

نقش گسل‌های تراستی بینالود و نیشابور بر ژئومورفولوژی تکتونیک حوضه‌های دامنه جنوبی رشته کوه بینالود

ابراهیم تقوی‌مقدم^{۱*} و شهرام بهرامی^۱

۱- گروه اقلیم و ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار

نویسنده مسئول: e.taghavi@hsu.ac.ir*

دریافت: ۹۴/۸/۱۰ پذیرش: ۹۴/۱۱/۳

چکیده

مورفوتکتونیک اشکال و فرم‌های سطح زمین را که تحت تاثیر عوامل تکتونیک شکل گرفته و تحول یافته‌اند را مورد مطالعه قرار می‌دهد. گسل تراستی بینالود با امتداد غربی شرقی به موازات گسل شمال نیشابور در دامنه جنوبی رشته کوه بینالود با فعالیت خود در منطقه باعث تغییرات اساسی در نیمرخ طولی رودخانه‌های منطقه شده است. در این تحقیق از شاخص‌های ژئومورفومتری حوضه آبخیز و شبکه زهکشی، از جمله شاخص، تضاریس جبهه کوهستان Smf، گرادیان طولی رودخانه SI، شاخص تقارن توپوگرافی عرضی T شاخص عدم تقارن آبراه‌ها در حوضه آبریز AF، شاخص شکل حوضه BS، و شواهد ژئومورفولوژیکی در پنج حوضه مطالعاتی باغرود، بوژان، خرو، درود و گرین استفاده شد. بدین منظور از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، عکس‌های هوایی و مدل رقومی ارتفاعی منطقه و نرم-افزار ArcGIS 10.1 به عنوان ابزار تحقیق برای تجزیه و تحلیل ژئومورفولوژی تکتونیک منطقه استفاده شده است. نتایج این تحقیق، بالا-آمدگی دامنه جنوبی بینالود در اثر پدیده فرورانش و عملکرد گسل تراستی بینالود را تایید می‌کند. همچنین هر چه در جهت دامنه جنوبی بینالود به سمت غرب حرکت می‌کنیم تکتونیک شدیدتر می‌باشد. طبق بررسی‌های انجام شده از ۵ حوضه منتخب، حوضه‌های باغرود و بوژان دارای فعالیت تکتونیک بیش‌تری نسبت به حوضه‌های گرین، خرو و درود می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های مورفومتری، گسل تراستی بینالود، مورفوتکتونیک، نیشابور

مقدمه

در زمینه ژئومورفولوژی تکتونیک پژوهش‌های گسترده‌ای در سطح ملی و بین‌المللی انجام شده است. در مقیاس حوضه‌ای افرادی مانند [۲، ۵، ۱۲، ۱، ۱۱] به بررسی روش‌ها و شاخص‌های ارزیابی تکتونیک فعال و معرفی بهترین روش‌ها جهت ارزیابی تکتونیک فعال پرداخته‌اند محققانی چون [۱۴، ۴، ۱۵، ۱۳، ۶ و ۷] به بررسی تاثیر حرکات تکتونیک بر شبکه زهکشی رودخانه‌ها و مخروطه افکنه‌ها و ایجاد پدیده‌هایی چون نشست‌زمین، فرسایش خاک و... پرداخته‌اند. در مورد رشته کوه بینالود نیز مطالعاتی صورت گرفته از جمله حقی‌پور [۳] که با استفاده از دو شاخص گرادیان شیب رود و هیپسومتری به ارزیابی تکتونیک فعال در زون کپه‌داغ- بینالود نموده است. همچنین زمردیان و برومند [۸] به بررسی تاثیر تکتونیک فعال در شکل مخروطه‌افکنه‌های نیشابور پرداخته است و با توجه به عمیق شدن کانال رودخانه‌ها در رأس مخروطه‌افکنه‌ها وضعیت تکتونیک را در این

دانش مورفوتکتونیک^۱، بخشی از علوم زمین است که به مطالعه فرآیندهای تکتونیک از یک سو که ساختار توپوگرافی را شکل می‌دهد و فرآیندهای بیرونی که سعی در تغییر و دگرگونی ساختار توپوگرافی دارد، می‌پردازد. به عبارت دیگر علم ژئومورفوتکتونیک اشکال، ریخت‌ها و فرم‌های سطح زمین را که تحت تاثیر عوامل تکتونیک شکل گرفته و تحول یافته‌اند را مورد مطالعه قرار می‌دهد [۲۴]. این علم به نظارت و ارزیابی فرآیندهای تکتونیک در مقیاس‌های زمانی و مکانی می‌پردازد [۱۸]. شاخص‌های ژئومورفیک به طور خاص برای مطالعات تکتونیک فعال مورد استفاده قرار می‌گیرند و در بررسی فعالیت‌های تکتونیک ابزار مفید و قابل اطمینانی هستند همچنین با استفاده از آن‌ها می‌توان مناطقی را که در گذشته فعالیت‌های سریع و یا کند تکتونیک را تجربه کرده‌اند به راحتی شناسایی نمود [۲۰].

و نیشابور و کشف شواهد ژئومورفولوژیکی متاثر از تکتونیک فعال در منطقه و پاسخ به این سوال می‌باشد که آیا حوضه‌های واقع در دامنه جنوبی بینالود که در معرض گسل تراستی بینالود و نیشابور هستند از لحاظ تکتونیک فعال می‌باشد؟ چه شواهد ژئومورفولوژیکی در منطقه وجود دارد؟ نتایج بدست آمده از شاخص‌های ارزیابی با یکدیگر همخوانی دارند یا خیر؟ گسل تراستی نیشابور با جهت شمال غرب- جنوب شرق حد انفصال سنگ‌های کنگلومرا و شیل در جنوب و مارن و آهک در شمال می‌باشد. هم‌چنین گزارش زمین‌لرزه‌هایی با شدت بالا در این منطقه نشان‌دهنده فعالیت‌های نئوتکتونیک در این منطقه می‌باشد که نیازمند مطالعات و ارزیابی دقیق می‌باشد.

معرفی منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی در حوضه‌های آبخیز واقع در دامنه جنوبی بینالود شامل حوضه‌های باغرود، بوژان، خرو، درود و گرین به مجموع مساحت ۲۷۷/۸۲ کیلومتر مربع در چهارگوش مختصات $۵۶^{\circ} ۳۵'$ تا $۴۰^{\circ} ۳۶'$ شمالی و طول جغرافیایی $۲۹^{\circ} ۵۸'$ تا $۹۲^{\circ} ۵۹'$ در شهرستان نیشابور واقع در استان خراسان رضوی می‌باشد (شکل ۱). این محدوده که در پهنه رسوبی ساختاری زون آلاداغ- بینالود می‌باشد، دارای شیب متوسط ۴۲٪ و بیشینه ارتفاعی ۳۳۰۵ و کمینه ارتفاعی ۱۴۱۵ متر از سطح دریاها آزاد می‌باشد. متوسط بارش در منطقه بر اساس آمارهای سازمان هواشناسی، در یک دوره ۳۰ ساله ۴۴۶ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت بین ۷-۱۴ درجه سانتی‌گراد در سطح حوضه می‌باشد.

