی این منطقه یک ضرورت محسوب می شود. در این تحقیق سعی بر این است تا با دو شیوه تحلیل توصیفی و مطالعات کمی فعالیت های تکتونیکی منطقه مورد بررسی قرار گیرد تا از نتایج آن در امور شهری و روستایی و فعالیت های عمرانی استفاده شود.

1 Cartoijan  
2 Tammaro  
3 Sarma  
4 Bali

## منطقه مورد مطالعه



شکل 1. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان خراسان شمالی و ایران

صورت توصیفی و مطالعات مورفوتکتونیک به صورت کمی انجام شد. بر این اساس جهت مطالعه گسل‌های منطقه از نقشه‌های زمین‌شناسی مقیاس 1:100000 ورقه بجنورد و شیروان و عکس‌های هوایی مقیاس 1:40000 نیروهای مسلح استفاده گردید. داده‌های مربوط به زلزله‌های منطقه از سایت پژوهشکده زمین لرزه ایران تهیه شد. مطالعات مورفوتکتونیک منطقه با استفاده از ضریب گراویلیوس و شاخص‌های نسبت عرض دره‌ها به ارتفاع آنها شاخص (vf)، پیچ و خم جبهه کوهستان (smf)، ضریب تاب برداشتگی - حوضه (s)، شاخص سینوسی رودخانه (s) و شاخص - ارزیابی نسبی فعالیت‌های تکتونیک (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 اطلاعات آنها نمی‌توانست نیازهای این پژوهش را مرتفع

منطقه مورد مطالعه در شمال خاوری ایران، در استان خراسان شمالی و شمال شهرستان اسفراین واقع شده و از نظر مختصات جغرافیایی بین  $36^{\circ} - 49'$  شمالی تا  $37^{\circ} - 17'$  شمالی و  $56^{\circ} - 57'$  خاوری تا  $58^{\circ} - 7'$  طول خاوری از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. این منطقه از جنوب به دشت اسفراین و صفی آباد، از خاور به شهرستان‌های فاروج، سبزوار و قوچان و از باختر با شهرستان جاجریم و از شمال با شیروان و بجنورد محدود می‌گردد (شکل 1). بلندترین نقطه آن قله شاه جهان است که 3032 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 آب مرزبندی شد. سپس مطالعات به دو صورت توصیفی و کمی انجام شد. شواهد مورفولوژیکی به

گسلی به دره رودخانه اترک و جنوب منطقه را به دشت‌های اسفراین و صفی‌آباد مرتبط می‌سازد (علایی طالقانی، 1383، 189)

### جهت گسل‌های منطقه

روند کلی گسل‌های منطقه به تبعیت از جهت ارتفاعات آلاداغ - بینالود می‌بایست شمال باختری جنوب 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 نئوتکتونیک 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 (جدول 1).

### فعالیت گسل‌های منطقه

یکی از مهمترین شواهد مورفولوژیکی فعالیت‌های تکتونیک، 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

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 مورفوتکتونیک به صورت کمی انجام شد.

### تحلیل‌های مورفولوژیکی

#### زمین‌شناسی منطقه

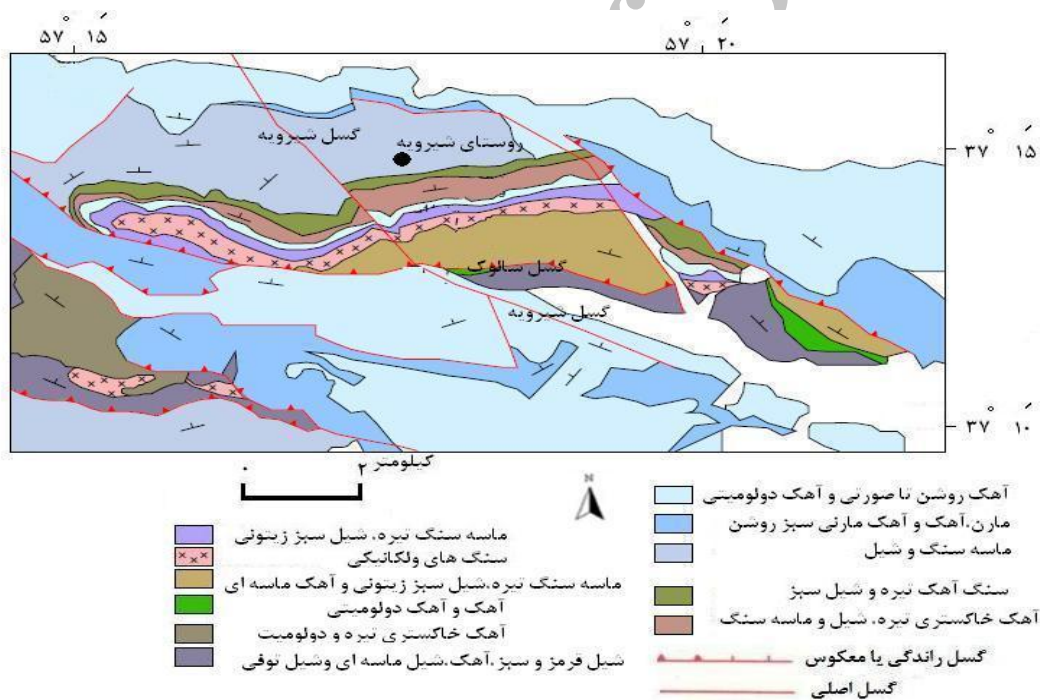
از نظر زمین‌شناسی، منطقه مورد مطالعه، جزو ارتفاعات آلاداغ - بینالود است که حرکات تکتونیک آن در کوه‌زایی لارامید آغاز و در حال حاضر ادامه دارد. چین‌خوردگی اصلی که ریخت امروزی این منطقه را تشکیل داده وابسته به فاز پیرنه - آلپین است (جداری عیوضی، 1376: 35). از نظر زمین‌شناسی بیشتر سازندهای این منطقه را آهک‌های دولومیتی (سازند مزدوران) تشکیل می‌دهد که از نظر سن به اواخر 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 و 7).

