جغرافیا و توسعه شماره ۴۳ تابستان ۱۳۹۵
وصول مقاله : ۱۳۹۴/۰۳/۱۱
تأیید نهایی : ۱۳۹۴/۱۲/۰۸
صفحات : ۹۰-۷۱

تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی در ریخت‌شناسی حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی روئین در شمال شرق ایران

دکتر غلامرضا مقامی مقیم[۱]

چکیده

حوضه‌ی آبریز روئین، یکی از زیرحوضه‌های رودخانه‌ی کالشور، واقع در دامنه‌های جنوبی کوه‌های آلاداغ است، که در شمال شرقی ایران قرار دارد. فعالیّت‌های تکتونیکی این حوضه، در آخرین فاز کوه‌زایی لارامید آغاز شده و همچنان ادامه دارد. این فعالیّت‌ها، علاوه بر وقوع مخاطرات طبیعی، تأثیرات زیادی در ویژگی‌های مختلف این حوضه داشته است. اطلاع از فعالیّت‌های تکتونیکی این حوضه، به دلیل مجاورت و تأثیرگذاری آن در شهر بجنورد (مرکز استان خراسان شمالی) و برنامه‌ریزهای آمایش رودخانه‌ای، یک ضرورت محسوب می‌شود.

جهت بررسی این فعالیّت‌ها از شاخص‌های مورفوتکتونیکی مرتبط با ژئومورفولوژی، یعنی مقایسه‌ی نیمرخ طولی و لگاریتمی، شاخص پهنای کف دره نسبت به ارتفاع آن (**vf**)، شاخص تضاریس جبهه کوهستان(**smf**)، شاخص سینوسی رودخانه (**s**) و شاخص ارزیابی فعالیّت‌های زمین ساختی (**lat**) استفاده گردیده ونتایج حاصل از بررسی این شاخص‌ها و تأثیر چین‌خوردگی‌ها نشان داده است که این حوضه در معرض فعالیّت‌های شدید تکتونیکی قرارداشته و این فعالیّت‌ها باعث شده است که در این حوضه، نیمرخ طولی رودخانه‌ها نامنظم، دره‌ها عمیق و کم عرض، شکل حوضه کشیده و مسیر رودخانه‌ها و جبهه‌ی کوهستان پیچ و خم کمتری داشته باشد. همچنین جمع‌بندی این مطالعات نشان داد که فعالیّت‌های تکتونیکی در محل اتصال سه شاخه‌ی این رود، یعنی منطقه دومن نیم، به اوج خود رسیده و حاصل آن به صورت تنگه‌ای کم‌عرض، صخره‌های پرشیب و پدیده‌ی انحراف رودخانه‌ای جلوه‌ی خاصی به توپوگرافی این قسمت حوضه داده است.

کلیدواژه‌ها: حوضه‌ی آبریز روئین، شاخص‌های مورفوتکتونیک، ریخت‌شناسی حوضه.

۱- استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه دامغان
gh.maghami@du.ac.ir

مقدمه

حوضه‌های آبریز، بهترین عرصه برای نمود عینی تقابل فعالیّت‌های تکتونیکی و فرایندهای فرسایشی هستند که در این عرصه ریخت ظاهری حوضه‌ها، تحت تأثیر رقابت این دو عامل شکل می‌گیرند. آنچه مسلم است، فشار وارده به یک قسمت از زمین، از طریق فعالیّت‌های تکتونیکی موجب شکستگی‌های گسترده شده راه را برای نفوذ آب فراهم کرده و به وسیله‌ی ذهکشی و جریان آب، حوضه‌های آبریز در آن شکل گرفته‌اند. امروزه روش‌های مختلفی جهت بررسی تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی در حوضه‌های آبریز ابداع شده است. امّا روش‌های مورفوتکتونیکی به دلیل تناسب زمانی مناسب‌ترین روش‌ها محسوب می‌شوند. به همین دلیل بسیاری از محققان تأثیرات فعالیّت‌های تکتونیکی درحوضه‌های آبریز را با این روش‌ها مورد مطالعه قرار داده‌اند که از مهمترین این مطالعات می‌توان به مطالعات بول[۱] و مک فادن[۲] در سال ۱۹۷۷ در گسل کالیفرنیا اشاره نمود. نتایج این مطالعات نشان داد که فعالیّت‌های تکتونیکی این گسل، نقش عمده‌ای در ریخت‌شناسی حوضه‌های آبریز این منطقه، بخصوص نیمرخ تعادل دره‌های آن داشته است.

ویلمن[۳] و نیوپفر[۴] نیز در سال ۱۹۹۴ در ارتفاعات مرکزی تایوان، فعالیّت‌های تکتونیکی را با روش مقایسه نیمرخ لگاریتمی و طولی مشخص و آثار این فعالیّت‌ها را در ریخت ظاهری این ارتفاعات بررسی کردند *(مقامی‌مقیم، ۱۳۸۸: ۱۳۸)*. همچنین آندری کورچنکوف[۵] در ارتفاعات تین‌شان قرقیزستان، ارتباط فعالیّت‌های تکتونیکی و ریخت‌شناسی زمین را با شاخص‌های مورفوتکتونیکی مطالعه نمود و به این نتیجه رسید که بسیاری از فعالیّت‌های تکتونیکی یک حوضه را می‌توان از ریخت‌شناسی اشکال آن مطالعه نمود *(Korjenkov, 1994: 169)*. در هندوستان نیز فعالیّت‌های تکتونیکی ارتفاعات موهاند[۶] در شمال غربی رشته‌کوه هیمالیا و حوضه‌های‌آبریز آسام توسط‌سینگ[۷] و جاین[۸] مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص گردید که گسل‌های این منطقه نقش عمده‌ای در شکل‌گیری و توسعه‌ی حوضه‌های آبریز این منطقه داشته‌اند *(Singh & Jain, 2009: 231)*.

در ایتالیا کارتوژان[۹] تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی را روی ریخت‌شناسی حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی تامارو[۱۰] با استفاده از ترکیب چند شاخص مورفوتکتونیکی، مورد مطالعه و بررسی قرار داد *(Cartojan, 2014: 217)*. در پاکستان سلام محمود تأثیرفعالیّت‌های تکتونیکی را روی حوضه‌های‌آبریز منطقه‌ی کشمیر با استفاده از نیمرخ طولی رودخانه‌های این منطقه مورد مطالعه و بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که فعالیّت گسل‌های این حوضه مانع تعادل دره‌ها و دامنه‌های این منطقه شده است *(Mahmood, 2014: 1-11)*. همچنین پیاسن‌تی‌نی[۱۱] در سال ۲۰۱۵ مورفوتکتونیک دره رودخانه سنگرو[۱۲] در مرکز ایتالیا را مورد مطالعه قرار داد و تأثیر فعالیّت‌های تکتوتنیکی را در مورفولوژی این دره به خصوص تراس‌های آبرفتی آن مؤثر دانست *(Piacentini,2015 : 145-158)*.

سارما[۱۳] در سال ۲۰۱۵ فعالیّت‌های تکتونیکی حوضه‌ی رودخانه براهماپوترا در هندوستان را بر اساس شاخص‌های مورفوتکتونیکی مطالعه و این حوضه را در

1-Bull
2-Mcfadeen
3-Willemin
4-knuepfer
5-Korjenkov

6-Mohand
7-Singh
8-Jain
9-Cartojan,
10-Tammaro
11-Piacentini
12-Sangro1111
13-Sarma

ردیف حوضه‌های فعال تکتونیکی قرار داد و به این نتیجه رسید که فعالیّت‌های تکتونیکی عامل اصلی ایجاد پیچ و خم‌های متعدد در این رودخانه بوده است *(Sarma,2015:267-280)* در بررسی مطالعات انجام شده در خصوص تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی در حوضه‌های آبریز مشخص شد بیشتر مطالعات انجام شده در این زمینه مربوط به محدوده‌ی ارتفاعات هیمالیا و حوضه‌ی دریای مدیترانه می‌باشد.

در ایران، شفیعی در سال ۱۳۸۸، فعالیّت‌های تکتونیکی ارتفاعات بینالود خراسان رضوی را با استفاده از شاخص‌های مورفوتکتونیکی، مورد بررسی قرار داد و بر اساس این شاخص‌ها، این ارتفاعات را از نظر تکتونیکی فعال تشخیص داد *(شفیعی، ۱۳۸۸: ۷۹)*.

آق‌آتابای نیز مورفوتکتونیک حوضه‌ی سولوکلو (خراسان شمالی) را با استفاده از شاخص‌ها و آثار ژئومورفولوژیکی، مورد مطالعه قرار داده و ارتباط این فعالیّت‌ها را با ریخت‌شناسی این حوضه مطالعه نموده است *(آق‌آتابای، ۱۳۹۳: ۱۴۱)*. در سال ۱۳۹۳ مریدی فریمانی و همکاران نقش گسل سراوان را در توسعه‌ی حوضه سراوان بررسی نموده و به این نتیجه دست یافتند که در محیط‌های فعال تکتونیکی، شکل‌گیری و توسعه‌ی حوضه‌های آبریز مستقیماً متأثر از پارامترهای ساختاری و تکامل تکتونیکی این مناطق می‌باشد *(مریدی‌فریمانی و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۳-۱۹)*. همچنین عابدینی در سال ۱۳۹۳ فعالیّت‌های زمین‌ساختی را در حوضه‌ی آبریز مشکین‌چای، از طریق شاخص‌های ژئومورفولوژیکی بررسی نموده و به این نتیجه دست یافته است که این حوضه از نظر تکتونیکی در ردیف حوضه‌های فعال قرار می‌گیرد *(عابدینی و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۴)*.