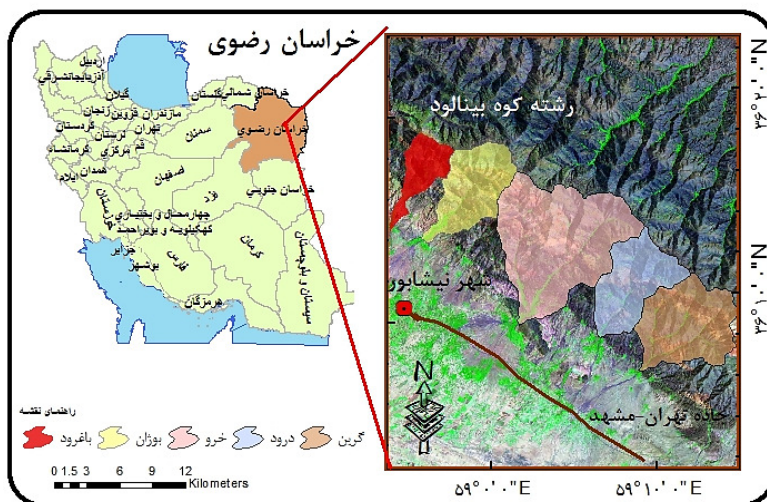
اقلیم منطقه در روش آمبرژه اقلیم ارتفاعات و در روش دومارتن مدیترانه‌ای می‌باشد. گسل تراستی نیشابور با جهت شمال غربی جنوب شرقی در محل خروجی حوضه‌ها قرار دارد (شکل ۲). تمامی حوضه‌ها به دلیل واقع شدن در دامنه جنوبی از لحاظ همگونی در سازندهای زمین‌شناسی تقریباً همجنس هستند، این ویژگی باعث می‌شود نتایج مأخوذه از شاخص‌ها از اعتبار بیش‌تری برخوردار باشند. مشخصات هیدروژئومورفولوژیکی ۵ حوضه انتخاب شده در این تحقیق در جدول ۱ آمده است، این حوضه‌ها جزء حوضه آبریز کال شور بوده که پس از گذشتن از دشت نیشابور وارد کال شور سبزوار می‌شوند.

منطقه فعال می‌داند. با توجه به ناپایداری‌هایی که در دامنه جنوبی کوه بینالود در زمینه حرکات توده‌ای در منطقه بویژه جریان‌های واریزه‌ای درشت دانه و زمین لغزش و هم‌چنین عملکرد گسل تراستی نیشابور، فعال بودن تکتونیک در این منطقه دور از ذهن نیست. علاوه بر این با توجه به رخداد زمین‌لرزه‌هایی با شدت زیاد در این منطقه، ارزیابی و تحلیل وضعیت نئوتکتونیک این منطقه جهت برنامه‌ریزی محیط و هرگونه بهره‌برداری از این دامنه‌ها بسیار لازم و ضروری می‌نمایند. از جمله منابع موجود در مورد دانش تکتونیک ژئومورفولوژی کتاب ژئومورفولوژی تکتونیک نوشته داگلاس^۱ و همکاران [۲۰] و بول [۱۸] می‌باشد هم‌چنین تحقیقاتی که تاکنون انجام شده است که عبارتند از: کلر و پینتر^۲ [۲۵]، ژئومورفولوژی تکتونیک ارتفاعات کالیفرنیا را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است هول بروک و چام^۳ [۲۴] به ارزیابی نقش تکتونیک در الگوی رودخانه پرداخته است. مایر و همکاران^۴ [۲۶]، رویکرد مورفوتکتونیک در آنالیز سیستم‌های زهکشی در مرکز ایتالیا را مورد بررسی قرار داده است. همدونی^۵ و همکاران [۲۳] نئوتکتونیک ارتفاعات جنوب اسپانیا را مورد ارزیابی و بررسی قرار داده است. سوگنز و واناکر^۶ [۲۹]، با توجه به وضعیت تکتونیک ۱۰ حوضه در ماسیف اروپا وضعیت تکتونیک در این محدوده را با توجه به دوره کوتاه‌تر مورد بررسی قرار دادند. بات^۷ و همکاران [۱۷] با استفاده از شاخص‌های AF, SL, HI و EB به ارزیابی تکتونیک در ارتفاعات لیدار کشمیر پرداخته است و این منطقه را تکتونیک و در حال تکامل می‌داند. ساینر کارلیر^۸ و همکاران [۲۸] با استفاده از عملکرد گسل کیاتاق بر تاق‌دیس کاکو در جنوب تیان شان به ارزیابی آثار و شواهد تکتونیک فعال در این منطقه پرداخته است. هدف از این پژوهش، تحلیل ژئومورفولوژی تکتونیک دامنه جنوبی بینالود، حدفاصل شهر جدید بینالود و حوضه میرآباد نیشابور با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک^۹ تحلیل داده‌های میدانی با توجه به عملکرد گسل تراستی بینالود

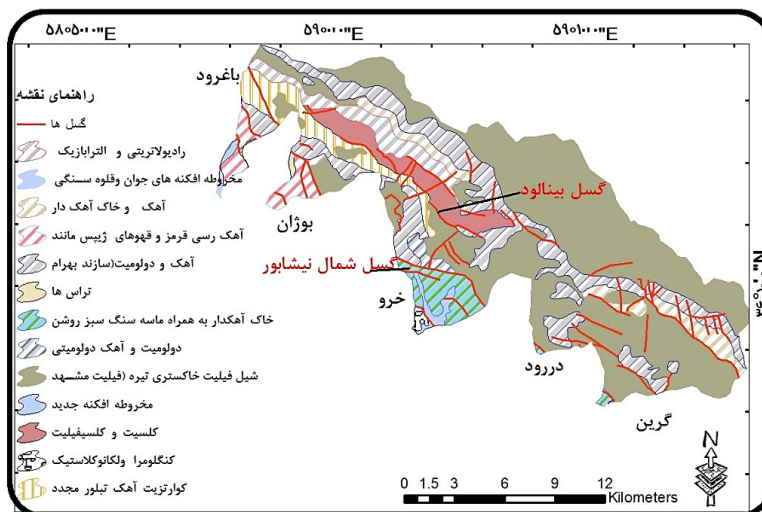
1. Keller and Pinter
2. Holbrook and Schumm
3. Mayer-3
4. Hamdouni
5. Sougnez and Vanacker
6. Bhat
7. Saint Carlier
8. Index of Geomorphology

راندگی در ساختار بینالود مربوط به حرکت پلیت توران به روی ایران در دوره ژوراسیک است. ورقه‌های رورانده از ساختارهای اصلی منطقه است که در محل گسل تراستی بینالود و نیشابور با رسوب‌های نفوژن در ارتباط است [۸].