#### گسل‌های منطقه

گسل‌های منطقه که در کوه‌زایی لارامید شکل گرفتند عمدتاً طولی و عرضی بوده و شمال منطقه را با پرتگاه‌های

ردیف گسل های فعال قرار می گیرند. وقوع زمین لرزه های مکرر بهترین دلیل برای اثبات فعالیت آنها می باشد. نشانه دیگر فعالیت گسل ها جابجایی های است که در سازندهای زمین شناسی رخ داده است، اکثر گسل های منطقه با جابجایی سازندهای قدیمی بر روی سازندهای جدید فعالیت خود را آشکار نموده اند. به عنوان مثال می توان به جابجایی در حدود 7 کیلومتر رسوبات قدیمی بر روی رسوبات جدید توسط گسل شیرویه در جنوب منطقه اشاره نمود (شکل 2).

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 می شود (سایت پژوهشکده بین المللی زلزله شناسی ایران به نقل از آژانس حفاظت محیط زیست - ایالات متحده آمریکا 1981). نام و مشخصات گسل های منطقه در جدول (1) درج شده است. همانطور که در ستون انتهایی جدول مشاهده می شود، بیشتر گسل های منطقه در



شکل 2. جابجایی سازندهای زمین شناسی در اثر فعالیت گسل شیرویه (منبع: نقشه زمین شناسی 1:100000 ورقه بجنورد)

پر شیبی را بوجود آورده اند (شکل های 3-4-5-6). این پر تگاه ها بهترین شواهد مورفولوژیکی جهت اثبات فعالیت های تکنیکی منطقه محسوب می شوند.

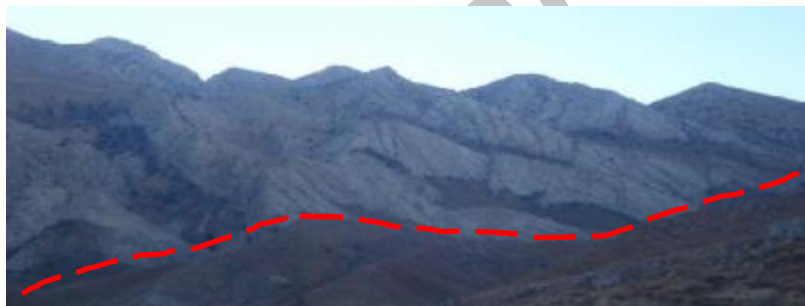
پر تگاه های ایجاد شده توسط گسل ها می تواند نشانه دیگر فعالیت آنها به حساب آید. گسل های رمنه روئین، سالوک، جهان، قرجه رباط و چندین گسل دیگر منطقه پر تگاه های



شکل 3. پرنگاه ایجاد شده توسط گسل رمنه روئین جهت دید خاوری (منبع نگارنده 1392)



شکل 4. پرنگاه ایجاد شده توسط گسل سرکانلوی اسفراین جهت دید شمالی (منبع نگارنده 1392)



