Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیستم، شماره‌ی ۷۱
پاییز ۱۳۹۹، صفحات ۱۲۰-۱۰۳

*محمدحسین رضائی مقدم[۱]
معصومه رجبی[۲]
زهرا زمانی[۳]

ارزیابی تکتونیک فعال در حوضه‌ی آبریز تلوار

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰٤/۳۰

چکیده

پویایی بالای محیط‌های رودخانه‌ای، شناسایی و پیش‌بینی تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ها را ضروری می‌سازد. در این راستا می‌توان از روش اندازه‌گیری شاخص‌های ژئومورفیک استفاده کرد. حوضه‌ی آبریز تلوار یکی از زیرحوضه‌های حوضه‌ی آبریز قزل‌اوزن می‌باشد که در منتهی‌الیه جنوبی این حوضه و در شرق سنندج واقع شده است. در این پژوهش با استفاده از مدل تحلیل خوشه‌ای و شاخص‌های مورفومتری شامل شاخص شکل حوضه‌ی زهکشی (BS)، شاخص عدم تقارن حوضه‌ی زهکشی (AF)، نسبت انشعاب(BR)، زمان تمرکز (T_C)، زاویه‌ی برخورد آبراهه‌ها و شاخص تراکم سطحی آبراهه‌ها (P)، به بررسی تکتونیک فعال در حوضه‌ی آبریز تلوار پرداخته شد. همچنین نرم‌افزارهای Arc GIS، Digimizer، SPSS و Excel به کار گرفته شدند. در این پژوهش به دلیل وسعت بالای حوضه آبریز و همچنین به‌منظور دستیابی به نتایج دقیق‌تر، حوضه‌ی آبریز تلوار به پانزده زیرحوضه تقسیم شد. تمامی شاخص‌ها، تکتونیک فعال و نسبتا فعال را در اکثر زیرحوضه‌ها نشان می‌دهند.

کلید واژه‌ها: شاخص‌های ژئومورفیک، تحلیل خوشه‌ای ، تکتونیک، تلوار.

*۱- گروه ژئومورفولوژی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز. E-mail: rezmogh@tabrizu.ac.ir.
۲- گروه ژئومورفولوژی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز.
۳- دانش آموخته دانشگاه تبریز، دانشگاه تبریز، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی.

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

مقدمه

محیط‌های رودخانه‌ای، به دلیل وجود شرایط مناسب زیستی مانند خاک حاصل‌خیز و آب در دسترس، همواره مورد توجه انسان‌ها بوده است. این محیط‌ها از نظر فعالیت‌های فرسایشی از مناطق پویا و فعال هستند (Madadi et al., 2015: 25). بررسی مورفولوژیکی رودخانه‌ها برای درک شرایط کنونی و پتانسیل تغییرات احتمالی رودخانه در آینده ضروری است و تنها از این طریق می‌توان عکس‌العمل آن را نسبت به تغییرات طبیعی و یا اقدامات ناشی از اجرای طرح‌های اصلاح مسیر و تثبیت کناره‌ها پیش‌بینی نمود و میزان جابجایی، تغییر ابعاد و الگوی رودخانه‌ها را تشخیص داد. گسل‌ها و فعالیت‌های تکتونیکی می‌توانند آثاری چون انفصال در مسیر رود، تغییر الگو، تشکیل رودهای متروک و تغییر و تحول اشکال ژئومورفیک درون و حاشیه رودخانه ایجاد کنند (Roustaie, 2015: 42). اندازه‌گیری شاخص‌های ژئومورفیک؛ یکی از روش‌هایی است که می‌تواند جهت شناخت این تغییرات کمک شایانی را عرضه نماید. در حوضه‌ی آبریز تلوار وجود تغییرات بستر، مجاری و الگوهای مختلف رودخانه‌ای، عدم یکنواختی این تغییرات در طول آبراهه‌ها و بازه‌های مختلف، همراه با شواهد و اشکال متعدد ناپایداری رودخانه، مسئله‌ی پژوهش را به وجود آورده است.