علی‌رغم اهمیّت حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی روئین، از نظر فعالیّت‌های تکتونیکی، تا به حال این حوضه از این منظر مورد مطالعه قرار نگرفته است. شواهدی چون پرتگاه‌های گسلی، حرکات دامنه‌ای، زمین‌لرزه‌های مکرر و عدم تعادل نیمرخ طولی رودخانه، این فرض را تداعی می‌کند که این حوضه، تحت تأثیر فعالیّت‌های شدید تکتونیکی قرار داشته و این فعالیّت‌ها تأثیرات زیادی، در ریخت ظاهری این‌حوضه ازجمله شیب،شکل،نیمرخ تعادل، عرض و شکل دره‌های آن داشته است. با توجه به وجود روستاهای پرجمعیّت، نزدیکی به کارخانه‌های لوله‌گستر و ریخته‌گری اسفراین و مجاورت با شهر بجنورد (مرکز استان خراسان‌شمالی)،شناسایی تأثیرات فعالیّت‌های تکتونیکی در ریخت‌شناسی این حوضه از ضروریات محسوب می‌شود. در این پژوهش سعی بر این است تا با استفاده از شاخص‌های مورفوتکتونیکی، تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی روی ویژگی‌های اصلی این حوضه از جمله شکل حوضه، نیمرخ تعادل، عرض و شکل دره‌ها، تضاریس جبهه کوهستان و پیچ و خم‌های رودخانه‌ای آن مورد بررسی قرار گیرد تا از نتایج آن در برنامه‌ریزی‌های عمرانی و توسعه‌ی پایدار این حوضه، استفاده شود.

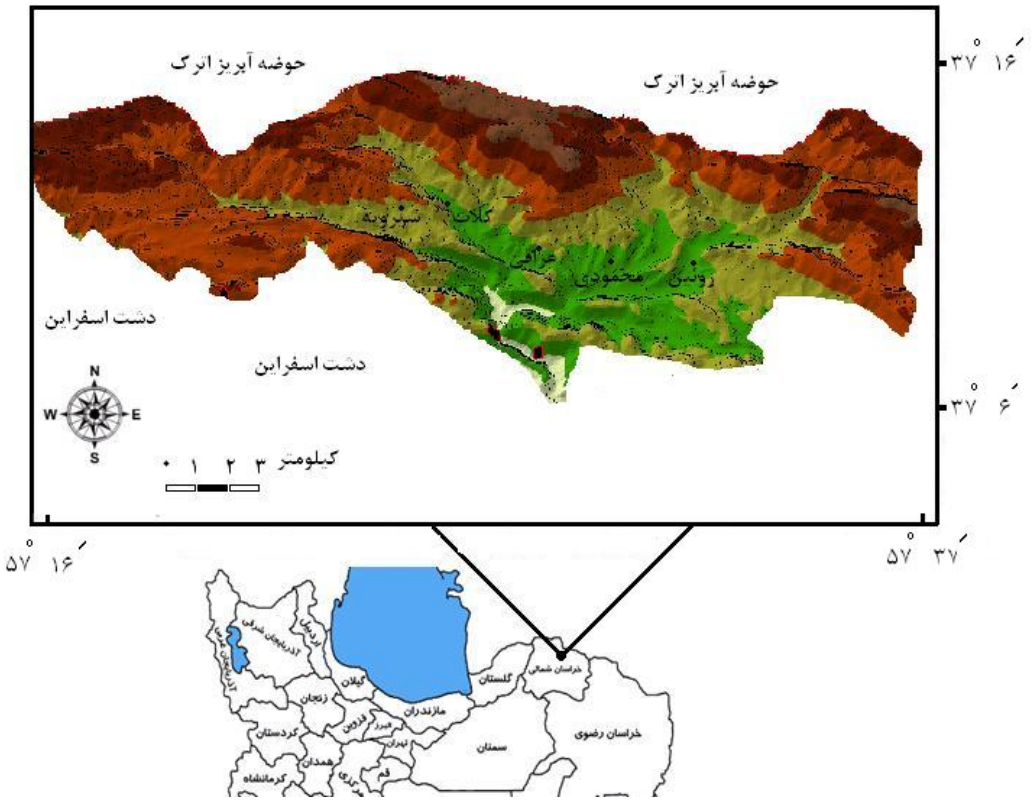
مواد و روش‌ها

اوّلین قدم در مطالعه‌ی حوضه‌های آبریز، مرزبندی و تفکیک آن‌ها از حوضه‌های مجاور می‌باشد. جهت مطالعه‌ی حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی روئین، ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس‌های مختلف، تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی و مطالعات میدانی موقعیّت این‌حوضه مشخص و با استفاده از خط‌الرأس‌ها و خطوط تقسیم آب، مرزبندی آن انجام شد (شکل۱). پس از مرزبندی، جهت مشخص شدن فعالیّت‌های تکتونیکی و تأثیرات این فعالیّت‌ها در هر یک از ویژگی‌های این حوضه از شاخص‌های مورفوتکتونیکی متناسب با این تأثیرات استفاده شد به همین دلیل

جهت مشخص شدن تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی در تعادل یا عدم تعادل دره‌های این حوضه ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی منطقه برای دره‌های این حوضه نیمرخ لگاریتمی و سپس نیمرخ طولی تهیه شد، در شرایط عادی و تعادل دره‌ها، این دو نیمرخ در یک راستا ترسیم می‌شوند فاصله‌ی این دو نیمرخ از یکدیگر نشانه فعالیّت‌های تکتونیکی و عدم تعادل دره‌ها می‌باشد. جهت مطالعه‌ی تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی در شکل دره‌های این حوضه از شاخص vf یا پهنای کف دره نسبت به ارتفاع آن استفاده شد این شاخص در ۴۹ ایستگاه و به فواصل منظم ۵۰۰ متری در دره اصلی و فرعی این حوضه محاسبه گردید چنانچه نتایج حاصل از این شاخص کمتر از ۱ باشد نشانه فعالیّت زیاد بین ۱ و ۲ نشانه‌ی فعالیّت متوسط و بیشتر از ۲ نشانه‌ی آرامش حوضه می‌باشد. شاخص تضاریس جبهه‌ی کوهستان (smf) جهت مطالعه‌ی پیچ و خم‌های ایجاد شده در گسل‌های این حوضه مورد استفاده قرار گرفت در این شاخص می‌توان با تقسیم پیچ و خم‌های ایجاد شده در گسل‌ها بر طول افقی آن فعالیّت‌های تکتونیکی در یک حوضه را بررسی نمود هر چه این شاخص بیشتر باشد فعالیّت‌های تکتونیکی کمتر و هر چه کمتر باشد فعالیّت‌ها بیشتر می‌باشد. از شاخص سینوسی رودخانه (S) جهت اندازه‌گیری تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی در پیچ و خم‌های رودخانه‌ای استفاده شد میزان زیاد این شاخص نشانه آرامش و مقادیر کم آن نشانه فعالیّت شدید تکتونیکی می‌باشد.جهت‌مطالعه تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی روی شکل این حوضه از ضریب گراویلیوس استفاده شد. همچنین برای پهنه‌بندی و مشخص‌شدن میزان‌نسبی فعالیّت‌های تکتونیکی، در هر یک از زیرحوضه‌ها، از شاخص Lat استفاده شد.. پس از جمع‌آوری داده‌های آماری و مشخص‌شدن شرایط فعالیّت‌های تکتونیکی این حوضه، جهت تکمیل مطالعات و مشخص شدن تأثیر این فعالیّت‌ها، در برخی از ویژگی‌های این حوضه از جمله شکل دره‌ها، پیچ و خم رودخانه‌ها و اندازه‌گیری طول گسل‌ها از مطالعات میدانی استفاده شد. در پایان نقشه‌های مورد نیاز با نرم‌افزار Adobe Illustrator ترسیم گردید.

معرفی منطقه‌ی موردمطالعه و ویژگی‌های حوضه‌ی آبریز روئین

حوضه‌ی آبریز روئین، یکی از زیرحوضه‌های رودخانه کالشور، از حوضه‌ی کویر مرکزی است که در شمال شرقی ایران و در ۴۵ کیلومتری جنوب شرقی شهر بجنورد (مرکز استان خراسان شمالی) و ۱۵ کیلومتری شمال شهر اسفراین، در عرض جغرافیایی 37^0-۶′ تا 37^0-۱۶′ شمالی و طول 57^0-۱۶′ تا 57^0-۳۷′ شرقی واقع شده است. این حوضه از شمال به حوضه‌ی اترک، از غرب به‌حوضه‌ی سیاه‌خانه، از شرق به‌حوضه‌ی بیدواز و از جنوب به‌دشت اسفراین محدود است و حدود ۲۲۰ کیلومتر مربع وسعت دارد *(مقامی‌مقیم، ۱۳۹۳: ۱۸)*. روستاهای روئین، محمودی، عراقی، شیرویه و کلات، مناطق‌مسکونی آن‌را تشکیل می‌دهند. جاده‌ی اسفراین به بجنورد که از قسمت میانی این حوضه می‌گذرد آسان‌ترین راه دسترسی به آن می‌باشد (شکل۱).