کنگلوما، شیست و ماسه‌سنگ مربوط به دوره سنوزوئیک به همراه یک لایه مارن و آهک دولومیتی مربوط به سازند سیب‌زار و هم‌چنین رسوبات پلیو‌کوآترنر، سازنده دامنه جنوبی بینالود می‌باشند (شکل ۲). سازندهای برجای‌مانده نشان از یک محیط دریایی در دونین فوقانی دارد. پدیده



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه واقع در دامنه جنوبی رشته کوه بینالود - خراسان رضوی



شکل ۲. نقشه زمین‌شناسی منطقه

تاریخی با $m > 7$ در کمتر از ۲۰۰ سال (۱۴۰۵-۱۲۰۹) میلادی نزدیک نیشابور در شمال شرقی ایران اتفاق افتاده است [۱۸]. سازوکار بیش‌تر گسل‌های منطقه از نوع فشاری (تراستی) است در حالت کلی گسل‌های تراستی در مقایسه با گسل‌های راستالغز و عادی پر انرژی‌تر و شتاب گرانشی افقی در ازای آن‌ها بیش‌تر و می‌توانند میلادی در منطقه باعث گسیختگی گسل نیشابور به طول ۵۰ کیلومتر در منطقه شده است که با توجه به نزدیکی

گسل‌های منطقه عبارتند از گسل تراستی نیشابور، راندگی شمال بوژان، راندگی شمال برفریز، راندگی موشان و گسل منسک که همه آن‌ها با جهت NW-SE در راستای زون ساختاری آلاداغ بینالود قرار گرفته و نشان از تکتونیک بودن منطقه دارد [۸]. پیشینه تاریخی گویای لرزه‌خیزی منطقه است. دست کم ۴ زمین‌لرزه زمین‌لرزه‌های ویرانگری را به وجود آورند [۱۰] طبق بررسی‌های بربریان ۱۹۹۹، زلزله‌های ۱۲۷۰ و ۱۴۰۵

باعث حرکات تکتونیکی در منطقه شده است. از نظر لرزه‌خیزی منطقه نیشابور بارها شاهد زلزله‌هایی با قدرت و شدت بسیار بالا بوده است به نحوی که هفت بار شهر نیشابور به طور کامل تخریب شده و ۳ مرتبه منطقه شهری نیشابور تغییر پیدا کرده است [۸].

این گسل به شهر نیشابور، هم‌چنین با توجه به برش نهشته‌های کواترنر و شواهد زمین‌ساخت فعال و گسل‌های جوان در منطقه ممکن است در آینده خطر بزرگی برای شهر محسوب شود. در حقیقت رشته کوه بینالود محل فرورانش صفحه ایران مرکزی به زیر صفحه توران است [۱۰]، در نتیجه عامل فرورانش در منطقه

جدول ۱. مشخصات حوضه‌های رسوبی دامنه جنوبی بینالود

ردیف	نام حوضه	مساحت km ²	محیط km	حداکثر ارتفاع m	حداقل ارتفاع m	شیب متوسط (درصد)	طول آبراهه اصلی km	ضریب فشردگی (گراولوس)
۱	باغرود	۲۰/۱۴۱۷	۲۵/۰۴۴۶	۳۰۵۴	۱۴۲۳	۴۳/۴	۱۶/۵۷	۱/۶۷
۲	بوژان	۴۲/۹۵۳۸	۳۰/۲۸۶۵	۳۳۰۵	۱۴۶۳	۴۷/۹۴	۱۵/۲۹	۱/۴۸
۳	خرو	۱۰۹/۶۲	۴۸/۵۵	۳۳۰۲	۱۴۳۵	۴۳/۹	۱۹/۳۹	۱/۳۷
۴	درود	۵۴/۵۲۲۸	۳۱/۸۸۵	۳۰۷۶	۱۵۵۰	۴۳/۸۸	۲۵/۷۹	۱/۴۸
۵	گرین	۵۸/۱۵۵۱	۳۴/۱۱۴	۲۹۳۶	۱۵۰۳	۴۲/۹۸	۴۳/۵۳	۱/۴۰

گردید. نتایج حاصله از شاخص‌های مورد استفاده تجزیه و تحلیل و طی دو نوبت بازدید میدانی از حوضه‌های مزبور چند نمونه از شواهد ژئومورفیک موجود شناسایی شد در نهایت با توجه به مقادیر بدست آمده از شاخص‌های مورفومتری و هم‌چنین شواهد ژئومورفولوژیک موجود، حوضه‌ها از لحاظ فعالیت تکتونیکی طبقه‌بندی شدند.

روش تحقیق

در این پژوهش ابتدا با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی کشور، منطقه پژوهش انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت، سپس با استخراج اطلاعات زمین‌شناسی و توپوگرافی و همپوشانی آن‌ها با شبکه زهکشی، مرز ۵ حوضه اصلی در این دامنه به دقت ترسیم شد. بدین منظور از مدل رقومی ارتفاعی زمین (DEM)، تصاویر ماهواره‌ای IRS-P6 و تصاویر سه بعدی Google Earth استفاده شد. در این تحقیق از شاخص‌های تضاریس جبهه کوهستان smf، گرادیان طولی رودخانه sl، شاخص تقارن توپوگرافی عرضی ¹ T شاخص عدم تقارن آبراهه‌ها در حوضه آبریز ² Af، شاخص شکل حوضه bs، به ترتیب در پنج حوضه مطالعاتی به منظور تحلیل ژئومورفولوژی تکتونیکی دامنه جنوبی بینالود نیشابور استفاده شد. شکل ۳ نحوه محاسبه شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق را نشان می‌دهد.

به تناسب استفاده از هر یک از شاخص‌ها اقدام به استخراج اطلاعات از منابع اطلاعاتی مذکور شد. تمامی این اطلاعات در پایگاه اطلاعاتی زمین ³ در نرم‌افزار ARC MAP 10.1 از بسته نرم‌افزاری ARC GIS، سازماندهی شد. شاخص مذکور برای ۵ حوضه منتخب محاسبه

بحث و یافته‌های تحقیق

شاخص تضاریس جبهه کوهستان (Smf)

شاخص سینوسی جبهه کوهستان، شاخصی است که میان نیروهای فرسایشی در جبهه کوهستان، که تمایل به ایجاد اشکال خلیجی مانند دارند و نیروی تکتونیک که در پی جبران فرسایش و ایجاد یک انطباق مستقیم در جبهه کوهستان است، تعادل برقرار می‌کند [۲۵]. این شاخص از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Smf = lmf / ls$$

که در این شاخص:

$$Smf = \text{شاخص سینوسی جبهه کوهستان}$$

$$lmf = \text{طول جبهه کوهستان در امتداد پایکوه (خط}$$

کنیک)

$$ls = \text{طول خط مستقیم جبهه کوهستان}$$

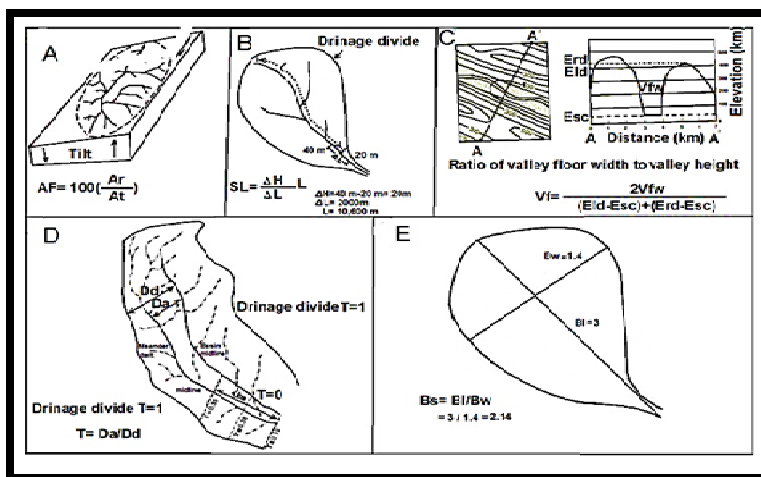
¹. Transverse Topographics Symmetry Factor