Rezaei Moghaddam (2012) با استفاده از معیارهای نسبت پهنا به عمق، شیب طولی، توان رود، ضریب خمیدگی، زاویه مرکزی پیچان‌ها، شکل پلان و لیتولوژی بستر رودخانه به بررسی تغییرات شکل هندسی رودخانه‌ی قزل‌اوزن پرداختند، نتایج بررسی آنان نشان داد طول زیاد رودخانه و عبور از تشکیلات مارنی و فرسایش‌پذیر باعث شده است که هندسه‌ی رودخانه در بخش دشتی شدیدا تحت تاثیر لیتولوژی بستر شکل بگیرد و فرسایش کناری و توان رودخانه نقش عمده‌ای در پیچان رودی رودخانه داشته باشد. در بخش کوهستانی عناصر زمین ساختی حایز اهمیت است و هندسه‌ی بستر تحت تاثیر عوامل زمین ساختی از قبل طراحی شده است و الگوی مسیر رودخانه از این عوامل تبعیت می‌کند. Rajabi and Soleimani (2013) در مقاله‌ای با عنوان تحلیل و ارزیابی ویژگی‌های مورفوتکتونیکی و نئوتکتونیکی دامنه‌ی جنوبی کوهستان سبلان، شاخص‌های T، Af، Bs، Vf، Smf و IAT را محاسبه کردند و در پایان نتیجه گرفتند که دامنه‌ی جنوبی کوهستان سبلان از نظر تکتونیکی هنوز هم فعال است. Ezzati and Aq Atabay (2013) در مقاله‌ای با عنوان تحلیل زمین‌ساخت فعال حوضه‌ی بجنورد با کمک شاخص-های مورفوتکتونیکی، با استفاده از شاخص‌های عدم تقارن حوضه‌ی زهکشی، شکل حوضه، سینوسیتی، شیب طولی رودخانه و همچنین نرم‌افزار ArcGIS، به بررسی سطح فعالیت‌های تکتونیکی در حوضه‌ی بجنورد پرداختند و در نهایت عنوان کردند که قسمت شرقی حوضه بیش‌ترین فعالیت تکتونیکی را دارد. Madadi et al (2015) در مقاله‌ای تحت عنوان آشکارسازی تغییرات بستر رودخانه و بررسی مورفولوژی رودخانه‌ای با توجه به تاثیر ساختارهای زمین‌شناسی(مطالعه موردی: زرینه‌رود) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ی لندست و داده‌های توپوگرافیک و زمین‌شناسی و نرم‌افزارهای ENVI و Arc Gis به بررسی تغییرات بستر زرینه‌رود و بررسی تاثیر ساختارهای زمین‌شناسی بر آن پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بخشی از رودخانه که در یک منطقه دشتی واقع شده به‌شدت تحت تاثیر

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

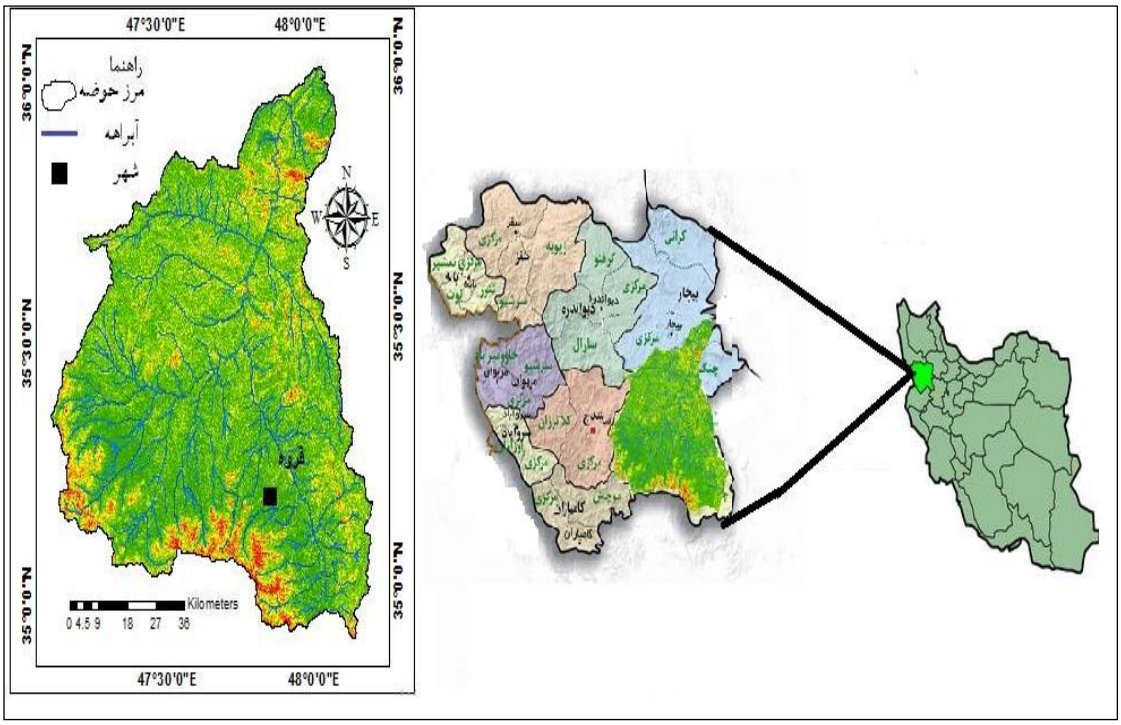