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی حوضه‌ی مورد مطالعه در ایران

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳

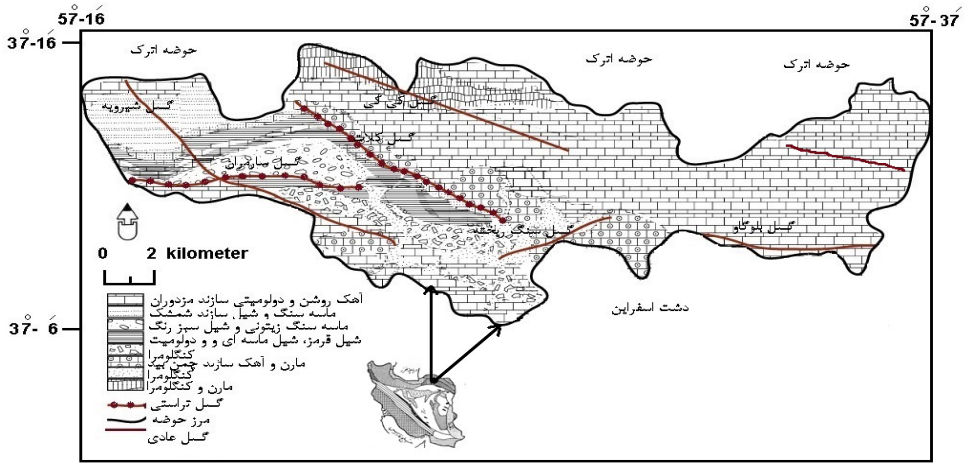
زمین‌شناسی و تکتونیک حوضه‌ی مورد مطالعه

از نظر زمین‌شناسی، حوضه‌ی مورد مطالعه، جزو ارتفاعات آلاداغ- بینالود می‌باشد که حرکات تکتونیکی آن در فازکوه‌زایی لارامید آغاز شده است و در حال حاضر نیز ادامه دارد *(جداری‌عیوضی، ۱۳۷۶: ۳۵)*. چین‌خوردگی اصلی که ریخت امروزی این حوضه را تشکیل داده وابسته به فاز پیرنه- آلپین می‌باشد، که در اثر این چین‌خوردگی و برخورد خرده صفحات گوناگون و متصل شدن آن‌ها به یکدیگر، ارتفاعات آلاداغ و به تبع آن حوضه مورد نظرشکل گرفته است *(مقامی‌مقیم، ۱۳۸۵: ۱۸۰)*. وجود چندین گسل با ویژگی‌های مختلف (جدول۱) و تأثیر چین‌خوردگی‌ها سبب شده است تا هر قسمت این حوضه شرایط تکتونیکی خاصی داشته باشد. از نظر سازندهای زمین‌شناسی، بیشتر سازندهای این حوضه از آهک‌های دولومیتی و میان لایه‌هایی از مارن (سازند مزدوران Jkmz) شکل گرفته‌اند که سن آن به اواخر ژوراسیک و ابتدای کرتاسه مربوط می‌شود (شکل۲). علاوه بر این، لایه‌هایی از مارن سبز با میان لایه‌هایی از آهک (سازند چمن‌بید Jch) در قسمت جنوب غربی منطقه مشاهده می‌شود. همچنین مساحت کمی از این حوضه را رسوبات آبرفتی (QaI) به خود اختصاص داده است *(نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ بجنورد)*.

جدول ۱: مهمترین گسل‌های حوضه‌ی مورد مطالعه

ردیف	نام گسل	طول گسل به کیلومتر	جهت گسل	نوع گسل	موقعیت در حوضه
۱	شیرویه	۸/۸	غربی- شرقی	راندگی	جنوب
۲	شیرویه	۱۳/۳	شمال غربی-جنوب شرقی	عادی	مرکز
۳	شاه‌پیران	۴/۵	شمال غربی- جنوب شرقی	راندگی	شمال
۴	ساری‌نو	۱۰	شمال غربی- جنوب شرقی	راندگی	شمال
۵	کلات	۸/۸	شمال غربی- جنوب شرقی	عادی	شمال
۶	بلوگاو	۶/۶	غربی- شرقی	عادی	جنوب شرق
۷	سنگ‌ریخته	۴/۴	غربی- شرقی	عادی	جنوب
۸	کی‌کی	۱۱/۲۲	شمال غربی- جنوب شرقی	عادی	شمال

مأخذ: مطالعات میدانی نگارنده، ۱۳۹۳



شکل ۲: نقشه‌ی زمین‌شناسی حوضه‌ی مورد مطالعه

مأخذ: نقشه زمین‌شناسی بجنورد مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰)

بحث و نتایج

همانطورکه بیان شد، در این پژوهش، سعی بر آن است تا تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی روی شکل حوضه، نیمرخ تعادل دره‌ها، شکل و عرض دره‌ها، پیچ‌وخم‌های جبهه‌ی کوهستان و پیچ و خم‌های رودخانه‌ای مورد بررسی قرار گیرد.

تأثیر چین‌خوردگی‌ها در حوضه‌ی آبریز روئین

فعالیّت‌های تکتونیکی حوضه‌ی آبریز روئین، با چین‌خوردگی لارامید آغاز شده است و تا به امروز ادامه دارد. چین‌خوردگی اصلی، که ریخت امروزی این‌حوضه را تشکیل داده است وابسته به فاز پیرنه-آلپین می‌باشد که موجب رانده‌شدگی و برگشته شدن یال‌ها در دامنه‌های جنوبی آلاداغ گردیده است و همچنین سبب تنوع اشکال ساختمانی در این منطقه به‌خصوص در حوضه‌ی مورد نظر شده و مسیر دره‌ها، تاقدیس‌ها، ناودیس‌ها و گسل‌های این حوضه را به وجود آورده است *(مقامی مقیم، ۱۳۷۹: ۱۹)*.

تأثیر تکتونیک در شکل حوضه‌ی آبریز روئین

شکل حوضه‌های آبریز، نشان‌دهنده‌ی زورآزمایی فعالیّت‌های تکتونیکی و فرایندهای فرسایشی می‌باشد که بسته به غلبه هر یک از آن‌ها، حوضه‌ی آبریز شکل خاصی به خود می‌گیرد. شکل حوضه‌ی آبریز روئین و زیرحوضه‌های آن با ضریب گراویلیوس و بر اساس فرمول زیر محاسبه شده است (فرمول ۱).

فرمول ۱ :

$$k_c = \frac{p}{p'} = \frac{0.28p}{\sqrt{A}}$$

در این فرمول:

K_C = ضریب گراویلیوس؛

A= مساحت حوضه برحسب کیلومترمربع؛

P= محیط حوضه برحسب کیلومتر؛

p' = محیط دایره فرضی که مساحت آن برابر مساحت حوضه باشد؛

هر چقدر میزان این ضریب از ۱ بیشتر باشد نشان‌دهنده‌ی کشیدگی حوضه خواهد بود *(موحددانش، ۱۳۷۰: ۶۰)*. جدول۲ مقادیر این شاخص را برای حوضه روئین و زیر حوضه‌های آن مشخص می‌کند. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود میزان این ضریب برای کل حوضه‌ی مورد مطالعه، عدد ۱/۷۶ به دست آمده است. بنابراین، بر اساس این شاخص، حوضه‌ی مورد نظر یک حوضه کاملاً کشیده محسوب می‌شود که درکشیدگی این حوضه فعالیّت‌های تکتونیکی از جمله چین‌خوردگی‌ها وگسل‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای داشته‌اند. وجود گسل راستا لغز کی‌کی در شمال حوضه، سبب محدودیت گسترش این حوضه به سمت شمال شده است. در حقیقت، مرز شمالی این حوضه در برخی از قسمت‌ها توسط همین گسل تعیین شده و آن را از حوضه‌ی اترک جدا نموده است. همچنین وجود سه گسل بُلوَکاو، سنگ ریخته و شیرویه در جنوب، سبب جدایی این حوضه از دشت اسفراین شده است؛ قسمت غربی این حوضه نیز توسط گسل سیاه خانه، از حوضه سیاه خانه جدا شده است. با توجه به وجود گسل‌های نامبرده در شمال، جنوب و غرب حوضه و همچنین جهت شمال غربی- جنوب شرقی چین‌خوررگی‌های ارتفاعات آلاداغ، تنها مسیری که راه را برای فرایندهای مختلف فرسایشی و در نتیجه گسترش این حوضه فراهم نموده است، قسمت شرقی آن می‌باشد. بنابراین این حوضه به سمت شرق کشیدگی پیدا نموده است.

در بین زیرحوضه‌های این حوضه، زیرحوضه‌ی روئین، بیشترین و زیر حوضه شیرویه کمترین میزان کشیدگی را دارند. بنابراین، زیرحوضه شیرویه، به دلیل درگیر بودن با فعالیّت‌های شدید تکتونیکی، فرصت کمتری برای فرسایش و کشیدگی پیدا نموده است و در مقابل زیرحوضه‌ی روئین، به دلیل آرامش نسبی کشیدگی بیشتری داشته است.