². Drainage Asymmetry Factor

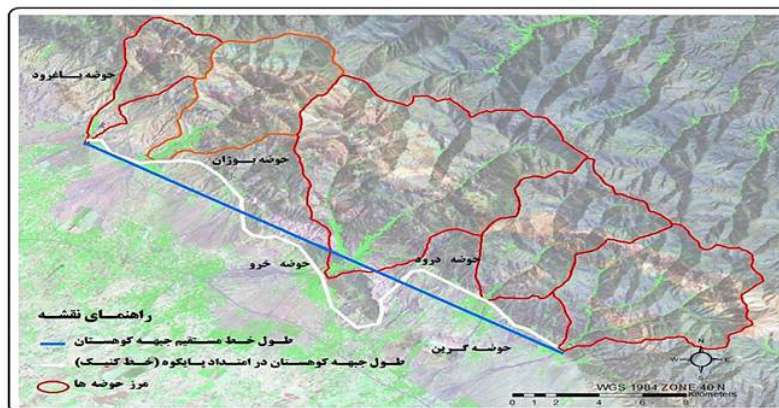
³. Geodatabase

بیش‌تر از ۱/۵ تکتونیک شدید در نظر گرفته شده است [۲۳] مقادیر Smf جبهه‌های کوهستانی حوضه مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است. محاسبات انجام شده حکایت از فعالیت تکتونیکی متوسط به بالا توجه به شاخص سینوسی جبهه کوهستان دارد (شکل ۴).

هر چقدر میزان Smf کمتر باشد حاکی از فعال بودن تکتونیک منطقه و جبهه‌های کوهستانی مستقیم می‌باشد. آستانه مناسب برای ارزیابی وضعیت سینوزیته جبهه کوهستان به این صورت است که مقدار کمتر از ۱/۱ تکتونیک کم، بین ۱/۱ تا ۱/۵ تکتونیک متوسط و



شکل ۳. نحوه محاسبه شاخص‌های مورد استفاده [۲۳]



شکل ۴. محاسبه شاخص سینوسی جبهه کوهستان

جدول ۲: مقادیر شاخص Smf در دامنه جنوبی بینالود

موقعیت	Lmf	Ls	Smf
از خروجی حوضه گرین تا خروجی حوضه باغرود	۲۶۴۵۰	۳۴۳۰۶	۱/۲۹۷

SL = شاخص گرادیان طول رودخانه

ΔH = اختلاف ارتفاع در یک مقطع مشخص

ΔL = فاصله افقی در آن مقطع مشخص

L = طول رودخانه از نقطه مرکزی مقطع اندازه‌گیری

شده تا سرچشمه رودخانه

شاخص گرادیان طول رودخانه (SL)

شاخص گرادیان طول رودخانه: (SL) این شاخص از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$SL = (\Delta H / \Delta L) \cdot L$$

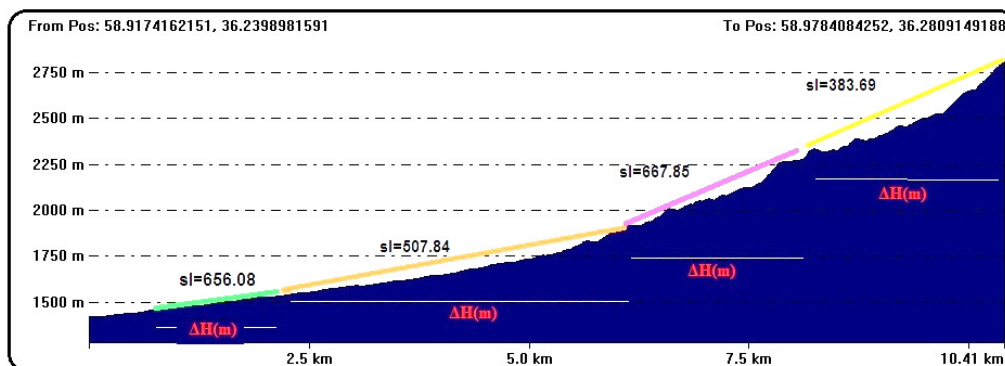
در این رابطه:

میزان SL در مناطق فعال تکتونیکی زیاد می‌باشد (شکل ۲) [۲۳] طبق جدول ۳ بیش‌ترین میزان SL مربوط به حوضه باغرود و گرین است و کمترین فعالیت تکتونیکی مربوط به حوضه بوژان می‌باشد (شکل ۵).

شاخص SL به تغییرات شیب رودخانه بسیار حساس می‌باشد، این حساسیت برآورد میزان روابط موجود بین فعالیت‌های تکتونیکی، مقاومت سنگ و توپوگرافی را امکان‌پذیر می‌سازد. این شاخص در مناطقی که بستر رودخانه در سنگ‌های سخت قرار دارد، افزایش می‌یابد.

جدول ۳. محاسبه مقادیر SL در حوضه‌های مورد مطالعه

H	مقطع رودخانه	ارتفاع (m)	نقطه میانی	$\Delta L(m)$	$\Delta h(m)$	(mL)	SI	میانگین
	(D)							
باغرود	۱	۱۴۲۰-۱۵۸۰	۱۵۱۰	۱۶۰	۲۲۲۸	۹۱۳۶	۶۵۶.۰۸۶۲	۵۵۳.۸۶۹
	۲	۱۵۸۰-۱۸۰۰	۱۶۹۰	۲۲۰	۲۷۵۰	۶۳۴۸	۵۰۷.۸۴	
	۳	۱۸۰۰-۲۳۰۰	۲۰۲۰	۵۰۰	۲۸۰۶	۳۷۴۸	۶۶۷.۸۵۴۶	
	۴	۲۳۰۰-۲۸۲۰	۲۴۸۰	۵۲۰	۲۸۴۶	۲۱۰۰	۳۳۶.۶۹۶۴	
بوژان	۱	۱۵۲۰-۱۶۴۰	۱۵۶۰	۱۲۰	۳۱۴۴	۱۰۸۱۲	۴۱۳.۶۷۱۸	۴۱۳.۶۷۱۸
	۲	۱۶۴۰-۱۸۴۰	۱۷۴۰	۲۰۰	۲۸۲۸	۷۸۸۸	۵۵۷.۸۵۰۱	
	۳	۱۸۴۰-۲۶۴۰	۲۲۴۰	۸۰۰	۲۸۳۱	۴۴۵۴	۹۳۰.۹۶۶	
	۴	۲۶۴۰-۳۲۴۰	۲۶۶۰	۶۰۰	۲۶۹۰	۱۵۵۵	۳۴۶.۸۴۰۱	
خرو	۱	۱۴۴۰-۱۵۸۰	۱۵۰۰	۱۴۰	۴۰۳۹	۱۴۴۵۷	۵۰۱.۱۰۹۲	۵۰۱.۱۰۹۲
	۲	۱۵۸۰-۱۷۶۰	۱۶۶۰	۱۸۰	۳۴۷۳	۱۰۴۶۸	۵۴۲.۵۳۹۶	
	۳	۱۷۶۰-۲۰۸۰	۱۹۲۰	۳۲۰	۳۸۶۸	۶۸۹۵	۵۷۰.۴۲۴	
	۴	۲۰۸۰-۲۸۸۰	۲۲۸۰	۸۰۰	۵۰۶۱	۳۷۷۰	۴۳۷.۸۵۸۱	
درود	۱	۱۵۶۰-۱۷۸۰	۱۶۶۰	۲۲۰	۳۶۶۰	۹۶۴۰	۵۷۹.۴۵۳۶	۴۵۳.۴۷۹
	۲	۱۷۸۰-۲۰۸۰	۱۸۸۰	۳۰۰	۲۹۷۰	۶۴۵۱	۶۵۱.۶۱۶۲	
	۳	۲۰۸۰-۲۳۰۰	۲۱۸۰	۲۲۰	۲۲۲۲	۳۶۲۰	۳۵۸.۴۱۵۸	
	۴	۲۳۰۰-۳۰۲۰	۲۶۰۰	۷۲۰	۲۵۴۷	۱۳۲۱	۳۷۳.۴۲۷۶	
گرین	۱	۱۵۰۰-۱۷۲۰	۱۶۰۰	۲۲۰	۴۰۵۳	۹۸۶۶	۵۳۳.۵۳۴۲	۵۳۵.۵۳۴۲
	۲	۱۷۲۰-۱۹۶۰	۱۸۶۰	۲۴۰	۳۲۷۰	۶۰۵۸	۴۴۴.۶۳۳۹	
	۳	۲۲۸۰-۱۹۶۰	۲۱۲۰	۳۲۰	۲۱۷۶	۳۵۵۹	۵۲۳.۳۲۲۴	
	۴	۲۲۸۰-۲۷۸۰	۲۴۰۰	۵۰۰	۲۷۵۷	۱۳۷۹	۲۵۰.۹۰۷	