ساختارهای زمین‌شناسی است، همچنین در نواحی از رودخانه که در امتداد گسل و یا در مسیر آن جریان دارد الگوی رودخانه از نوع مستقیم و در مواردی از نوع سینوسی است. Yamani et al (2015) در مقاله‌ای تحت عنوان طبقه‌بندی مورفولوژیکی آبراهه‌ی رودخانه‌ی تلوار بر اساس روش رزگن و کارایی آن، با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی و کاربری اراضی و همچنین نرم‌افزارهای Arc Gis، HEC_RAS و WMS9.1 نتیجه گرفتند که بخش‌های میانی رودخانه از لحاظ پایداری در سطح ضعیف و سایر بخش‌ها در سطح متوسط و خوب قرار دارند. همچنین الگوهای مجرای موجود در رودخانه‌ی تلوار و به‌تبع آن پارامترهای موثر در طبقه‌بندی و تفکیک مجراها با مدل رزگن مطابقت دارند. Momipour (2016) در مقاله‌ای با عنوان مطالعه‌ی نئوتکتونیک و فرسایش حوضه‌ی مارون با تکنیک ژئومورفومتری، با تحلیل مدل رقومی ارتفاع منطقه، شاخص شیب طولی رود، منحنی هیپسومتری و نقشه‌ی هم‌پایه به این نتیجه رسید که در منطقه‌ی مورد مطالعه شرایط فرسایشی بر تکتونیک غالب است. Reyaz Ahmad et al (2014) به بررسی ژئوموفولوژی تکتونیک حوضه‌ی کاروا در درهی کشمیر با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک مانند D ، Rb، Smf، SL، Af پرداختند، نتایج کار آن‌ها نشان می‌دهد که منطقه دارای درجه بالایی از تکتونیک فعال می‌باشد. Flores et al (2015) در پژوهشی با استفاده از DEM و اطلاعات SAR، به تفسیر مورفوتکتونیک حوضه‌ی آبریز ماکیویونی[4] در شمال تانزانیا پرداختند و به این نتیجه رسیدند که فرآیندهای تکتونیکی در منطقه بی‌ثبات بوده و این فرایندها یک عامل مهم برای تکامل چشم‌انداز فعلی حوضه دریاچه‌ای مانیارا[5] می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش بررسی تکتونیک فعال در هر کدام از زیرحوضه‌های پانزده‌گانه‌ی حوضه آبریز تلوار و تاثیر آن بر مورفولوژی رودخانه است. در رابطه با حوضه‌ی آبریز تلوار تحقیقات مختلفی صورت گرفته است، اما در پژوهش حاضر، ما با توجه به وسعت بالای حوضه و به‌تبع آن اختلاف زیاد در توزیع گسل‌ها، شیب، لیتولوژی، تراکم آبراهه و ...، اقدام به تقسیم حوضه‌ی آبریز به ۱۵ زیر حوضه نمودیم تا محاسبات و نتایج دقیق‌تری حاصل آید. بنابراین تمامی محاسبات مربوط به شاخص‌ها و ترسیم نمودارها برای نخستین بار در حد زیر حوضه‌های پانزده‌گانه برای حوضه‌ی آبریز تلوار انجام شد.