جدول۲: میزان ضریب گراویلیوس (K_C) برای زیرحوضه‌های مورد مطالعه

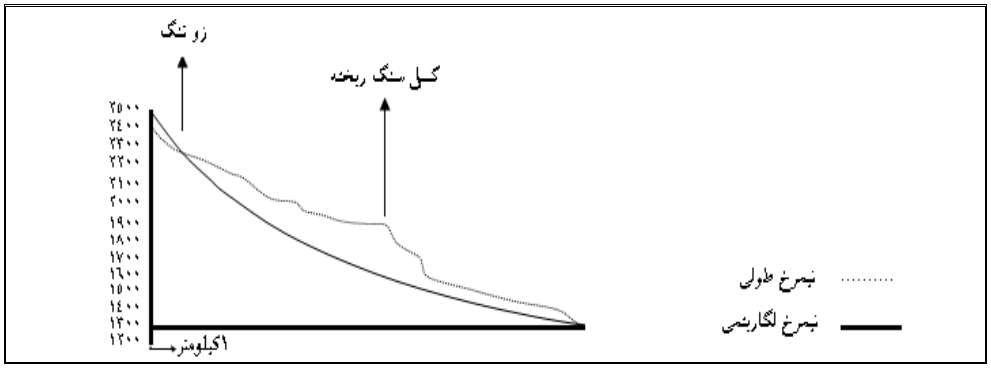
حوضه	محیط حوضه	مساحت‌حوضه	ضریب‌گراویلیوس
روئین	۷۰/۵۰	۱۲۰/۳۵	۱/۷
کلات	۳۰/۴	۴۵/۹۷	۱/۵۰
شیرویه	۳۵/۴	۴۹/۱۴	۱/۳
کل حوضه	۱۲۵	۲۱۵/۴۶	۱/۷

مأخذ: مطالعات میدانی نگارنده، ۱۳۹۴

تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی در نیمرخ تعادل دره‌های حوضه آبریز روئین

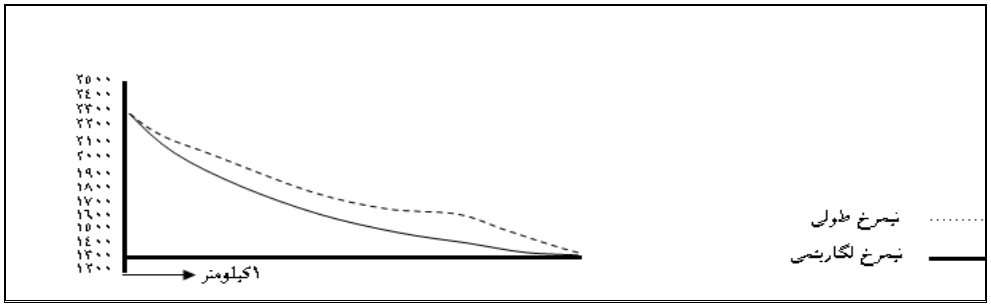
کار تنظیم جریان آب در بخش‌های مختلف حوضه آبریز، بر اثر عمل حفر قسمت‌های بسیارتند و پرنمودن نقاطی که شیب آن ملایم است، منتهی به حالتی می‌شود که نقاط بستر آن رودخانه، حالت تعادل پیدا می‌کند. جریان آبی که کلیه‌ی نقاط بستر آن، بدین طریق دارای شیب متعادل باشد، به اصطلاح، نیمرخ تعادل نام دارد *(خیام، ۱۳۵۲: ۵۶)*.

در شرایط عادی، در یک حوضه‌ی آبریز، یک تعادل نسبی بین نیروهای فرسایشی و تکتونیکی برقرار است که ثمره‌ی آن رسیدن رودخانه به‌نیمرخ تعادل‌می‌باشد. مقایسه نیمرخ لگاریتمی و طولی رودخانه تا حدودی منعکس‌کننده تقابل نیروهای تکتونیکی و فرسایشی آن است *(Willimin,1994 :28)*. در شرایط عادی، این دو نیمرخ در یک راستا ترسیم می‌شوند. فاصله‌ی این دو نیمرخ ازیکدیگر،نشان‌دهنده‌ی برتری یکی‌از فرایندهای فرسایشی یا تکتونیکی می‌باشد. بنابراین، اگر رودخانه درمسیر خود، تحت تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی قرار نگیرد، نیمرخ طولی و لگاریتمی آن، تفاوت چندانی نخواهد داشت. مقایسه نیمرخ طولی و لگاریتمی شاخه اصلی رودخانه‌ی روئین (شکل۳) نشان داد از سرچشمه این رود تا مخروط‌افکنه آن در بیشتر قسمت‌ها، نیمرخ طولی بالاتر از نیمرخ لگاریتمی قرار می‌گیرد که نشان‌دهنده‌ی بالاآمدگی این حوضه در اثر فعالیّت‌های تکتونیکی می‌باشد. البتّه درقسمت‌های کوتاهی از بالادست حوضه‌ی اصلی، در منطقه‌ی زوتنگ تا سرچشمه در روستای روئین و قسمت‌های انتهایی آن، در محل روستای آب بخش، نیمرخ لگاریتمی و طولی، تقریباً در یک راستا ترسیم شده‌اند که نشان‌دهنده‌ی آرامش نسبی در این دو قسمت است. همچنین در قسمتی از بالادست این حوضه، نیمرخ طولی پایین‌تر از نیمرخ لگاریتمی آن است که نشان‌دهنده‌ی برتری فرایندهای فرسایشی، نسبت به فعالیّت‌های تکتونیکی می‌باشد. در کل، تغییرات نیمرخ طولی و لگاریتمی در این حوضه، از نظم خاصی پیروی نمی‌کند و نمی‌توان در مورد بالاآمدگی یا فرورفتگی آن، قانون خاصی را بیان نمود. ولی اوج بالاآمدگی آن، در محل گسل سنگ‌ریخته می‌باشد که به صورت پرتگاه‌های گسلی، واریزه‌های گسترده و تنگه‌ی دومن نیم جلوه خاصی به توپوگرافی این قسمت از حوضه بخشیده است. عمدتاً در کل حوضه‌ی مورد مطالعه، بالاآمدگی و برهم خوردن نیمرخ تعادل، در محل گسل‌ها و تاقدیس‌ها نمود بیشتری دارد (شکل۳).



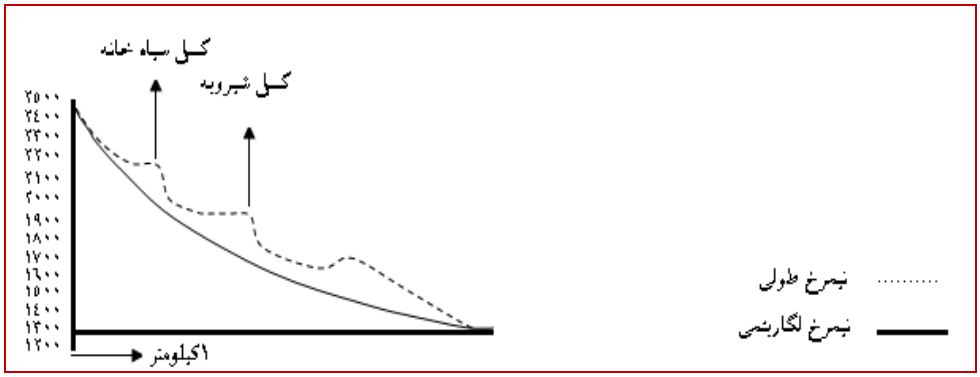
شکل ۳: مقایسه‌ی نیمرخ طولی و مرجع در حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی روئین (شاخه اصلی)

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳



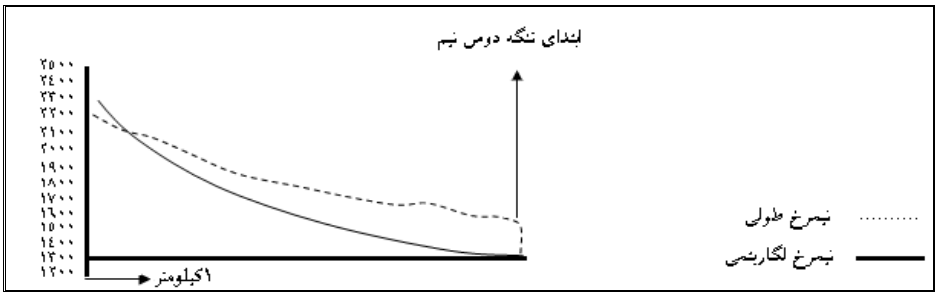
شکل۴: مقایسه‌ی نیمرخ طولی و مرجع در حوضه‌ی آبریز رودخانه روئین زیرحوضه‌ی کلات

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۴



شکل۵: مقایسه‌ی نیمرخ طولی و مرجع در حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی روئین زیرحوضه‌ی شیرویه

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۴



شکل۶: مقایسه‌ی نیمرخ طولی و مرجع در زیرحوضه‌ی روئین

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳

همچنین مقایسه‌ی این دو نیمرخ، در هریک از زیرحوضه‌ها، اطلاعات ارزشمندی را منعکس نمود بطوری‌که در بین زیرحوضه‌های این حوضه، نیمرخ طولی زیرحوضه کلات (شکل ۴) کمترین انحراف را از نیمرخ لگاریتمی داشت که نشان‌دهنده‌ی آرامش نسبی فعالیّت‌های‌تکتونیکی آن، نسبت به زیرحوضه‌های دیگر است. بطوری‌که می‌توان گفت در بین زیرحوضه‌های این حوضه، فعالیّت‌های تکتونیکی، کمترین تأثیرات را در آن داشته است. بنابراین، این زیرحوضه نسبت به زیرحوضه‌های دیگر به حالت تعادل خود نزدیکتر شده است. در مقابل، زیرحوضه شیرویه (شکل ۵)، بیشترین انحراف را از نیمرخ لگاریتمی نشان می‌دهد که این عدم انطباق، اغلب به صورت بالاآمدگی تقریباً متناوب، نمود عینی دارد. بالاآمدگی قسمت‌های پایین‌دست این زیرحوضه، در محل اتصال به شاخه‌کلات، در نزدیک چشمه دومن‌نیم، ناشی از تأثیرات گسل سنگ ریخته است. بالاآمدگی قسمت میانی آن، ناشی از فعالیّت‌های گسل شیرویه و بالاآمدگی قسمت بالادست آن، ناشی از تأثیرات گسل سیاه‌خانه می‌باشد. بنابراین در این زیرحوضه،فعالیّت‌های تکتونیکی بر فرایندهای‌فرسایشی غلبه داشته و آن را از تعادل خود دور نموده است.