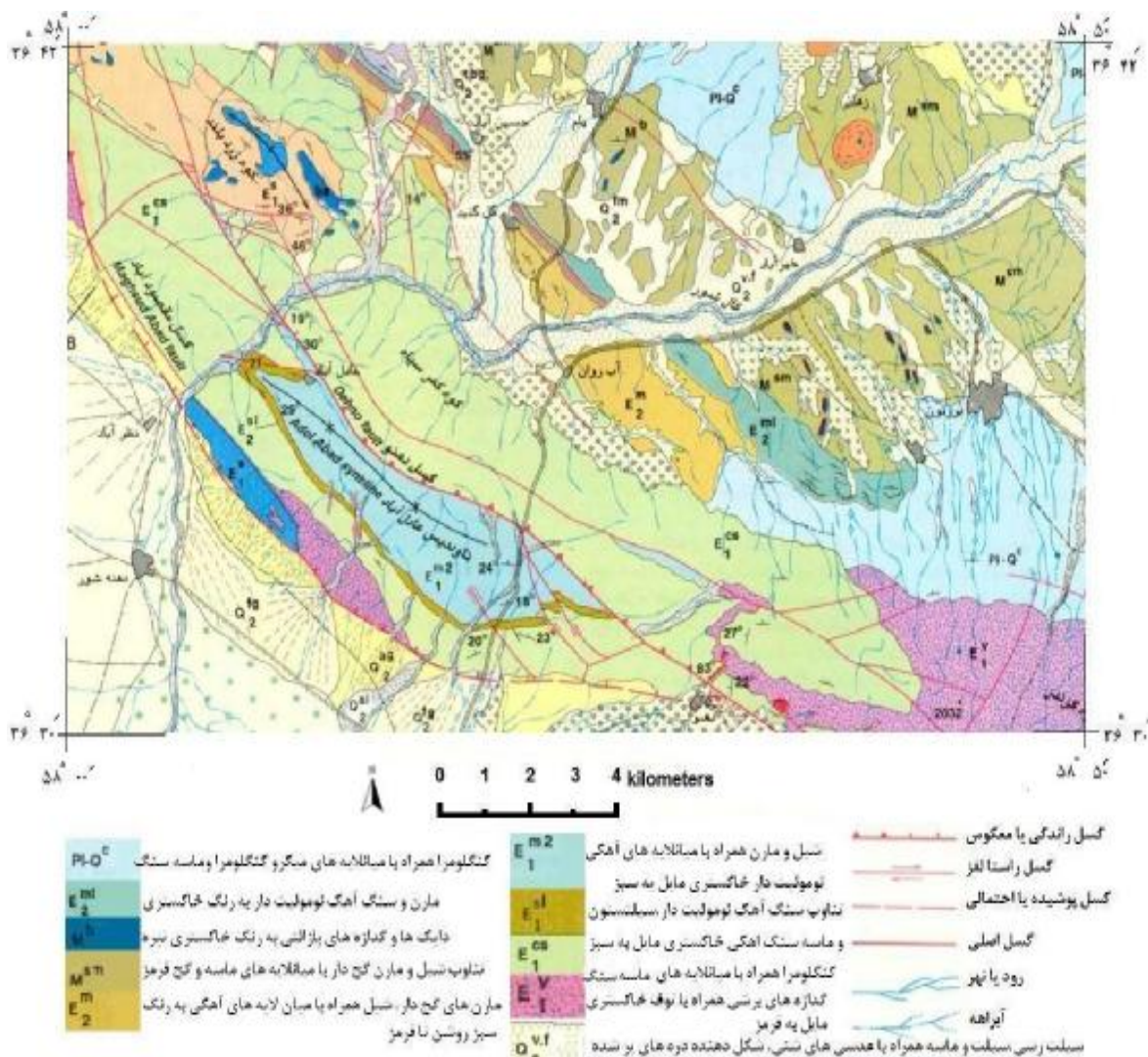
شکل 5. سراسیمی های تند ایجاد شده توسط گسل جهان اسفراین جهت دید شمال خاوری (منبع نگارنده 1392)



شکل 6. گسل امین آباد یکی از گسل های فعال منطقه 1. جهت دید شمال باختری (منبع نگارنده 1390)

انحراف رودخانه روئین در اثر فعالیت گسل شیرویه و رودخانه کالشور در محل گسل مقصودآباد و عنبرآباد اشاره نمود (شکل 7).