محدوده مورد مطالعه

حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی تلوار، در استان کردستان، با مساحت ۷۲٤۱ کیلومتر مربع از نظر موقعیت جغرافیایی بین طول ″۵۳ ′۰٦ °٤۷ تا ″٤۸ ′۱۲ °٤۸ شرقی و عرض جغرافیایی ″۲۰ ′٥٤ °۳٤ تا ″۱۰ ′۰۰ °۳٦ شمالی قرار گرفته است. حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی تلوار یکی از زیرحوضه‌های حوضه‌ی آبریز قزل‌اوزن می‌باشد که در منتهی‌الیه جنوبی این حوضه و در شرق سنندج واقع شده است. این حوضه به‌طور عمده توسط رودخانه‌ی تلوار، که خود آن، از به هم پیوستن رودخانه‌های چم تلوار، قوری چای، چم آسیاب، چشمه ختن و شور، قرافلو، نشور و اوزن دره غربی به‌وجود می‌آید، زهکشی می‌شود (Motamed Vaziri et al., 2009: 33).

4- Makuyuni
5- Manyara

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025



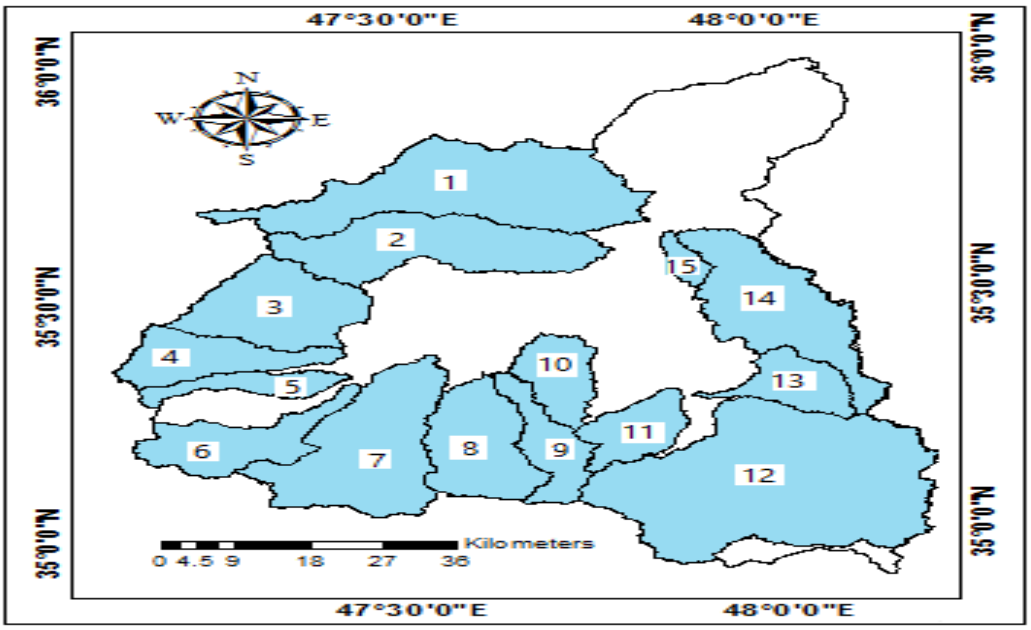
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی حوضه‌ی آبریز تلوار

Figure 1: Geographical location of Talvar basin

این منطقه در زیرپهنه‌ی سنندج سیرجان با دگرشکلی پیچیده واقع شده است. این زیرپهنه با داشتن دو دگرشکلی ناحیه‌ی بزرگ؛ اولی با فرورانش پوسته اقیانوسی تتیس جوان و ایجاد کمربند آتشفشانی به سن ژوراسیک پسین-کرتاسه آغازین و دیگری با برخورد سکوی عربی به صفحه‌ی ایران در کرتاسه‌ی پسین همراه با نفوذ توده‌های پلوتونیک متنوع از دیگر زیر پهنه‌ها متمایز می‌شود. از لحاظ زمین‌شناسی، دشت قروه-دهگلان بخشی از زون ساختمانی سنندج سیرجان است و سطح دشت بیش‌تر توسط رسوبات کواترنری پوشیده شده است. این دشت از لحاظ سنگ‌شناسی به دیوریت و دیوریت گابرویی (dg)، ماسه‌سنگ آهکی و مارن (plm)، تراورتن (Qtr)، رسوب-های دشت آبرفتی کم شیب (QB), رسوب‌های آبرفتی مرتفع (Qt2) و رسوبات مخروط افکنه‌ای (Qf) تقسیم‌بندی می‌شود (Mahjal and Sahandi, 1999: 28).

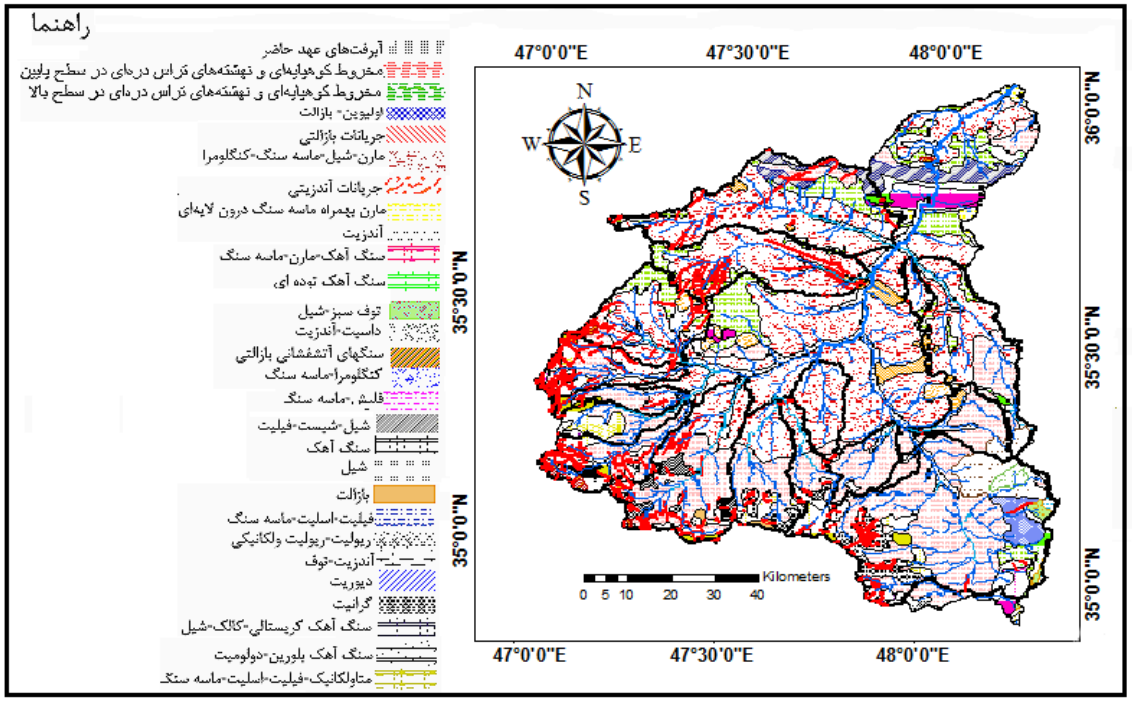
شیب حوضه، بجز در قسمت‌های جنوبی و خط الراس‌ها غالبا یکنواخت بوده و این شیب کم باعث افزایش نفوذ بارندگی‌های ناچیز منطقه نیز هست که رواناب حوضه را به‌شدت کاهش می‌دهد. بالاترین ارتفاع حوضه ۳۱٦۷ متر و حداقل ارتفاع ۱٤٦٥ متر می‌باشد (Nayyeri et al., 2016: 27). میانگین ارتفاع حوضه برابر با ۲۳۱٦ متر است. بارزترین مشخصه‌ی حوضه مساحت آن است. دبی سیلاب‌ها و حجم رواناب حوضه به‌طور مستقیم به مساحت حوضه بستگی دارد. حوضه‌ی آبریز تلوار جزو حوضه‌های بزرگ می‌باشد. در شکل (۱) و شکل (۳) موقعیت و وضعیت زمین‌شناسی زیر حوضه‌ها قابل مشاهده است. همچنین اطلاعات زیرحوضه‌های پانزده‌گانه در جدول (۱) آمده است.