همچنین مقایسه‌ی نیمرخ لگاریتمی و طولی زیرحوضه روئین (شکل ۶) نشان داد که از محل کوه میتی‌رمضان تا سرچشمه روئین، نیمرخ طولی پایین‌تر از نیمرخ لگاریتمی قرار دارد که نشان‌دهنده‌ی برتری فرایندهای فرسایشی نسبت به‌فعالیّت‌های تکتونیکی است بنابراین در این فاصله، رودخانه توانسته است بستر خود را فرسایش داده و به پایین‌تر از نیمرخ لگاریتمی برساند. از این قسمت به بعد، در فاصله کمتر از یک کیلومتر در قسمت میانی روستای روئین، نیمرخ طولی با نیمرخ لگاریتمی همسو و از محل بهداری روئین تا تنگه دومن‌نیم یعنی محل اتصال سه شاخه این رود به بعد نیمرخ طولی بالاتر از نیمرخ لگاریتمی قرار می‌گیرد؛ بنابراین، این زیرحوضه نیز، محل رقابت فعالیّت‌های تکتونیکی و فرایندهای فرسایشی بوده و این زیرحوضه هنوز با نیمرخ تعادل خود فاصله زیادی دارد. مقایسه‌ی نیمرخ لگاریتمی و طولی، در این سه زیرحوضه، نشان‌دهنده‌ی آن‌است‌که تأثیرات فعالیّت‌های تکتونیکی از سرچشمه این رودخانه به طرف مخروط‌افکنه آن شدیدتر می‌شود.

تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی در شکل و عرض دره‌های حوضه آبریز روئین

در بین شاخص‌های مورفوتکتونیکی، شاخص VF بهترین شاخص برای ارزیابی تأثیرات فعالیّت‌های تکتونیکی درشکل دره‌ها محسوب می‌شود. این شاخص نخستین بار در سال ۱۹۷۷ توسط بول و مک‌فادن مورد استفاده قرار گرفت. آنها فرمول زیر را، جهت انجام این شاخص، ارائه دادند (فرمول شماره۲).

فرمول ۲:

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

در این فرمول:

Vf= عبارت از نسبت پهنای دره به ارتفاع آن.

Vfw= پهنای کف دره برحسب متر.

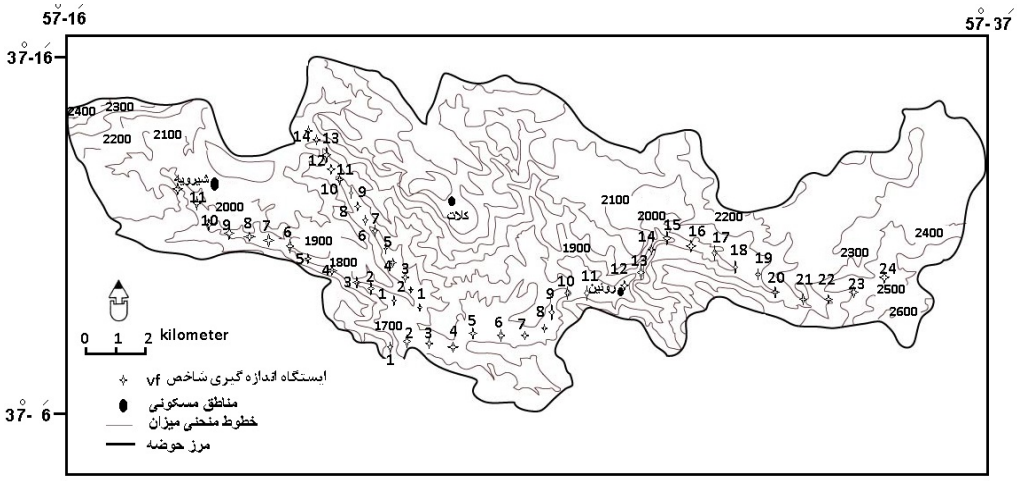
Eld= ارتفاع خط تقسیم آب بین دو دره در سمت چپ از سطح دریا بر حسب متر.

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

Esc= ارتفاع کف دره از دریای آزاد.

براساس این‌شاخص،اگر مقدار vf کوچکتر از ۱ باشد، نشان‌دهنده‌ی پرتحرکی منطقه از نظر تکتونیکی، اگر بین ۱تا ۲ تغییر کند، نشان‌دهنده‌ی فعالیّت کم یا متوسط است، و اگر بزرگتر از ۲ باشد، دلالت بر عدم فعالیّت‌های تکتونیکی در منطقه دارد *(Bull & Mcfadeen ,1977: 115-138).*

داده‌های مورد نیاز این شاخص، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، در مقیاس‌های مختلف و مطالعات میدانی در ۴۹ ایستگاه (شکل۷)، اندازه‌گیری شد. این شاخص برای شاخه اصلی در ۲۴ ایستگاه، برای زیر شاخه کلات در ۱۴ ایستگاه و برای زیرشاخه‌شیرویه در ۱۱ ایستگاه، در فواصل منظم ۵۰۰ متری اندازه‌گیری و نتایج آن در جداول شماره ۳، ۴ و ۵ درج گردید



شکل ۷: نقشه‌ی ایستگاه‌های اندازه‌گیری شاخص vf

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۳

جدول ۳: مقدار شاخص VF برای شاخه‌ی اصلی رودخانه روئین

شماره ایستگاه	ارتفاع نقطه ESc	ارتفاع سمت راست ERD	ارتفاع سمت چپ ELD	پهنای کف دره برحسب متر vfw	شاخص VF
۱	۱۳۰۵	۱۳۶۵	۱۶۶۴	۲۵۰	۱/۱۹
۲	۱۳۴۵	۱۴۳۲	۱۶۷۴	۲۰۰	۰/۹۶
۳	۱۴۷۵	۱۵۷۸	۱۷۰۴	۵۰	۰/۳۰
۴	۱۴۵۵	۱۵۵۵	۱۷۴۵	۱۰۰	۰/۵۱
۵	۱۴۵۵	۱۷۵۷	۱۷۰۲	۵۰	۰/۱۸
۶	۱۴۵۰	۱۴۸۵	۱۷۰۲	۱۵۰	۱/۰۴
۷	۱۴۸۰	۱۷۸۲	۱۷۴۵	۲۰۰	۰/۷۰
۸	۱۴۹۰	۱۶۹۵	۱۶۹۳	۲۰۰	۰/۹۸
۹	۱۵۱۰	۱۷۶۲	۱۶۹۳	۲۵۰	۱/۱۴
۱۰	۱۵۴۰	۱۶۷۲	۱۶۴۵	۲۵۰	۲/۸۵
۱۱	۱۵۵۰	۱۶۰۰	۱۷۰۱	۲۰۰	۰/۳۳
۱۲	۱۶۰۰	۱۶۰۰	۱۸۰۹	۲۰۰	۰/۹۱
۱۳	۱۶۷۰	۱۹۸۱	۱۸۲۷	۵۰	۰/۲۱
۱۴	۱۶۸۰	۱۹۴۲	۱۸۶۹	۵۰۰	۱/۱۰
۱۵	۱۶۷۸	۱۹۴۲	۲۰۰۸	۳۵۰	۱/۱۷
۱۶	۱۷۷۵	۱۹۴۲	۲۱۵۶	۱۰۰	۰/۳۶
۱۷	۱۵۸۳	۲۰۴۶	۲۰۱۵	۷۵	۰/۱۶
۱۸	۱۷۳۰	۲۰۲۲	۲۱۵۶	۵۰	۰/۱۳۹
۱۹	۱۷۵۵	۲۱۸۸	۲۲۳۹	۱۵۰	۰/۳۲
۲۰	۱۷۹۷	۱۹۲۶	۲۲۶۲	۱۵۰	۰/۵۰
۲۱	۱۹۶۳	۲۰۴۶	۲۲۸۶	۲۰۰	۰/۷۲
۲۲	۲۰۰۰	۲۱۱۰	۲۱۷۴	۵۰	۰/۳۵
۲۳	۲۱۱۰	۲۱۴۷	۲۲۷۴	۷۵	۰/۷۴
۲۴	۲۲۰۰	۲۳۴۴	۲۳۰۲	۵۰	۰/۶۸