پدیده انحراف رودخانه ای شاهد مورفولوژیکی دیگری است بر فعالیت گسل های منطقه این پدیده در محل بیشتر گسل های منطقه مشاهده می شود از آن جمله می توان به



شکل 7. انحراف رودخانه کالشور در اثر فعالیت گسل های دهنود و مقصود آباد (منبع نقشه زمین شناسی 1:100000 ورقه مشکان)

### زمین لرزه های منطقه

شدت کمتری برخوردار بوده اند ولی وقوع همین تعداد زمین لرزه نشان از فعالیت های شدید تکتونیکی منطقه دارد. آخرین زمین لرزه منطقه مربوط به فعالیت گسل امین آباد است که با قدرت  $4/5$  درجه در مقیاس ریشتر در جنوب روستای امین آباد در روز جمعه مورخه 18 آذر 1390 رخ داد (مقامی مقیم، 1395: 39).

زمین لرزه ها، بارزترین نشانه فعالیت های تکتونیکی می باشند. طبق آمار پژوهشگرده زلزله شناسی ایران از سال 1900 تا کنون بیش از 150 زمین لرزه بالای 4 ریشتر در منطقه به وقوع پیوسته است (پژوهشگرده زلزله شناسی ایران 2015). اگر چه به جز دو زمین لرزه سال های 1334 با بزرگی  $5/5$  ریشتر و 1375 با بزرگی  $5/7$  ریشتر که منجر به خسارات جانی و مالی زیادی شد، سایر زمین لرزه ها از

جدول 1. مشخصات گسل های منطقه

نام گسل	طول (کیلومتر)	نوع گسل	جهت گسل	تزی نسبی گسل	وضعیت گسل	شواهد و نشانه های فعالیت
شیرویه	5	fs	NE-SW	ژوراسیک	A	زمین لرزه 1951، انحراف رودخانه روئین به جنوب خاوری
عادل آباد	5	fs	NW-SE	ائوسن	A	زلزله 1956، جابجایی رسوبات قدیمی در روستای نظرآباد
جوزاقه	2	fs	NE-NW	کواترنر	A	وقوع زمین لرزه 1912 و 1969، پدیده انحراف رودخانه ای
نوده	10	fs	NW-SE	پلیوسن	A	زمین لرزه 1929
سرخ قلعه	13	fo	NW-SE	ائوسن	A	پدیده انحراف رودخانه ای
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 ای جابجایی در رسوبات
مقصود	25	fo	NW-SE	پلیوسن	A	زلزله 1950، انحراف رودخانه در روستای مقصودآباد
دهنود	20	fo	NW-SE	پلیوسن	A	زمین لرزه 1984، انحراف رودخانه در روستای عادل آباد
زنف	10	fo	NW-SE	میوسن	A	زمین لرزه سال 1969
پشت بهرام	11	fo	NW-SE	سیلورین	A	انحراف رودخانه کالشور، جابجایی نهشته های 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	پالتوسن	AP	عدم ثبت زلزله، پوشیده شدن توسط نهشته های 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 نهشته های جوان
سالوک	15	fo	E-W	ژوراسیک	A	زمین لرزه سال 1984 وجود پرتگاه های متعدد.
سارمران	15	fo	E-W	پلیوسن	A	زمین لرزه سال 1953
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 بین المللی زلزله شناسی، نقشه های زمین شناسی 1:00000 ورقه های، شیروان، بجنورد و صفی آباد)

## مطالعات مورفوتکتونیک

مورفوتکتونیک زیر انجام شد:

## شاخص شکل حوضه

سنجش این شاخص می تواند برتری فعالیت های تکتونیک یا فرایندهای فرسایشی را در یک حوضه آبریز مشخص

شاخص های مورفوتکتونیک مهم ترین روش هایی هستند که می توانند حرکات تکتونیک یک منطقه را نمایان سازند. مطالعات مورفوتکتونیک منطقه با شاخص های



است که یک تعادلی بین ساختارهای تکتونیکی و فرایندهای فرسایشی برقرار می‌باشد. داده‌های مربوط به ضریب گراولیوس حوضه‌های مورد مطالعه در جدول 2 درج شده است. همانطور که در جدول مشخص است، این ضریب برای کل منطقه 2/15 بدست آمد. بنابراین کل منطقه شکلی کشیده دارد که این کشیدگی در سه حوضه مورد مطالعه یکسان نیست. بیشترین کشیدگی مربوط به حوضه روئین و کمترین آن مربوط به حوضه بیدواز می‌باشد. بنابر این براساس معیارهای این ضریب فعالیت‌های تکتونیکی حوضه روئین بیشتر از دو حوضه دیگر می‌باشد.

نماید. روش گراولیوس روش مناسبی برای این منظور می‌باشد (موجدانش، 1370، 60). رابطه (1).