شکل ۵. نیمرخ طولی رودخانه باغرود به همراه مقادیر SL

تقسیم آب می‌باشد. در حوضه‌های کاملاً متقارن $T=0$ است و مقدار T بیانگر یک بردار با مقدار عددی بین ۰ تا ۱ می‌باشد. با افزایش عدم تقارن مقدار T افزایش پیدا می‌کند [۲۲] در این شاخص مقادیر عددی نزدیک به ۱ بیانگر تکتونیک فعال می‌باشد. مقادیر Da و Dd در ۳۰ نقطه از مسیر رودخانه هر یک از رودخانه‌ها اندازه‌گیری شده (شکل ۶) و از مجموع این اندازه‌گیری‌ها میانگین

شاخص تقارن توپوگرافی معکوس (T)

شاخص تقارن توپوگرافی معکوس، شاخصی است که در ارزیابی نامتقارن بودن حوضه و بررسی حرکات تکتونیک فعال به کار برده می‌شود و به این صورت تعریف می‌گردد: $T = Da / Dd$ در این فرمول، T شاخص تقارن توپوگرافی معکوس، Da فاصله خط میانی حوضه زهکشی تا رودخانه اصلی و Dd فاصله خط میانی حوضه تا خط

کوهستان انتخاب شد (شکل ۷). سپس مقادیر VF در هر حوضه طبق رابطه ۲ محاسبه شد.

$$vf = \frac{2v_{f_{TW}}}{(E_{1d} - E_{2c}) + (E_{2d})}$$

$v_{f_{TW}}$ عرض دره

E_{1d} ارتفاع دیواره سمت چپ دره

E_{2c} ارتفاع دیواره سمت راست دره

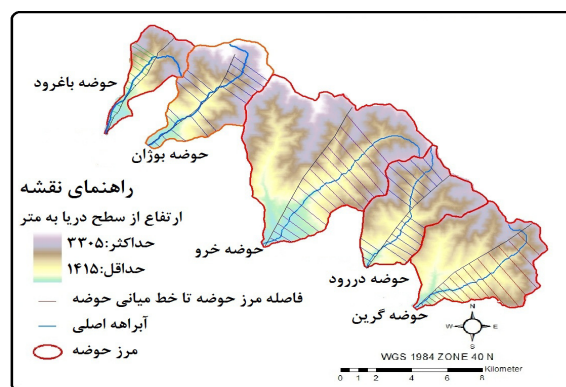
E_{2d} ارتفاع از سطح دریا

با توجه به مقادیر محاسبه شده در هر حوضه، حوضه بوژان و گرین به ترتیب با مقادیر ۰/۱۶ و ۰/۲۵ دارای کمترین میزان vf و در نتیجه دارای فعالیت تکتونیکی شدیدتری نسبت به سایر حوضه‌ها می‌باشد (جدول ۴).

گرفته شده تا عدد بدست آمده نماینده و بیان کننده کل مسیر هر یک از رودخانه‌ها باشد (جدول ۴).

عرض از دره به عمق VF

این شاخص نشان‌دهنده جوان بودن و یا پیری مراحل سیکل فرسایشی است و نشان‌دهنده این است که جهت رسیدن به تعادل حرکات تکتونیکی نیز همچنان وجود دارد. در محاسبه این شاخص باید دقت نمود که اندازه‌گیری داده‌ها در فاصله مشخصی از جبهه کوهستان صورت گیرد. به طور کلی هر چه مقدار VF کوچک‌تر باشد نشان‌دهنده تکتونیک بیش‌تر و دره به شکل V و بالعکس هر چه VF بیش‌تر فعالیت تکتونیکی کمتر است و شکل دره بیش‌تر U شکل است. به این منظور سه مقطع از هر حوضه در فاصله یک کیلومتری از جبهه



شکل ۶. نحوه محاسبه شاخص T در حوضه‌های مورد مطالعه



شکل ۷. محاسبه شاخص عرض از دره به عمق VF

جدول ۴. میزان فعالیت تکتونیکی بر اساس شاخص T

فعالیت تکتونیکی	T(mean)	پارامتر حوضه
خیلی زیاد	۰/۳۹۷	خرو
زیاد	۰/۳۷۸	باغرود
متوسط	۰/۳۱۲	گرین
کم	۰/۲۲۳	دررود
بسیار کم	۰/۱۳۲	بوژان

جدول ۵. محاسبه شاخص عرض از دره به عمق VF

H	مقطع	vfw	EID	E SC	ERD	ESC	VF	M-VF
باغرود	۱	۱۲۲	۱۶۸۰	۱۶۲۰	۱۶۸۰	۱۶۲۰	۰.۰۳۳۳۳۳	۰.۲۵۳۴۸
	۲	۳۰	۱۷۲۵	۱۷۰۰	۱۷۵۰	۱۷۰۰	۰.۸	
	۳	۸۰	۱۷۸۵	۱۶۵۰	۱۷۶۰	۱۶۵۰	۰.۶۵۲۰۶۱	
بوژان	۱	۲۰	۱۶۴۰	۱۵۵۰	۱۶۶۰	۱۵۵۰	۰.۲	۰.۱۶۰۰۷
	۲	۱۵	۱۹۷۰	۱۶۲۰	۱۸۲۰	۱۶۲۰	۱.۰۵۴۵۴۵	
	۳	۱۵	۲۱۵۰	۱۷۵۰	۲۲۷۰	۱۷۵۰	۰.۰۳۲۶۰۹	
خرو	۱	۹۰	۱۶۵۰	۱۵۰۰	۱۵۶۰	۱۵۰۰	۱.۸۵۷۱۴۳	۱.۱۶۶۴
	۲	۹۰	۲۲۵۰	۱۷۰۰	۲۱۰۰	۱۷۰۰	۱.۱۸۹۴۷۴	
	۳	۹۰	۲۳۷۶	۱۷۰۰	۲۲۵۰	۱۷۰۰	۰.۰۴۶۸۱۹	
درود	۱	۱۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۹۰۰	۱۶۰۰	۰.۰۲۸۵۷۱	۰.۲۵۳۴۸
	۲	۲۰	۲۲۰۰	۱۷۰۰	۱۹۰۰	۱۷۰۰	۰.۰۵۷۱۴۳	
	۳	۱۰	۲۱۲۵	۱۷۵۰	۲۳۵۰	۱۷۵۰	۰.۰۲۰۵۱۳	
گرین	۱	۵۰	۱۹۵۰	۱۶۰۰	۱۸۵۰	۱۶۰۰	۱.۱۶۶۶۶۷	۱.۱۲۰۰۱
	۲	۶۰	۲۰۵۰	۱۶۰۰	۱۹۲۰	۱۶۰۰	۱.۱۵۵۸۴۴	
	۳	۲۵	۱۷۵۰	۱۵۰۰	۱۷۵۰	۱۵۰۰	۰.۴۴	