مأخذ: مطالعات میدانی نگارنده، ۱۳۹۳

میانگین شاخص vf برای کل حوضه، عدد ۰/۸۰۰۹ به‌دست آمد. بنابراین بر اساس معیارهای این شاخص، این حوضه در ردیف حوضه‌های فعال تکتونیکی قرار می‌گیرد.امّا میزان این فعالیّت، در تمامی زیرحوضه‌های آن، یکسان نیست. حداقل شاخص vf بدست آمده با میزان ۰/۱۲ مربوط به ایستگاه شماره ۵، در زیرحوضه شیرویه و در قسمت میانی آن،یعنی محل تلاقی گسل شیرویه و سنگ‌ریخته می‌باشد؛ که مورفولوژی آن به صورت تنگه‌ای باریک و پرشیب در توپوگرافی منطقه نمود دارد. در این قسمت عرض دره به حداقل ممکن خود می‌رسد. در صورتی‌که حداکثر این شاخص، با رقم ۲/۸۵ مربوط به ایستگاه شماره ۱۰، و در زیرحوضه روئین، در محل روستای روئین اندازه‌گیری شد. این قسمت از حوضه را می‌توان یکی از قسمت‌های آرام آن در نظر گرفت که فرایندهای فرسایشی، بر نیروهای تکتونیکی برتری یافته و با فرسایش، عرض دره را به حد اکثر ممکن‌رسانده است. میانگین این شاخص برای زیرحوضه‌ی روئین، عدد۰/۷۷۲۴ به‌دست آمد که کمتر از میانگین کل حوضه می‌باشد. بنابراین به دلیل برتری نسبی فعالیّت‌های تکتونیکی، نسبت به فرایندهای فرسایشی، بیشتر دره‌های این حوضه، تغییرات کمتری داشته است و هنوز در حالت اوّلیه خود یعنی به شکل

V باقی مانده‌اند. در این زیرحوضه، حداقل این‌شاخص، مربوط به ایستگاه ۱۸ با میزان ۰/۱۳در شمال شرقی روئین، در محل زوتنگ می‌باشد که به دلیل فشار وارده از گسل رمنه، عرض دره به حداقل ممکن رسیده است. و حداکثر آن در ایستگاه ۱۰، با میزان ۲/۸۵ در روستای روئین، و در حد فاصل کال حَقّی به کوه کَمَردِندی اندازه‌گیری شد. این قسمت، عریض‌ترین قسمت زیرحوضه‌ی روئین محسوب می‌شود که به‌دلیل محدود بودن فعالیّت‌های تکتونیکی، فرایندهای مختلف فرسایشی، به راحتی آن را فرسایش داده و سبب عریض‌تر شدن آن شده‌اند. مقدار این شاخص برای زیرحوضه‌ی‌شیرویه عدد۰/۷۶۷۲ یعنی کمتر از میانگین حوضه‌ی اصلی به دست آمد؛ بنابراین، فعالیّت‌های تکتونیکی در این زیرحوضه نیز، بیشتر از میانگین کل حوضه می‌باشد. حداقل این شاخص برای این زیرحوضه ۰/۱۲و مربوط به نقطه شماره ۵، یعنی محل برخورد گسل سنگ‌ریخته و شیرویه می‌باشد که به‌دلیل نیروی وارده از سوی این دو گسل، عرض دره در این قسمت به حداقل رسیده است و حداکثر آن ۲/۴۷ مربوط به ایستگاه شماره ۹ می‌باشد، که براساس این شاخص، بستر دره‌های این زیرحوضه از نظر شکل حالت V داشته و از عرض کمتری برخوردار می‌باشند.

جدول۴: مقدار شاخص VF برای زیرحوضه کلات

شماره ایستگاه	ارتفاع نقطه ESC	ارتفاع سمت راست ERD	ارتفاع سمت چپ ELD	پهنای کف دره برحسب متر vfw	شاخص VF
۱	۱۴۳۰	۱۸۵۶	۱۷۰۲	۱۵۰	۰/۴۲
۲	۱۴۴۵	۱۸۵۶	۱۸۴۴	۱۵۰	۰/۳۷
۳	۱۴۹۰	۱۸۶۶	۱۵۰۰	۱۵۰	۰/۷۷
۴	۱۵۸۵	۱۸۶۶	۱۷۳۶	۲۰۰	۰/۹۲
۵	۱۶۸۲	۱۹۷۲	۱۷۵۶	۵۰۰	۲/۷۴
۶	۱۶۹۰	۱۹۵۰	۱۸۳۴	۲۵۰	۱/۲۳
۷	۱۷۰۵	۱۸۹۹	۶۰۶۲	۱۵۰	۰/۵۴
۸	۱۷۳۵	۱۹۹۴	۱۹۰۳	۲۰۰	۰/۹۳
۹	۱۷۷۰	۱۹۱۴	۱۹۲۱	۱۰۰	۰/۶۷
۱۰	۱۸۱۰	۱۹۰۰	۱۹۴۴	۱۰۰	۰/۸۹
۱۱	۱۸۵۵	۲۰۴۵	۲۶۴۴	۱۰۰	۰/۲۰
۱۲	۱۸۹۰	۲۰۷۸	۱۹۷۱	۱۲۵	۰/۹۲
۱۳	۱۹۴۰	۲۱۵۵	۲۰۷۸	۵۰	۰/۲۸
۱۴	۲۰۰۰	۲۱۰۰	۲۰۶۴	۱۰۰	۱/۲۱

مأخذ: مطالعات میدانی نگارنده، ۱۳۹۳

جدول ۵: مقدار شاخص VF برای زیرحوضه‌ی شیرویه

شماره ایستگاه	ارتفاع نقطه ESc	ارتفاع سمت راست ERD	ارتفاع سمت چپ ELD	پهنای کف vfw دره بر حسب متر	شاخص VF
۱	۱۴۳۰	۱۸۵۶	۱۸۴۴	۱۵۰	۰/۳۵
۲	۱۴۰۵	۱۶۸۵	۱۷۳۲	۲۰۰	۰/۶۵
۳	۱۵۳۵	۱۷۳۶	۱۸۹۴	۱۰۰	۰/۳۵
۴	۱۵۹۵	۱۷۶۶	۱۷۱۰	۵۰	۰/۳۴
۵	۱۵۰۰	۱۸۸۴	۱۹۰۲	۵۰	۰/۱۲
۶	۱۶۵۵	۱۷۰۰	۱۸۷۸	۱۰۰	۰/۷۴
۷	۱۶۹۵	۱۸۰۰	۱۸۱۲	۱۰۰	۰/۹۰
۸	۱۷۹۰	۱۹۶۴	۲۰۰۰	۵۰	۰/۲۶
۹	۱۸۳۰	۲۰۸۶	۲۱۴۰	۷۰۰	۲/۴۷
۱۰	۱۸۵۰	۲۰۰۱	۲۱۴۰	۱۰۰	۰/۴۵
۱۱	۱۹۶۰	۲۰۹۵	۲۱۰۰	۵۰	۱/۸۱

مأخذ: مطالعات میدانی نگارنده، ۱۳۹۳

متوسط این شاخص برای زیر حوضه کلات، عدد ۰/۸۶۳۲به دست آمد، که از میانگین کل حوضه بیشتر است. حداقل این شاخص برای این زیرحوضه عدد ۰/۲۰ و مربوط به‌ایستگاه شماره ۱۱، در محل مزرعه‌ی غردان، و حداکثر آن مربوط به ایستگاه ۵، با میزان ۲/۷۴ در محل تلاقی شاخه‌کلات و غردانلو می‌باشد. هر چند از نظر معیارهای این شاخص، این زیرحوضه نیز، در ردیف حوضه‌های فعال تکتونیکی قرار می‌گیرد؛ اما به دلیل اینکه میانگین آن از میانگین کل حوضه بیشتر است، بنابراین نسبت به زیرحوضه‌های دیگر، شرایط آرام‌تری دارد. به همین دلیل از محل روستای کلات به بعد، عرض دره‌ها، در بیشتر قسمت‌ها پهن‌تر و شکل دره‌ها به‌حالت U نزدیکتر می‌شود. این حالت تا دوراهی روئین،یعنی محلّ اتصّال سه زیرحوضه روئین، کلات و شیرویه ادامه داشته و پس از اتصال آن‌ها، در محل تنگه دومن‌نیم به‌دلیل تقابل سه گسل شیرویه، سنگ-ریخته و بُلوَگاو عرض دره به حداقل ممکن رسیده و تنگه دومن‌نیم شکل می‌گیرد.

تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی بر تضاریس جبهه‌ی کوهستان در حوضه‌ی آبریز روئین

با اندازه‌گیری پیچ و خم‌های ایجاد شده توسط آبراهه‌ها، در جبهه کوهستان و تقسیم آن بر طول افقی در راستای گسل، می‌توان تضاریس جبهه کوهستان و به تبع آن، فعال بودن یک منطقه را از نظر تکتونیکی موردمطالعه قرار داد. این روش با ارائه‌ی فرمول زیر، نخستین بار توسط بول ومک فادن، مورد استفاده قرار گرفت. (فرمول۳)

فرمول ۳: $smf=lmf/ls$

در این فرمول:

smf= عبارت‌است از شاخص پیچ‌و خم جبهه‌کوهستان؛

Lmf = طول پیچ و خم جبهه کوهستان؛

Ls= طول افقی در راستای گسل و جبهه کوهستان؛

در این شاخص هر چه مقدار smf، کمتر از ۱ باشد فعالیّت‌های تکتونیکی شدیدتر و هر چه از ۲ بیشتر باشد آرام‌تر است *(Bull & Mcfadeen,1977: 12)*.