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025



شکل ۲: موقعیت زیرحوضه‌های حوضه آبریز تلوار

Figure 2: Location of Talvar catchment sub-basins



شکل ۳: نقشه زمین‌شناسی حوضه‌ی آبریز تلوار به تفکیک زیر حوضه‌های پانزده‌گانه

Figure 3: Geological map of Talvar basin divided into fifteen sub-basins

مواد و روش‌ها

بررسی عوارض و شواهد زمین ریخت‌شناسی ساختمانی از بهترین روش‌های ارزیابی حرکات تکتونیکی فعال می‌باشند. هر یک از شاخص‌های فوق یک طبقه‌بندی نسبی از فعالیت‌های تکتونیکی ارائه می‌دهند که برای شناسایی

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

و بررسی مقدماتی تکتونیک‌های فعال مفید می‌باشند. وقتی چندین شاخص در یک ناحیه برای طبقه‌بندی و تجزیه‌وتحلیل فعالیت‌های تکتونیکی به‌کار برده می‌شوند، نتایج بامعناتر و مستدل‌تری را در برخواهند داشت (Bahrami and Parhizkar, 2016: 14).

در این پژوهش، از نقشه‌ی توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی ارتش که مربوط به شهرستان‌های قروه و بیجار در استان کردستان هستند و DEM سی متری محدوده استفاده شد. همچنین به‌منظور بررسی ویژگی‌های زمین‌شناسی منطقه، از نقشه‌ی زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور استفاده شد. به دلیل وسعت بالای حوضه آبریز تلوار و به‌منظور دقت بیش تر در اندازه‌گیری‌ها، حوضه‌ی آبریز به پانزده زیر حوضه تقسیم (مطابق شکل ۲) و تمامی شاخص‌ها برای همه‌ی زیرحوضه‌ها محاسبه گردید.

جهت رسیدن به اهداف تحقیق شاخص‌های زیر برای هر زیرحوضه، مورد محاسبه قرار گرفتند:

سینوزیته: مقدار سینوسیته‌ی یک رود، نسبتی است از طول کانال رودخانه به طول دره:

$$S = C/V$$ رابطه‌ی (۱)

S= سینوسیته رودخانه، C= طول کانال رودخانه، V= طول دره در فاصله‌ی بین دو مئاندر پیاپی

پیتز بر حسب میزان ضریب خمیدگی، چهار نوع رودخانه به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌کند:

۱- اگر ضریب پیچشی بین ۱ تا ۱/۰۵ باشد رودخانه مستقیم،

۲- اگر بین ۱/۰۶ تا ۱/۲۵ باشد رودخانه سینوسی،

۳- اگر بین ۱/۲۵ تا ۲ باشد پیچانرودی،

٤- و اگر بیش‌تر از ۲ باشد پیچانرودی شدید است.

به‌منظور محاسبه‌ی شاخص سینوسیته در هر زیر حوضه، رودخانه‌ی اصلی آن زیر حوضه در نظر گرفته شد.

شاخص شکل حوضه: جهت بررسی وضعیت شکل حوضه‌ها، فرمول زیر به‌کار گرفته شده است:

$$BS = BL/BW$$ رابطه‌ی (۲)

BS= شاخص شکل حوضه، BL= اندازه‌ی طول حوضه (دورترین نقطه تا خروجی حوضه)، Bw= اندازه‌ی عرض حوضه (اندازه‌ی پهن‌ترین بخش عرض حوضه) می‌باشد.