جدول ۶. مقادیر t در حوضه‌های مورد مطالعه

شماره	حوضه	VF	فعالیت تکتونیکی
۱	بوژان	۰/۱۶۰۰۷	خیلی زیاد
۲	باغرود	۰/۲۵۳۴	زیاد
۳	درود	۰/۳۵۲۰	متوسط
۴	گرین	۱/۱۲۰۳	کم
۵	خرو	۱/۱۶۶۳	خیلی کم

تند را ایجاد می‌کنند [۲۷ و ۱۹]. این مقدار در حوضه‌های مورد مطالعه به این صورت است که حوضه باغرود و بوژان نسبت به حوضه‌های دیگر دارای مقادیر بالای BS و در نتیجه حوضه‌های کشیده و فعال‌تری از نظر تکتونیکی می‌باشند و حوضه‌های خرو و درود و گرین دارای مقادیر BS کمتر می‌باشد که نشان‌دهنده گرد بودن حوضه‌ها و آرام بودن وضعیت تکتونیکی می‌باشد (شکل ۸). به این صورت هرچقدر از شرق به غرب حرکت کنیم به ضریب گردآوری حوضه افزوده می‌شود که نشان‌دهنده فعال‌تر بودن تکتونیک در قسمت غربی بینالود می‌باشد (جدول ۷).

شواهد ژئومورفولوژیکی حاصل از تکتونیک فعال

شاخص‌های مورفومتری کمی محاسبه شده برای هر یک از حوضه‌ها شواهد مناسبی برای تکتونیک فعال محسوب می‌شوند هرچند برخی از شواهد ظاهری در منطقه وجود دارد که تحت تاثیر تکتونیک فعال سیمای مورفولوژیکی منطقه را برهم زده است. با تطبیق و بررسی جهت

نسبت شکل حوضه (BS)

حوضه‌های فعال تکتونیکی، به دلیل عدم تکامل ژئومورفولوژیکی عمدتاً شکل کشیده‌ای دارند. شکل حوضه در طول زمان با توقف میزان بالآمدگی، به تدریج دایره می‌شود [20] نسبت شکل حوضه با رابطه زیر بیان می‌گردد:

$$BS = BI / Bw$$

که در آن:

BS = شاخص شکل حوضه

BI = اندازه طول حوضه از انتهایب‌ترین مقسم آب تا خروجی حوضه

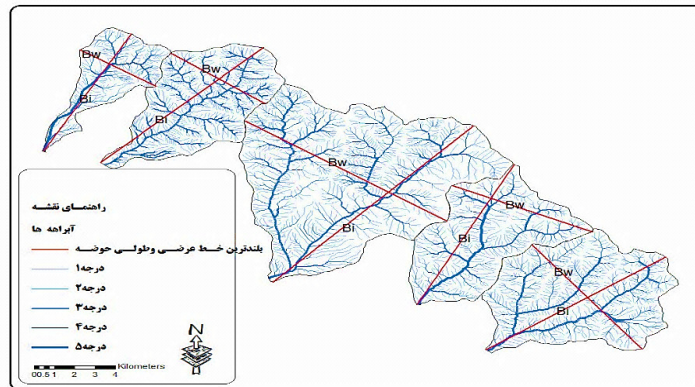
Bw = پهناي حوضه در پهن ترین قسمت

مقادیر بزرگ این شاخص مربوط به حوضه‌های کشیده در نواحی فعال زمین‌ساختی است، در حالی که مقادیر کوچک آن در حوضه‌های دایره‌ای شکل نواحی غیرفعال را نشان می‌دهد. زمانی که فعالیت زمین‌ساختی کم یا متوقف می‌شود عریض‌شدگی رخ می‌دهد و زمانی که پیشانی کوهستانی سریع بالا می‌آیند حوضه‌های کشیده و

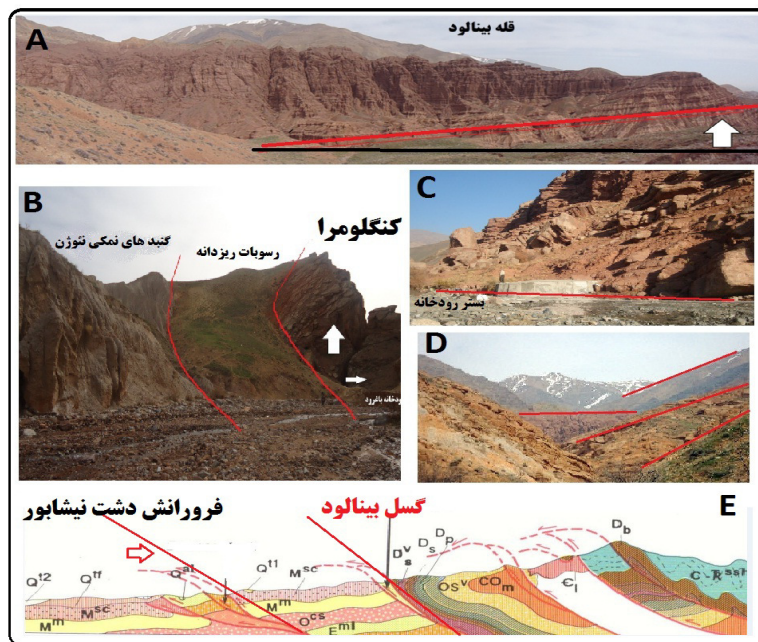
کلسیت، رادیولاتریت و دولومیت (سازند بهرام) دقیقاً در محدوده حوضه‌های انتخابی نیز نشان‌دهنده حداکثر بالای‌آمدگی در بخش غربی دامنه جنوبی بینالود می‌باشد (شکل ۹).

هم‌چنین جابه‌جایی شبکه‌ی اصلی آبراهه در رأس مخروط افکنه‌ها به غرب منطقه نیز نشان‌دهنده بیش‌ترین فعالیت در قسمت غربی منطقه می‌باشد (شکل ۱۰)، همه این شواهد نشان‌دهنده عدم تکامل تکتونیکی و میل به تکامل در قسمت مرکزی و غربی دامنه جنوبی بینالود می‌باشد.