تضاریس جبهه‌ی کوهستان، یکی از شاخص‌هایی است که می‌توان فعالیّت‌های گسل‌ها را به‌صورت نسبی مورد ارزیابی قرار داد *(Burbank&Anderson:2001:171)*. جهت مشخص شدن تأثیرات این شاخص، در حوضه‌ی مورد مطالعه، مقدار آن، در گسل‌های ضلع جنوبی حوضه، یعنی جایی که گسل‌ها دشت جنوبی این حوضه را از نواحی کوهستانی شمالی آن جدا می‌کنند، اندازه‌گیری شد (جدول ۶).

جدول ۶: شاخص تضاریس جبهه کوهستان برای گسل‌های حوضه‌ی روئین

ردیف	نام گسل	زیرحوضه	smf	وضعیت‌تکتونیکی‌زیرحوضه‌ها
۱	بُلوَگاو	زیرحوضه روئین	۱/۴۵	متوسط
۲	گسل شیرویه	شیرویه	۱/۲۰	فعال
۳	شاه پیران	کلات	۱/۳۰	فعال
۴	کلات	کلات	۱/۳۰	متوسط

مأخذ: مطالعات میدانی نگارنده، ۱۳۹۳

نتایج حاصل از این مطالعات مشخص نمود، از نظر فعالیّت‌های تکتونیکی، قسمت میانی این حوضه، یعنی محدوده‌ی گسل سنگ‌ریخته،فعال‌تر ازسایر قسمت‌های آن می‌باشد که آثار این فعالیّت‌ها، به صورت پرتگاه‌های گسلی، ایجاد تنگه دومن نیم و واریزه‌های متعدد نمایان شده است. این در حالی است که میزان این شاخص در قسمت جنوب شرقی، یعنی گسل بُلوَگاو، آرام‌تر از قسمت‌های میانی و جنوب غربی این حوضه می‌باشد. وجود دشت‌های جهه، سست و امین آباد در ضلع جنوب‌شرقی حوضه، نشان‌دهنده‌ی آرامش نسبی این گسل، نسبت به دو گسل سنگ‌ریخته و شیرویه می‌باشد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری این شاخص، در گسل شیرویه،در ضلع جنوب‌غربی حوضه،نشان می‌دهد که این گسل، نسبت به گسل بُلوَگاو فعال‌تر و نسبت به گسل سنگ‌ریخته آرام‌تر است. فعالیّت‌های این گسل در جنوب‌غربی این‌حوضه، سبب شکل‌گیری پرتگاه‌های گسلی، تنگه‌های کم عرض و انحراف رودخانه روئین از مسیر خود در محل مخروط‌افکنه گرمه خوش، به سوی مسیر امروزی آن، یعنی مخروط‌افکنه آب بخش، شده است.

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 ۱۹۹۶ توسط کلر[1] و پنتر[2] ارائه شد (فرمول۴).

فرمول ۴ : $S=V/C$

در این فرمول:

S= سینوسی رودخانه‌ای؛

V= طول مستقیم دره؛

C= طول مسیر رود؛

طبق این فرمول، مقادیر زیاد این‌شاخص، نشانه‌ی آرامش و مقادیر کم آن، نشانه‌ی فعال بودن حوضه، از نظر تکتونیکی می‌باشد *(Keller&Pinter,1996: 155)*. با انجام این شاخص، می‌توان برتری فرایندهای فرسایشی و فعالیّت‌های تکتونیکی را، در یک حوضه برآورد نمود. مقادیراین شاخص، برای حوضه‌ی روئین و زیرحوضه‌های آن اندازه‌گیری شد و در جدول شماره‌ی ۷ درج گردید.

1-Keller
2-Pinter

جدول ۷: میزان شاخص S اندازه‌گیری شده در حوضه‌ی مورد مطالعه و زیرحوضه‌های آن

نام زیرحوضه	C	V	S	وضعیت تکتونیکی
روئین	۳۳/۳	۲۷	۱/۱	فعال
کلات	۲۵/۸۰	۲۱	۱/۲	متوسط
شیرویه	۲۲	۲۰/۱	۱	فعال

مأخذ: مطالعات میدانی نگارنده، ۱۳۹۴

همانطور که در جدول مشاهده می‌شود در بین زیرحوضه‌های این حوضه، زیرحوضه کلات، به دلیل آرامش نسبی، فرصت بیشتری برای فرسایش داشته و پیچ و خم‌های بیشتری را در مسیر خود ایجاد نموده است. امّا زیرحوضه‌ی شیرویه، 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 فعالیّت‌های تکتونیکی شکل گرفته است.

شاخص ارزیابی‌نسبی فعالیّت‌های‌تکتونیکی Lat

این شاخص، جهت جمع‌بندی نتایج حاصل از شاخص‌های مورفوتکتونیکی،مورد استفاده قرار می‌گیرد تا شرایط زمین‌ساختی را به صورت نسبی مورد بررسی قراردهد *(عابدینی، ۱۳۹۳: ۶۴)*. جهت انجام این شاخص، از فرمول زیر استفاده می‌شود (فرمول شماره۵):

جدول ۸ : میزان شاخص Lat برای حوضه‌ی آبریز روئین و زیرحوضه‌های آن

زیرحوضه	شاخص(VF)	شاخص(S)	شاخص(smf)	شاخص KC	شاخص(Lat)	شرایط تکتونیکی
روئین	۱	۱	۲	۲	۱/۵	زیاد
کلات	۱	۲	۲	۲	۱/۷۵	زیاد
شیرویه	۱	۱	۱	۱	۱	شدید

مأخذ: مطالعات میدانی نگارنده، ۱۳۹۴

فرمول ۵ : $$Lat = S / N$$

در این فرمول:

lat= شاخص ارزیابی نسبی فعالیّت‌های تکتونیکی؛

S= مجموعه کلاس‌های شاخص ژئومورفولوژیک؛

N= تعداد شاخص‌های محاسبه شده.

اگر میزان این شاخص بین ۱ تا ۱/۵ باشد فعالیّت‌های تکتونیکی شدید، بین ۱/۵ تا ۲ فعالیّت زیاد، بین ۲ تا ۲/۵ فعالیّت متوسط و بیشتر از ۲/۵ فعالیّت کم خواهد بود *(Hamadouni, 2008: 166)* همانطورکه در جدول (۸) مشاهده می‌شود میانگین این شاخص، برای این حوضه، عدد ۱/۴۱ حاصل شد. بنابراین بر اساس این شاخص فعالیّت‌های تکتونیکی این حوضه شدید بوده و میزان آن درتمامی زیرحوضه‌ها یکسان‌نیست. بیشترین رقم این شاخص، مربوط به زیرحوضه‌ی شیرویه و کمترین آن مربوط به ایستگاه کلات می‌باشد.

نتیجه

حوضه‌ی آبریز روئین، یکی از حوضه‌های شمال‌شرقی ایران است که از نظر ژئومورفولوژیکی، جزو ارتفاعات آلاداغ- بینالود می‌باشد،که در فاز چین‌خوردگی پیرنه- آلپین شکل گرفته است. از نظر زمین‌شناسی، بیشتر سازندهای آن، از آهک‌های دولومیتی روشن تا صورتی شکل گرفته که از نظر سن، به اواخر ژوراسیک مربوط می‌شود. جهت بررسی تأثیر فعالیّت‌های تکتونیکی در این حوضه، از شش شاخص مورفوتکتونیکی، یعنی: شاخص‌های نیمرخ‌لگاریتمی،ضریب گراویلیوس،شاخص vf، شاخصs، شاخص smf و شاخص lat استفاده شد و نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های نامبرده، مشخص نمود که این حوضه، تحت تأثیر فعالیّت‌های شدید تکتونیکی قرار دارد و این فعالیّت‌ها از جنبه‌های مختلفی این حوضه را تحت تأثیر قرار داده‌اند. اوّلین تأثیر، توسط چین‌خوردگی‌ها، بر این حوضه اعمال شده است. در حقیقت در فاز کوه‌زایی لارامید، فعالیّت‌های کوه‌زایی در محدوده‌ی این حوضه، آغاز شده و در حال حاضر نیز ادامه دارد. ریخت امروزی این حوضه مربوط به‌فاز کوه‌زایی‌پیرنه (آلپین) می‌باشد. پس از شکل‌گیری این حوضه، فشار نیروهای زمین ساختی، در آن ادامه داشته و تأثیرات زیادی در آن گذاشته است که این تأثیرات ازطریق گسل‌ها و چین‌خوردگی‌ها، بر این حوضه اعمال شده است محسوس‌ترین این تأثیرات، در شکل این حوضه نمود عینی دارد. مطالعه‌ی شکل این حوضه و زیرحوضه‌های آن، نشان داد که به دلیل وجود گسل‌های کی‌کی و ساری‌نو در شمال، گسل‌های بُلوَگاو و سنگ ریخته در جنوب و گسل سیاه خانه در غرب این حوضه، سبب شده است تا این حوضه به سمت شرق کشیدگی پیدا نماید و از نظر تقسیم‌بندی شکل حوضه‌ها، در ردیف حوضه‌های کشیده قرار گیرد. تأثیرات تکتونیک در نیمرخ تعادل این‌حوضه،نیز قابل تأمل است. فعالیّت‌های تکتونیکی در این حوضه، با ایجاد تنگه‌ها، پرتگاه‌های گسلی، دره‌های عمیق و بالاآمدگی‌های مکرر، این حوضه را از حالت تعادل خود دور نموده است. در بین زیرحوضه‌های این حوضه، زیرحوضه‌ی کلات، به دلیل شرایط آرام‌تر تکتونیکی به نیمرخ تعادل خودنزدیک و زیرحوضه‌ی شیرویه به‌دلیل فعالیّت‌های شدید تکتونیکی با نیمرخ تعادل خود فاصله‌ی زیادی دارد. بنابراین انتظار می‌رود به دلیل برتری فعالیّت‌های تکتونیکی، نسبت به فرایندهای فرسایشی، در این حوضه و زیرحوضه‌های آن، نیمرخ تعادل این حوضه مدت زمان زیادی را برای رسیدن به تعادل نیاز داشته باشد. همچنین مطالعه عرض دره‌های این حوضه و زیرحوضه‌های آن، نشان داد که چین- خوردگی‌ها و فعالیّت گسل‌های این حوضه، سبب شده است که بیشتر دره‌های آن، تحت تأثیر این فعالیّت‌ها، حالت شکل داشته و عرض آن‌ها در بیشتر قسمت‌ها، نسبت به ارتفاع آن‌ها گسترش کمتری داشته باشد. هر چند در مساحت اندکی از این حوضه، از جمله زیرحوضه‌ی کلات و روئین، به دلیل کاهش فعالیّت‌های تکتونیکی، نیروهای فرسایشی برتری یافته، و دره‌ها عریض‌تر و تقریباً به‌حالت U نزدیک‌تر می‌باشند. از نظر تضاریس جبهه‌ی کوهستان، نیز فعالیّت‌های تکتونیکی در این حوضه، بر فرایندهای فرسایشی، برتری داشته و سبب شده است نیروهای فرسایشی، نتوانند تغییرات قابل توجهی را در پیچ‌وخم گسل‌های آن، ایجاد نمایند. بنابراین، تأثیر آبراهه‌ها، بر تضاریس جبهه‌ی کوهستان، در این حوضه، ناچیز بوده و دشت جنوبی این حوضه، با شیب‌زیادی از نواحی کوهستانی آن متمایز می‌گردد.