معمولاً فرم حوضه‌ها، در مناطق کوهستانی که از لحاظ تکتونیکی فعال باشند، حالت طولی و در مناطق غیرفعال با آرامش تکتونیکی و جنبش‌های تکتونیکی، حالت نزدیک به دایره پیدا می‌کند.

مقادیر عددی بالاتر از دو برای شاخص BS نشان‌دهنده‌ی حوضه‌های طولی است که از لحاظ تکتونیک فعال می‌باشند و مقادیر پایین‌تر از آن نشان‌گر فعالیت تکتونیکی ضعیف و یا آرامش تکتونیکی است Bull and

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

McFadden, 128: 1977). شاخص عدم تقارن حوضه‌ی زهکشی: این شاخص، به ما اجازه می‌دهد تا کج شدگی جانبی یک حوضه را، با توجه به مسیر آب که ممکن است با فعالیت یک گسل نرمال مرتبط باشد، با جهت موازی مسیر آب اصلی بیان کنیم (Guarnieri and Pirrotta, qtd.in Maghsoudi and Emadeddin, 2011: 117). در مناطق دارای تکتونیک فعال به دلیل ظاهر شدن اثر این حرکات بر توپوگرافی محل، در یک سوی منطقه بالاآمدگی و در سوی دیگر فرونشست ایجاد می‌گردد (Amir Ahmadi and Ebrahimi, 2015: 270) . شاخص Af با رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$AF = \left(\frac{AR}{At}\right)100$$ رابطه‌ی (۳)

AF= شاخص عدم تقارن آبراهه؛ AR = مساحت حوضه در سمت راست آبراهه اصلی؛ At = مساحت کل.

اگر مقدار عددی این شاخص حدود ۵۰ باشد، بیان‌گر وجود تقارن زهکش‌های فرعی نسبت به آبراهه‌های اصلی است و نشان می‌دهد که تداوم جریان در حالت ثابتی قرار دارد (Maghsoudi and Emadeddin, 2011: 117). مقادیر بیش تر یا کم تر از ۵۰ نشانگر کج شدگی حوضه می‌باشد که می‌تواند در نتیجه‌ی فعالیت زمین‌ساختی یا ساختارهای حاصل از ویژگی‌های سنگ‌شناسی باشد (Hamdouni et al., qtd.in Saffari and Mansouri, 2013: 41) مقادیر بیش‌تر از ۵۰ نشان‌گر عمل بالاآمدگی در ساحل سمت راست و کم‌تر از ۵۰ نشان‌گر عمل بالاآمدگی در ساحل سمت چپ زهکش اصلی است. این شاخص به تغییر در امتداد عمود بر مسیر آبراهه بسیار حساس است (Saffari and Mansouri, 2013: 41).

شاخص تراکم سطحی آبراهه‌ها: اگر مجموع طول تمام رودخانه‌ها و آبراهه‌های حوضه، اندازه‌گیری و بر مساحت حوضه تقسیم شود، عدد به‌دست آمده که معمولا بر حسب کیلومتر در هر کیلومتر مربع (km/km^2) توصیف می‌شود تراکم شبکه‌ی رودخانه‌های حوضه یا تراکم شبکه زهکشی[6] نامیده می‌شود.

این عامل از تقسیم طول شبکه‌های زهکشی اصلی و فرعی حوضه، به مساحت کل حوضه به‌دست می‌آید و جهت ارزیابی و شناسایی نئوتکتونیک در حوضه‌های زهکشی، ابزار مفیدی به حساب می‌آید. بالا بودن ضریب تراکم بیان-گر تکتونیک فعال و حساسیت زیاد سازندهای زمین‌شناسی حوضه است. این شاخص از فرمول زیر محاسبه می‌شود (Abbasi and Elmizadeh, 2010: 64).

$$BS = \left(\frac{\Sigma Li}{A}\right)$$ رابطه‌ی (٤)

P= تراکم زهکشی به کیلومتر در کیلومتر مربع، Li = طول آبراهه‌ها به کیلومتر، A مساحت حوضه به کیلومتر مربع.

محاسبه‌ی نسبت انشعاب: برای مشخص کردن تاثیر انشعابات شبکه‌ی رودخانه بر هیدروگراف سیل از نمایه‌ی نسبت انشعاب[7] استفاده می‌شود. اگر درحوضه‌ای n_1، n_2، n_3، ...، n_i به‌ترتیب تعداد رودخانه‌های رده‌ی ۱ و ۲ و ۳ و ...