آبراهه‌ها با راستای گسل‌ها مشخص شد آبراهه‌ها در جهت عمود بر گسل‌ها جریان داشته و با برش صفحه گسل، پرتگاه و آبشارهایی در مسیر رودخانه ایجاد کرده است که این عامل باعث افزایش قدرت کاوش و حفر بستر رودخانه و بالتبع آن افزایش بار رسوب رودخانه شده است. ایجاد مخروطه‌افکنه‌های جدید بر روی مخروطه افکنه‌های قدیمی نشان‌دهنده بالای‌آمدگی تکتونیکی در امتداد گسل نیشابور و خروجی رودخانه به سمت دشت می‌باشد. برونزد لایه‌های زیرین زمین‌شناسی از جنس



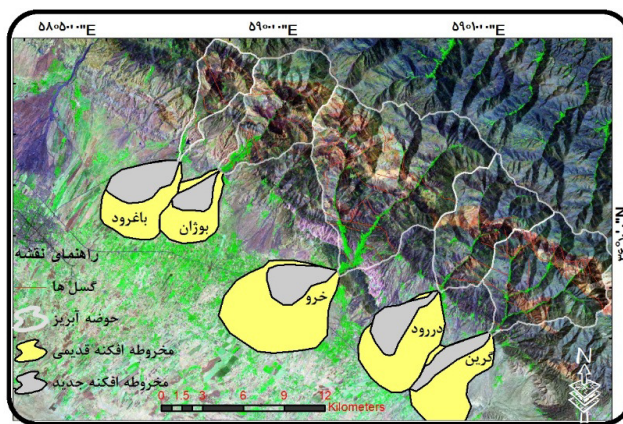
شکل ۸. محاسبه ضریب گردآوری حوضه (BS)



شکل ۹. تصویر A نمای طولی از دامنه جنوبی و بالای‌آمدگی رخنمون کنگلومرای پلیستوسن. تصویر B برونزد سه لایه زمین‌شناسی از منطقه و برش این لایه‌ها توسط رودخانه. تصویر C تفاوت رسوبات رودخانه با رسوبات بستر نشان‌دهنده کاوش شدید در بالا دست رودخانه. تصویر D توالی لایه‌های زمین‌شناسی در رودخانه باغرود. تصویر E نیمرخ عرضی دامنه جنوبی بینالود و فرورانش رسوبات دشت نیشابور به زیر رشته کوه بینالود (سازمان زمین‌شناسی)

جدول ۷. محاسبه مقادیر BS برای حوضه‌های مورد مطالعه

حوضه ها	BI	BW	BS
واحد	Km	Km	
باغرود	۹۳۵۰.۳۵	۴۵۶۰.۵	۲۰۵۰۲۹
بوژان	۱۱۴۳۶.۶	۵۸۱۲.۲۳	۱۹۶۷۶۸
خرو	۱۴۸۱۱.۱۹	۱۳۲۳۰.۲	۱۲۱۱۰۳
درود	۱۰۹۴۹.۲۶	۷۶۸۲.۱۳	۱۴۲۵۲۹
گرین	۱۱۰۲۲.۶۸	۹۱۴۱.۸۱	۱۲۰۵۷۴



شکل ۱۰. ایجاد مخروطه‌افکنه‌های جدید بر روی مخروطه‌افکنه‌های قدیمی و کج‌شدگی رأس مخروطه‌افکنه‌های جدید به سمت غرب

نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش ارزیابی و تحلیل تکتونیک ژئومورفولوژی دامنه جنوبی رشته کوه بینالود می‌باشد. بررسی‌های انجام شده در این پژوهش حاکی از این است که دامنه جنوبی بینالود دارای حرکت تکتونیک به دلیل پدیده فروانش (سباداکشن) صفحه ایران مرکزی به زیر پوسته توران می‌باشد. با توجه به شاخص تضاریس جبهه کوهستان، منطقه جزء مناطق با تکتونیک متوسط به بالا است، شاخص گرادیان طول رودخانه (SL) حوضه‌های باغرود، گرین، درود، خرو و بوژان به ترتیب دارای بیش‌ترین مقادیر (SL) و در نتیجه حداکثر فعالیت تکتونیک می‌باشند با توجه به سایر شاخص‌های استفاده شده در این مقاله از جمله شاخص تقارن توپوگرافی معکوس (T)، عرض از دره به عمق (VF)، نسبت شکل حوضه (BS)، حوضه‌های باغرود، بوژان و خرو به ترتیب دارای بیش‌ترین فعالیت و بالا آمدگی نسبت به حوضه‌های درود و گرین می‌باشد در نتیجه هر چه از سمت شرق به غرب حرکت می‌کنیم بالا آمدگی تکتونیک بیش‌تر می‌شود. با مقایسه جهت آبراهه‌ها با راستای گسل‌ها و خطواره‌ها در منطقه مشخص شد آبراهه‌ها در جهت عمود

با گسل‌ها جریان داشته به نحوی که همزمان با بالا آمدگی تکتونیک لایه‌های را برش زده و دره‌های عمیق و شکل ۷ ایجاد نموده است. با بررسی مخروطه‌افکنه‌های پیر و جوان واقع در جبهه بیرونی دامنه بینالود مشخص شد رودخانه‌ها هنوز به تکامل نرسیده و همچنان در حال حفر بستر و رسوب‌گذاری آن بر روی مخروطه‌افکنه قدیمی می‌باشد، علاوه بر آن عملکرد گسل‌های تراستی واقع در جبهه کوهستان باعث ایجاد انحراف در آبراهه خروجی شده که این امر منجر انحراف جریان رسوب-گذاری در رأس مخروطه‌افکنه‌ها شده است.

منابع

- [۱] بیاتی خطیبی، م (۱۳۸۸) تحلیل اثرات نئوتکتونیک در نیمرخ طولی رودخانه‌های حوضه قرنقوچای واقع در دامنه شرقی سهند، مجله فضای جغرافیایی اهر، شماره ۲۷، ص ۷۹-۲۵
- [۲] پورکرمانی، م. خردمند، ب. هدایتی، م (۱۳۸۰) تعیین زمین ساخت فعال با استفاده از مورفولوژی مسیر رودخانه‌ها با نگرشی ویژه بر راندگی زردکوه و تاقدیس پز (جنوب‌شرق لرستان). بیستمین گردهمایی علوم‌زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.