نتایج حاصل از مطالعه‌ی سینوسی رودخانه‌ها نیز، نشان داد که زیرحوضه‌ی کلات و روئین، به دلیل آرامش نسبی، فرصت بیشتری برای فرسایش داشته و پیچ و خم‌هایی هر چند اندک، در مسیر خود ایجاد نموده‌اند. امّا زیرحوضه‌ی شیرویه، به دلیل فعالیّت‌های شدید تکتونیکی، از پیچ و خم‌های کمتری برخوردار است.

بررسی نتایج‌حاصل از کل شاخص‌های‌مورفوتکتونیکی نشان داد این حوضه و زیرحوضه‌های آن در معرض فعالیّت‌های شدید تکتونیکی قرار داشته و تأثیر این فعالیّت‌ها در تمام قسمت‌های آن یکسان نیست. بیشترین میزان این فعالیّت‌ها مربوط به محل برخورد گسل‌های سنگ ریخته، دومن نیم و شیرویه، یعنی حدّ فاصل روستای محمودی تا آبخش است، در این قسمت، که محل اتصال سه شاخه‌ی این رودخانه نیز می‌باشد. جدال فرایندهای فرسایشی و نیروهای تکتونیکی به‌حداکثررسیده و نتایج آن به‌صورت تنگه‌ای عمیق، پرتگاه‌های پرشیب و واریزه‌های مکرر جلوه‌ی خاصی به توپوگرافی این قسمت از حوضه بخشیده است.

پیشنهادات

به دلیل وجود روستاهای پرجمعیّت، نزدیکی به شهر بجنورد و وجود کارخانه‌های لوله‌گستر و مجتمع فولاد اسفراین، در مخروط‌افکنه‌ی این حوضه، پیشنهاد می‌گردد که مطالعات تکمیلی درخصوص این‌فعالیّت‌ها، انجام شده و قبل از هرگونه فعالیّت‌های عمرانی و صنعتی،حوضه‌ی موردنظر، ازنظر فعالیّت‌های تکتونیکی کاملاً مطالعه شود.

منابع

- آق‌آتابای، مریم؛ مریم عزتی (۱۳۹۳). تفسیر مورفوتکتونیکی حوضه‌ی سولوکلو (خراسان شمالی) با استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژیکی، فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای. شماره ۱۳. صفحات ۱۵۲-۱۴۱.
- جداری‌عیوضی، جمشید (۱۳۷۶). ژئومورفولوژی ایران، تهران. انتشارات دانشگاه پیام نور.
- خیام، مقصود (۱۳۵۲). مبانی و اصول ژئومورفولوژی، انتشارات نیما. تبریز.
- سازمان زمین‌شناسی (۱۳۸۸). نقشه زمین‌شناسی بجنورد با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰.
- شفیعی، الهه؛ سیداحمد علوی؛ نصیر نادری‌میقان (۱۳۸۸). تکتونیک فعال در رشته‌کوه بینالود با تکیه بر بررسی‌های مورفوتکتونیکی، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. شماره ۷۰. صفحات ۹۱-۷۹.
- عابدینی، موسی؛ شنو شبرنگ (۱۳۹۳). ارزیابی فعالیّت‌های نوزمین ساخت در حوضه آبخیز مشکین‌چای از طریق شاخص‌های ژئومورفولوژی، نشریه جغرافیا و توسعه، شماره ۳۵ ، صفحات ۶۴-۴۹.
- عکس‌های هوایی منطقه با مقیاس تقریبی ۱:۱۰۰۰۰۰ شماره‌های ۳۲۸۱،۳۲۸۳،۳۲۸۷.
- مریدی‌فریمانی، علی‌اصغر؛ سعید دهقانی (۱۳۹۳). نقش گسل تراستی سراوان در تشکیل و توسعه حوضه‌ی آبریز سراوان، نشریه جغرافیای و توسعه. شماره ۳۵. صفحات ۳۲-۱۹.
- مقامی‌مقیم، غلامرضا (۱۳۷۹). بررسی محیط زیست منطقه حفاظت شده سالوک (شمال غربی اسفراین) پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی. تهران.

- مقامی‌مقیم، غلامرضا (۱۳۸۵). تحلیل فعالیّت‌های نئوتکتونیکی در دامنه‌های‌جنوبی آلاداغ،در شمال‌شرقی ایران. فصلنامه جغرافیا و توسعه. شماره ۸. صفحات ۱۹۱-۱۷۶.
- مقامی‌مقیم،غلامرضا(۱۳۸۸).نقش‌فعالیّت‌های تکتونیکی در شکل‌گیری و گسترش مخروط‌افکنه‌های دامنه‌های جنوبی آلاداغ، نشریه جغرافیا و توسعه. شماره ۱۳. صفحات ۱۵۶-۱۳۷.
- مقامی‌مقیم، غلامرضا (۱۳۹۳). استان‌شناسی خراسان شمالی، انتشارات چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، چاپ سوم، صفحات ۵۰-۲۵.
- موحددانش، علی‌اصغر (۱۳۷۰). هیدرولوژی آب‌های سطحی ایران، انتشارات سمت.
- نقشه توپو گرافی ۱:۵۰۰۰۰ روئین (برگ۷۴۶۷).

- Burbank, D. W. Anderson, R.S (2001). Tectonic Geomorphplogy; Blackwell Science 171.
- Bull, W. B. Mcfadeen, L. D (1977). Tectonic geomorphology of north fault, California in Doehring , geomorphology of arid regions. Allen and Unwin .London 115-138.
- Cartojan, E. Magliulo, P. Massa, B (2014). Morph tectonic features of the Tammaro River basin, Southern Apennines, Italy, link.springer., Volume 25, 217-229.
- Hamadouni, R. E. l. Irigaray, C. fernandez, T (2008). Assessment of relative actives tectonics, southwest border of the Sierra Nevada. Geomorphology Volume, 96, 150-173.
- Keller, E. A. pinter, N (1996). Active tectonics; prentice Hall publisher, New jersey.
- Korjenkov, A (1994). Neotectonic stages of growth of Kyrgyz Tien Shan: Evidence from geomorphology& stratigraphy.Geol.Soc.Am.169.
- Mahmood, S. A. Waheed, Z .Batool, H. Ghazi, S. Mirza A. M, Akhtar S.M.H, Raza,S. Khan, R .M. A (2014). Remote Sensing & Morphotectonic Analysis in Hazara Kashmir Syntaxis Using River Longitudinal Profiles, Geodynamics, Research, International Bulletin Vol.(2),N.01,1-11.
- Piacentini, T.Alessandro, L. Miccadei, E (2015). Morpho tectonic study of the lower Sangro River valley (Abruzzi, Central Italy); Geomorphology, 102, 145-158.
- Singh, T. Vicrant, J (2009). Tectonic constraints on watershed development on frontal ridges Mohand ridges, NWHimalaya, India; Geomorphology, 106, 231–241.
- Sarma, J. N Acharjee, S. Murgante, B (2015). Morphotectonic study of the Brahmaputra basin using geoinformatics, Journal of the Geological Society of India, 86, 324-330.
- Willemin, J.Knuepfer, P (1994). Kinematics of arc-continental collision in the eastern Central Range of Taiwan inferred from geomorphic analysis. J Geophys Res 99(B10):20267–20 280.