6- Drainage Density
7- bifurcation ratio

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

و i باشد برحسب تعریف نسبت انشعاب رودخانه‌های این حوضه برابر است با:

$$BR = \left(\frac{n1}{n2} + \frac{n2}{n3} + \frac{n3}{n4} + \cdots + ni - \frac{1}{ni}\right) 1/i - 1$$ رابطه‌ی (۵)

محاسبه‌ی زمان تمرکز: حداکثر زمانی که طول می‌کشد تا آب از دورترین نقطه‌ی حوضه، مسیر هیدرولوژیکی خود را طی کرده و به نقطه‌ی خروجی برسد، زمان تمرکز[8] نام دارد. به دلیل اینکه در تحقیق حاضر، محاسبات در سطح زیر حوضه‌ها انجام می‌شود، لذا جهت محاسبه‌ی زمان تمرکز، روش کرپیچ که برای حوضه‌های کوچک مناسب هست انتخاب شد. معادله‌ی زمان تمرکز به روش کرپیچ[9]:

$$Tc = 0.949\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$ رابطه‌ی (٦)

T_C= زمان تمرکز برحسب ساعت، L= طول آبراهه‌ی اصلی به کیلومتر، H=اختلاف ارتفاع بلندترین و پایین‌ترین نقطه‌ی حوضه به متر.

زاویه‌ی برخورد آبراهه: یکی دیگر از شاخص‌های مورد نظر در این پژوهش زاویه‌ی برخورد آبراهه‌ها است. به‌منظور اندازه‌گیری زاویه‌ی برخورد آبراهه‌ها، از نرم‌افزار Digimizer استفاده شد و متوسط زاویه‌ی برخورد آبراهه‌ها، برای هر زیر حوضه به‌دست آمد.

در پایان، برای شاخص‌های محاسبه شده، مدل تحلیل خوشه‌ای در نرم‌افزار Spss اجرا و از طریق رسم نمودار دندروگرام[10] نتایج تحلیل و بررسی می‌شود.

تحلیل خوشه‌ای: حوضه‌های زهکشی دارای خواص مشابهی می‌باشند. تشابهات آن‌ها، به کمک میزان فاصله‌ی این زیرحوضه‌ها از هم بررسی می‌گردد. این فاصله مقدار مشخصی است که به‌عنوان ضریب مشابهت شناخته می‌شود و به کمک آن می‌توان شباهت دو حوضه را خلاصه نمود. وقتی دو حوضه نزدیک به هم باشند؛ یک وابستگی خوشه-ای ایجاد می‌نمایند و نقطه‌ی وسط بین آن‌ها مرکز ثقل این وابستگی خوشه‌ای می‌باشد. درجه‌ی ترکیب آن‌ها تحت عنوان توالی زوجی شناخته شده و به کمک نمودار چند شاخه‌ای می‌توان آن را نشان داد. برای این منظور از نرم‌افزار Spss استفاده شده است (Goldasyeh qtd.in Rezaei Moghaddam and Ahmadi, 2006: 89).

یافته‌ها و بحث

نتایج محاسبه‌ی شاخص‌ها، برای زیرحوضه‌های حوضه‌ی آبریز تلوار در جدول (۱) ارائه شده است.

8- time of concentration
9- Kirpich
10- Dendrogram

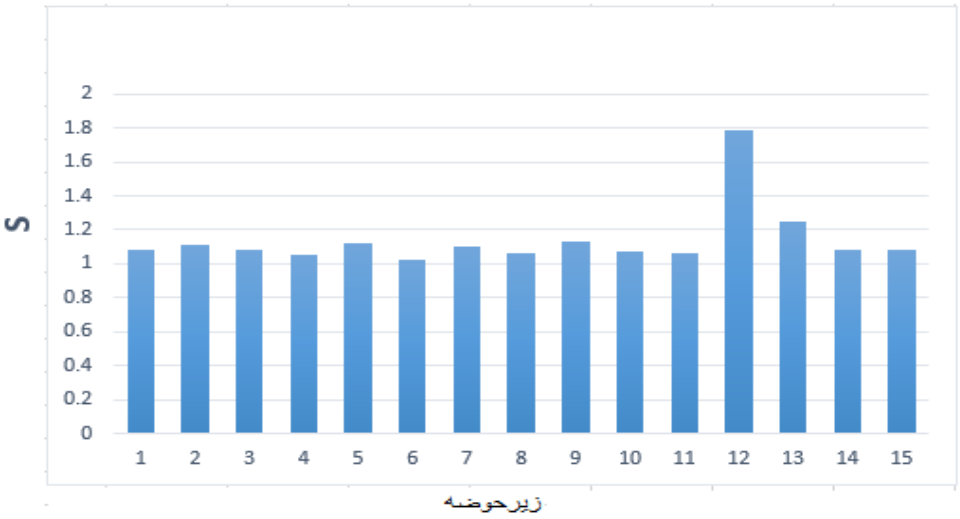
Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