- [۱۵] یمانی، م، اسدیان، خ (۱۳۸۳) شواهد ژئومورفولوژیکی عملکرد گسل تبرئه و تلخاب در فرونشست چاله میقان، پژوهش‌های جغرافیایی شماره ۴۷ بهار ۱۳۸۳ ص ۱۱۱-۱۲۱.
- [16] Barbarian, M and Yeats, R (1999) Patterns of historical earthquake rupture in the Iranian Phteau, Bulletin of the Seismological Society America, 89, 120-139.
- [17] Bhat F. A. Bhat I. M. I, Hamid Sana , Mohd Bal ,Akhtar R. Mir (2013) Identification Of Geomorphic Signatures Of Active Tectonics In The West Lidder Watershed, Kashmir Himalayas: Using Remote Sensing And Gis International Journal Of Geomatics And Geosciences Volume 4, No 1, 2013.
- [18] bull.b.william (2007) tectonic geomorphology of mountain Blackwell Science, Ltd india.
- [19] Dehbozorgi, M. Pourkermani, M. Arian, M. Matkan, A.A, Motamedi H. Hosseinias, H (2010) Quantitative analysis of relative tectonic activity in the Sarvestan area, central Zagros, Iran, GEOMOR-03284; No of Pages 13,0169-555- see front matter 2010 Published by Elsevier.
- [20] Burbank, R .Duglas, W., S. Anderson (2001) Tectonic Geomorphology. Blackwell Science, Ltd.
- [21] Goudie, A. S (2004) Encyclopedia of Geomorphology, Vol. 1 & 2, Routledge, New York.
- [22] Guarnieri, P and Pirrotta, C (2008) "The response of drainage basins to the late Quaternary tectonic in the Sicilian side of the Messina Strait (NE Sicily)", Geomorphology, 95:260-2734.
- [23] Hamdouni, R.El. Iriggaray, C. Fernandez, T. Chacon, J. Keller, E.A (2008) Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (Southern Spain). Geomorphology. 96. pp: 150-173.
- [24] Holbrook, Schumm,S.A (1999) Geomorphic and sedimentary response of rivers to tectonic deformation: a brief revive and critique of a tool for recognizing subtle epeirogenic deformation in modern and ancient settings. Tectonophysics, vol 305, pp287-306.
- [25] Keller E.A, Pinter .N (2002) Active Tectonics Earthquake Uplift, And Landscape,Prentice Hall Newjersey.
- [26] Mayer,L ; Savelli,D ; Menichetti,M ; Nesci,O (2003) Morphotectonic approach to the drainage analysis in the North Marche region, central Italy. Quaternary International, vol 101-102, pp157-167.
- [27] Ramirez-Herrera,M.T (1998) Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay graban, Mexican Volcanin belt. Earth surface process and land froms. Vol. 23, pp 317-322.
- [۳] حقی‌پور، ن (۱۳۸۶) بررسی ریخت زمین‌ساختی گستره کپه‌داغ- بینالود بر پایه شاخص‌های گرادیان شیب رود و هیپسومتري، نشریه علوم زمین شماره ۶۴ ص ۷۴-۸۹.
- [۴] خیام،م. مختاری کشکی، د (۱۳۸۲) ارزیابی عملکرد فعالیت‌های تکتونیکی بر اساس مورفولوژی مخروط افکنه‌ها، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، بهار ۱۳۸۲، ص ۱-۱۰
- [۵] رادفر، ش، پورکرمانی، ح (۱۳۸۴) ریخت زمین‌ساخت گسل کوهبنان، مجله علوم زمین شماره ۵۸، صص ۱۸۳-۱۶۶.
- [۶] رامشت، م، سیف، ع، شاهرودی، س و انتظاری، م (۱۳۸۸) تاثیر تکتونیک جنبا بر مورفولوژی مخروط‌افکنه درختنگان در منطقه شهداد کرمان، جغرافیا و توسعه شماره ۱۶، ص ۲۹-۴۶.
- [۷] روستایی، ش. رجبی، م، زمردیان، م. و مقامی، غ (۱۳۸۸) نقش فعالیت‌های تکتونیکی در شکل‌گیری و گسترش مخروط‌افکنه‌های دامنه جنوبی الداغ، مجله جغرافیا توسعه شماره ۱۳ ص ۱۳۷-۱۵۶.
- [۸] زمردیان، م، برومند، ر (۱۳۹۱) تجزیه و تحلیل مورفوژن و تفاوت‌های کمی و کیفی مخروط‌افکنه‌های رشته کوه بینالود با رویکرد هیدرومورفوتکتونیکی، پژوهش‌های جغرافیایی کمی شماره ۲ پاییز ۹۱ ص ۵۳-۷۲.
- [۹] سلیمانی، ش (۱۳۷۸) رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیکی جوان و فعال " با نگرشی بر مقدمات دیرینه لرزه شناسی"، تهران، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
- [۱۰] شجاع طاهری، ج.، قرشی، م (۱۳۸۱) بررسی خطر زمین‌لرزه گسلش در گستره مشهد نیشابور، مجله علوم زمین، سال یازدهم، شماره ۴۵، ص ۲۲-۲۸.
- [۱۱] عزتی، م، آق آتابای، م، رقیمی، م، شتابی ش (۱۳۹۲) تجزیه و تحلیل برخی از شاخص‌های ریخت زمین ساختی حوضه شیرین رود کپه‌داغ مرکزی، مجله آمایش جغرافیایی فضا دانشگاه گلستان شماره ۶، ص ۲ ص ۱۶.
- [۱۲] گورابی، ا و نوحه‌گر، ا (۱۳۸۶) شواهد ژئومورفولوژیک تکتونیک فعال حوضه آبریز درکه، پژوهش‌های جغرافیایی شماره ۶۰ ص ۱۷۸-۱۹۶.
- [۱۳] مقصودی، م. کامرانی، دلیر، ح (۱۳۸۷) ارزیابی نقش تکتونیک در تنظیم کانال رودخانه تجن، پژوهش‌های جغرافیایی شماره ۶۶ ص ۳۷-۵۵.
- [۱۴] موسوی‌حرمی، ر. محبوبی، ا، برنדרابرت، ال (۱۳۸۱) نقش تکتونیکی در رسوبگذاری و مورفولوژی رودخانه کشف رود واقع در شمال شرق ایران. مجله علوم دانشگاه تهران، دوره ۲۸ شماره ۱، صص ۶۸-۵۳.

- [28] Saint Carlier Dimitri, Graveleau Fabien, Delcaillau Bernard (2014) geomorphic assessment of the tectonic activity of Qiulitagh fold-belt, Kuqa foreland basin, Xinjiang, China Geophysical Research Vol. 16, 2014.
- [29] Sougnez .N and Vanacker (2011) V the topographic signature of Quaternary tectonic uplift in the Ardennes massif (Western Europe) Hydrol. Earth Syst. Sci., NO -15, P 1095-1107, 2011.

The Effect of Trust fault Binalud and Nishabor on tectonics geomorphology on southern slopes basins in the Binalud Mountain

E. Taghavi Moghadam¹ and Sh. Bahrami¹

1- Dept. of Climate and Geomorphology, Hakim Sabzevari University, Sabzevar

* e.taghavi@hsu.ac.ir

Recieved: 2015/10/31

Accepted: 2016/1/22

Abstract

Morphotectonic is the study of shapes and forms that evolved on the Earth's surface caused by tectonic. Binalud thrust fault along the east-west fault Nishabor, caused fundamental changes in the longitudinal profile of the region's rivers. In this study, we used indicators of geomorphometry of catchment and drainage network, including index, serration mountain front Smf, the gradient of valley-SI, symmetry index topographic cross T asymmetry index rivers in the catchment area AF, the shape of the basin BS, and including geomorphological studies in five basins Baghrod, Bojan, Kharve, Darrod and Gorin. Topographic maps, geology map, aerial photographs and digital elevation model and ArcGIS 10.1 were used for analysis of regional tectonic geomorphology. The results confirm the southern slopes of Binalud uplifted due to subduction thrust fault West ward, is tectonics. According to Review done Check out the 5 selected watershed basins by Baghrod and Bojan tectonically more active the Gorin and Kharve are more active than the rest of the studied areas.

Keywords: Geomorphology, index thrust fault Binalud, tectonics, morphotectonic, Neyshabour