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

در این رابطه:

$$k_c - \text{ضریب گراولیوس؛}$$

A- مساحت حوضه بر حسب کیلومتر مربع؛

P- محیط حوضه بر حسب کیلومتر؛

P' - محیط دایره فرضی که مساحت آن برابر مساحت حوضه باشد؛

عدد بدست آمده هر چه از 1 بیشتر باد نشان دهنده

فعالیت‌های تکتونیکی و هر چه به 1 نزدیکتر باشد نشانه این

جدول 2. ضریب گراولیوس برای حوضه‌های مورد مطالعه

ردیف	نام حوضه	مساحت حوضه	محیط حوضه	ضریب گراولیوس	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 توسط بول و مک فادن مورد استفاده قرار گرفت رابطه (2).

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

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 سمت چپ

از سطح دریا بر حسب متر

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

Esc = ارتفاع کف دره از دریای آزاد

طبق این فرمول اگر مقدار vf کمتر از 1 باشد فعالیت‌ها شدید، اگر بین 1 تا 2 باشد متوسط و اگر بزرگتر از 2 باشد نشانه آرامش منطقه خواهد بود (1977:115-138 Bull&Mcfadeen). برای مشخص شدن میزان این شاخص، مقدار آن در سه حوضه بیدواز، روئین و کال ولایت و به فواصل منظم 1000 متری اندازه‌گیری شد (جداول 3-4-5). همانطور که در جداول مشخص است.

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 تکنیکی در منطقه از باختر به خاور کاهش می‌یابد.

میانگین vf برای کل منطقه عدد 0/938 بدست آمد. بنابراین بر اساس معیارهای این شاخص کل منطقه در ردیف مناطق با تحرک شدید تکنیکی قرار می‌گیرد که شدت آن در تمامی قسمت‌ها یکسان نیست. متوسط این شاخص برای حوضه روئین در باختر منطقه عدد 0/773 برای بیدواز در

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

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

جدول 5. شاخص vf برای حوضه کال ولایت

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

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

### پیچ و خم جبهه کوهستان

در این روش با اندازه گیری پیچ و خم های ایجاد شده توسط آبراهه ها در جبهه کوهستان و تقسیم آن بر طول افقی در راستای گسل می توان فعال بودن منطقه را از نظر تکتونیکی مشخص نمود. رابطه (3).

$$\text{smf} = \text{lmf} / \text{ls} \quad (3)$$

در این رابطه:

smf = عبارت است از شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان

$\text{Lmf}$  = طول پیچ و خم جبهه کوهستان به متر  
 $\text{Ls}$  = 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 & Mcfaden, 1977:12). جداول 6 تا 8 مقادیر این شاخص را برای گسل های سه حوضه مورد مطالعه مشخص می کند.

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
					1/11
					میانگین شاخص

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
					1/03
					میانگین شاخص

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

$A_T =$  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 کج شدگی، مقادیر بالاتر از 75 و کمتر از 43 نشان دهنده عدم کج شدگی و مقادیر کمتر از 43 و بیشتر از 35 یا کمتر از 65 و بیشتر از 57 نشانه کج شدگی متوسط می باشد (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.

همانطور که در جدول مشاهده می شود، مقدار پیچ و خم کوهستان برای گسل های منطقه در قسمت های مختلف متفاوت است. مقدار این شاخص در مناطق خاوری، بیشتر از مناطق باختری و مناطق باختری بیشتر از مناطق مرکزی می باشد. این نتیجه بیانگر این است که فعالیت های تکتونیک در خاور و باختر منطقه نسبت به قسمت مرکزی آن کمتر است. به همین دلیل آبراهه های قسمت خاوری و باختری منطقه فرصت بیشتری برای فرسایش و افزایش تضاریس کوهستان داشته اند.

### شاخص AF

شاخص AF یکی دیگر از شاخص های مورفوتکتونیک است که می تواند فعالیت های تکتونیک یک منطق را مشخص نماید رابطه (4).

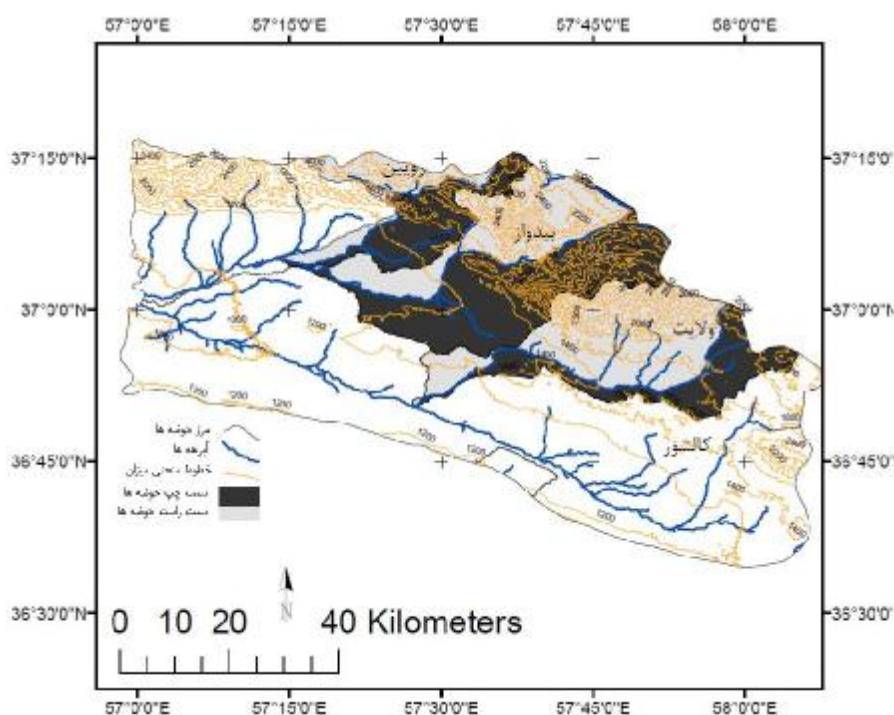
$$A_F = \frac{A_r}{A_t} \times 100 \quad \text{رابطه (4)}$$

در این رابطه

$A_F =$  ضریب تاب برداشتی حوضه؛

جدول 9. 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 حوضه‌ها	1460/9	793/09	668/51	54/28	کج شدگی متوسط به چپ



شکل 8. نقشه برآورد شاخص AF (منبع نقشه‌های توپوگرافی 1:50000 سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح)

## شاخص سینوسی رودخانه (S)

شاخص سینوسی، یک روش مورفوتکتونیک است که در حوضه‌های آبریز، جهت برآورد پیچ و خم‌های یک رود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش نخستین بار در سال 1996 توسط کلر 1 و پنتر 2 ارائه شد رابطه (5).

$$S = \frac{C}{V} \quad (5)$$

در این رابطه.

S = سینوسی رودخانه‌ای؛

V = طول مستقیم دره؛

C = طول مسیر رود؛

مقادیر زیاد این شاخص، نشانه آرامش و مقادیر کم آن، نشانه فعالیت تکتونیک می‌باشد.

(Keller & Pinter, 1996). مقادیر این شاخص، برای

حوضه‌های مورد مطالعه در جدول شماره 10 درج گردید.

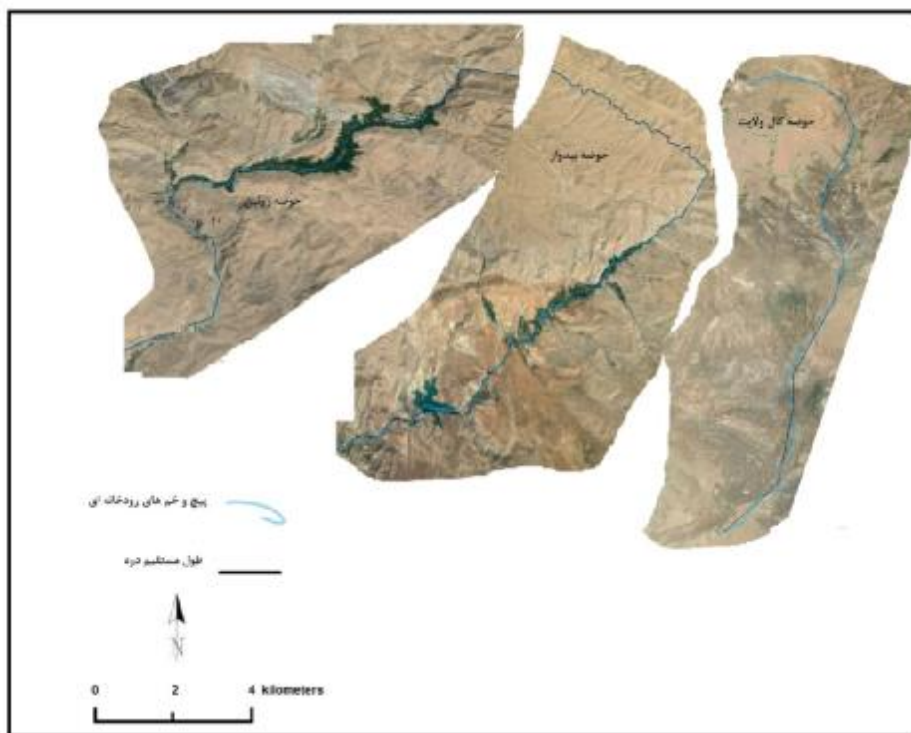
1 Keller  
2 Pinter

جدول 10. میزان شاخص s اندازه گیری شده در حوضه مورد مطالعه و زیر حوضه های 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

شاخص های دیگر طبق این شاخص حوضه بیدواز در قسمت میانی منطقه شرایط تکتونیکی آرام تری را تجربه می کند. همانطور که در شکل 9 مشاهده می شود طول پیچ و خم های رودخانه ای و طول مستقیم دره در حوضه بیدواز و روئین تقریباً بر یکدیگر منطبق هستند. اما در حوضه کال ولایت طول پیچ و خم های رودخانه ای و طول مستقیم دره بر هم منطبق نیستند.

در بین حوضه های منطقه، حوضه کال ولایت، به دلیل آرامش نسبی، فرصت بیشتری برای فرسایش داشته و پیچ و خم های بیشتری را در مسیر خود ایجاد نموده است (شکل 9). اما حوضه روئین، به دلیل قرار داشتن در معرض فعالیت های شدید تکتونیکی، فرصت تخریب و ایجاد پیچ و خم های طولانی را از دست داده و در بستری جریان می یابد که در اثر فعالیت های تکتونیکی، پستی و بلندی های فراوانی در آن ایجاد شده است. بر خلاف



شکل 9. نقشه شاخص S برای حوضه های منطقه مورد مطالعه (منبع تصاویر گوگل ارث)

## شاخص ارزیابی نسبی فعالیت‌های تکتونیکی Iat

در این رابطه:

Iat = شاخص ارزیابی نسبی فعالیت‌های تکتونیکی؛

S = مجموعه کلاس‌های شاخص ژئومورفولوژیک؛

N = تعداد شاخص‌های محاسبه شده.

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)

$$\text{Iat} = \frac{S}{N} \quad \text{رابطه (6)}$$

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

## نتیجه‌گیری

فعالیت‌های تکتونیکی منطقه مورد مطالعه براساس شواهد مورفولوژیکی و شاخص‌های مورفوتکتونیکی قابل اثبات است. از نظر مورفولوژیکی جهت متفاوت گسل‌ها یکی از شواهد عینی فعالیت‌های تکتونیکی محسوب می‌گردد. به تبعیت از جهت شمال باختری - جنوب خاوری کوه‌های آلاداغ می‌بایست گسل‌های این منطقه نیز در همین جهت امتداد داشته باشند. اما 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، جابجایی در سازندهای زمین‌شناسی نشان از فعال بودن منطقه از نظر تکتونیکی دارد. جهت مطالعه مورفوتکتونیکی

اگر میزان این شاخص بین 1 تا 1/5 باشد فعالیت‌های تکتونیکی شدید، بین 1/5 تا 2 فعالیت زیاد، بین 2 تا 2/5 فعالیت متوسط و بیشتر از 2/5 فعالیت کم خواهد بود (همادونی، 2008، 166). همانطور که در جدول (11) مشاهده می‌شود میانگین این شاخص، برای کل منطقه، عدد 1/41 حاصل شد. بنابراین براساس معیارهای این شاخص از نظر فعالیت‌های 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 براساس 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.



آمد بنابراین بر اساس کل شاخص های مورفوتکتونیک منطقه مورد مطالعه در ردیف مناطق با فعالیت های شدید تکتونیک قرار می گیرد اما شدت آن در تمامی قسمت های منطقه یکسان نیست. مقدار این شاخص برای حوضه روئین 1/5، برای حوضه بیدواز 1 و برای حوضه کال ولایت 1/75 به دست آمد بنابراین از نظر شاخص های مورفوتکتونیک قسمت مرکزی منطقه یعنی حوضه آبریز بیدواز دارای فعالیت های شدید، قسمت باختری منطقه یعنی محدوده حوضه روئین دارای فعالیت های تکتونیک نسبتاً شدید و قسمت های خاوری منطقه یعنی حوضه کال ولایت شرایط دارای فعالیت های تکتونیک نسبتاً زیادی می باشد. شواهد مورفولوژیکی و مطالعات کمی این فرض را تداعی می کند که به احتمال زیاد در جنوب خاوری و شمال باختری منطقه پایه ها و تکیه گاهایی وجود دارد که سبب یک پایداری نسبی تکتونیک شده و فعالیت های تکتونیک را در این دو قسمت کاهش داده است. بر عکس فعالیت های تکتونیک را در قسمت مرکزی به حد اکثر رسانده است. فشار وارده از سمت جنوب سبب شکستگی در قسمت مرکزی شده و آنها را به سمت شمال سوق داده است. اگر این روند ادامه داشته باشد. ضمن اینکه منطقه به عنوان یکی از مناطق فعال تکتونیک ایران باقی خواهد ماند جهت این ارتفاعات نیز در دوران های بعد زمین شناسی احتمالاً به جهت شمالی جنوبی تغییر پیدا خواهد نمود.

### پیشنهادهات

در پایان توصیه می گردد به دلیل وجود مراکز جمعیتی با تراکم بالا و قرار گرفتن منطقه در ردیف مناطق فعال تکتونیک مطالعات تکتونیک تکمیلی جهت جلوگیری از خطرات احتمالی انجام شود.

منطقه از شاخص های  $VF$ ،  $KCs$ ،  $smf$ ،  $AF$  و  $Iat$  استفاده شد. میانگین شاخص  $VF$  برای منطقه عدد 0/938 بدست آمد بنابراین بر اساس این شاخص در ردیف مناطق فعال تکتونیک قرار می گیرد. متوسط این شاخص برای حوضه روئین در باختر منطقه عدد 0/773 برای حوضه بیدواز در مرکز عدد 0/783 و برای حوضه کال ولایت در خاور منطقه 1/259 بدست آمد. بنا بر این بر اساس معیارهای این شاخص از باختر به خاور از شدت فعالیت های تکتونیک منطقه کاسته می گردد. میانگین ضریب گراولوس برای حوضه های منطقه عدد 1/99 بدست آمد بنابراین این کل حوضه های منطقه را می توان در ردیف حوضه های کشیده قرار دارد از آنجایی که کشیدگی حوضه ها یکی از مظاهر فعال بودن آنها است. بنابراین منطقه در ردیف مناطق فعال تکتونیک قرار می گیرد. تضاریس جبهه کوهستان نیز در مهمترین گسل های منطقه اندازه گیری شد که متوسط آن عدد 1/38 بدست آمد. بنا بر این بر اساس این شاخص نیز منطقه در ردیف مناطق فعال تکتونیک قرار می گیرد. بر اساس این شاخص گسل های میانی منطقه فعال تر می باشند. نتایج شاخص  $AF$  نیز نشان داد کل حوضه های منطقه به سمت چپ خود گج شدگی دارند که به احتمال زیاد جهت حرکات ارتفاعات البرز در این گج شدگی بی تأثیر نیست. نتایج حاصل از شاخص  $S$  نیز در قسمت های مختلف حوضه متفاوت بود. کمترین میزان این شاخص مربوط به رودخانه روئین و بیشترین آن مربوط به رودخانه کال ولایت می باشد نتایج حاصل از این شاخص نیز مشخص نمود از باختر به طرف خاور از فعالیت های تکتونیک این منطقه کاسته می گردد. شاخص  $Iat$  نتایج کلی شاخص های دیگر را مشخص می نماید متوسط این شاخص برای کل منطقه 1/41 بدست

## منابع

- عابدینی، م.، شبرنگ، ش.، 1393. ارزیابی فعالیت‌های نوزمین ساخت در حوضه آبخیز مشکین چای از طریق شاخص‌های ژئومورفولوژی، نشریه جغرافیای و توسعه، شماره 35، 49-64
- محمد نژاد، آ.، 1395. گسل‌های فعال و تأثیر آن‌ها بر تغییر شکل لندفرم‌های کوآترنر شمال خاور دریاچه ارومیه، ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران، دوره 48، شماره 1، صص 83-106
- مقامی مقیم، غ.، 1395 استان شناسی خراسان 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 نوزمین ساخت در مورفولوژی حوضه آبخیز نچی با استفاده از شاخص‌های ژئومتریک و مورفومتریک، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال 29، شماره 114 صص 9-22
- آق آتابای، م.، عزتی، م.، (1393). تفسیر مورفوتکتونیک حوضه 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 زمین شناسی 1:100000، مشکان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح ایران، نقشه- توپوگرافی 1:50000 (برگه‌های 7664.7662.7563.7364.7264.7364.7564.7464)

## References(in Persian)

- geological survey and mineral explorations Country, Bojnord 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)

Valley, Arabian Journal of Geosciences Arab J Geosci 9: 390,p1-17

- 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 eismology <http://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

- 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.Geophysical Research.
- Cartoan, 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 tectonics; Prentice Hall publisher, New jersey
- Rockwell,T.k.et. al.1984 ablate Pleistocene-Holocene soil chronosquence in the Ventura

Archive of SID



**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 are 0.938, for screw mountain front (smf) are 1.38, basin' warping coefficient (AF) are 54.28, river sinusoidal index (s) are 1.29 and relative tectonic activities index (Iat) are 1.41. 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