جدول ۱- مقادیر مربوط به شاخص‌های محاسبه شده برای زیر حوضه‌های حوضه‌ی آبریز تلوار

Table 1- The calculated indices values for Talvar catchment sub-basins

Angle (Mean)	Tc	P	BR	AF	BS	S	زیرحوضه
۸۱	۹	۰/۲۵۷	۷/۵	۵۶/۱	۲/۵	۱/۰۸	۱
۸۹	۳/۸	۰/۲۰۲	۳/٤	٦۳/٤	۳	۱/۱۱	۲
۷۸	۳/۳	۰/۲۰۵	۳/۳	٦۲/۳	۱/۱	۱/۰۸	۳
۸۸	۵/٦	۰/۲۷۱	۳/۵	۸۱/٦	۲	۱/۰۵	٤
٤٦	۸/۹	۰/۰٤۵	۲/۲	۳۰/٦	٤/۳	۱/۱	۵
٦٤	۵/٤	۰/۱۵۱	۲/۸	۵۳/۳	۲	۱/۰۲	٦
٦٦	٦/٤	۰/۱٦۲	٤	٤٦/٦	۱/٦	۱/۰۹	۷
۷۵	۵/۲	۰/۲۲۱	۳/٦	۳۳/۲	۲/۳	۱/۰٦	۸
۸۰	٤/۷	۰/۱۹۱	۳	٦٦/۷	۳/۳	۱/۱۲	۹
۷۵	٤/۱	۰/۲۵٤	۳/۵	٤۷/۸	۲/۱	۱/۰۷	۱۰
۵۲	٤/٦	۰/۱۹٦	۲/۷	٤۱/٦	۷/۱	۱/۰٤	۱۱
۷۸	۵/۲	۰/۱۱۳	۳/٤	٦٦/۹	۱/۱	۱/۷۹	۱۲
۵۸	۵/٤	۰/۲٤۵	۳/۱	٦۰/۵	۱	۱/۲٤	۱۳
۵۵	٤/۵	۰/۲٦۹	۲	۵۷/۹	۲/٤	۱/۰۸	۱٤
۵٤	۸/۲	۰/۲۰۰	٤/۵	٦۳/۷	۲/٦	۱/۰۸	۱۵

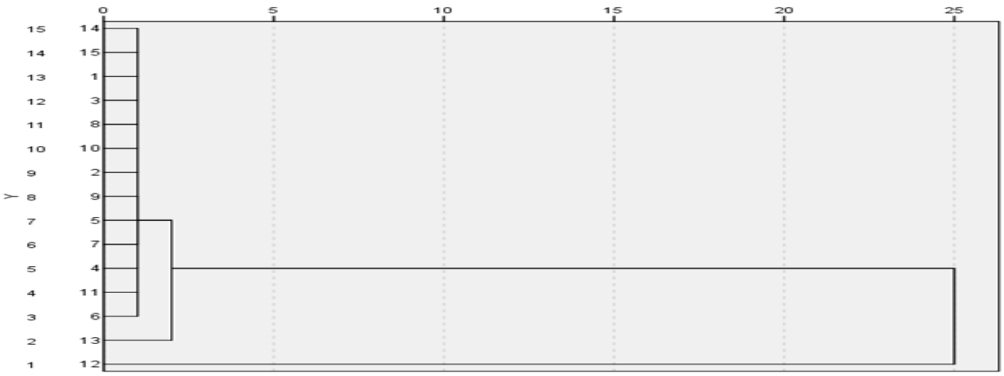
هر چه مقدار شاخص S کم‌تر و به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده‌ی فعالیت تکتونیکی در منطقه‌ی مورد مطالعه می‌باشد، کوچک‌ترین مقدار تغییر شکل، می‌تواند باعث تغییر در درجه‌ی سینوسی بودن یک رودخانه شود (Keller and Pinter, 2002: 362).



شکل ٤: نمودار فراوانی S زیرحوضه‌ها

Figure 4: Frequency diagram of S index of sub-basins

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

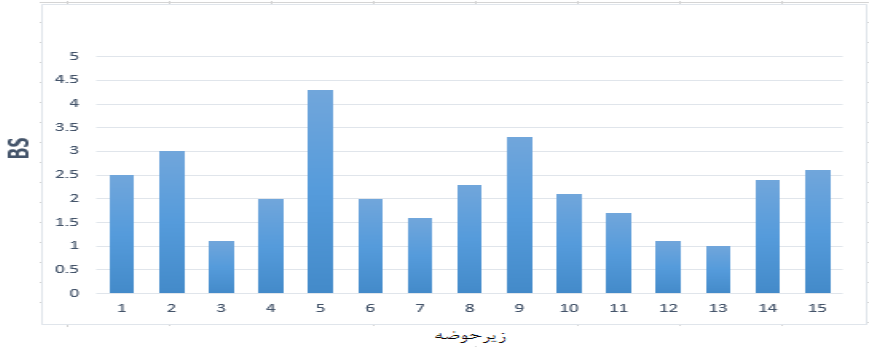


شکل ۵: دندروگرام شاخص S زیرحوضه‌ها

Figure 5: S index dendrogram of sub-basins

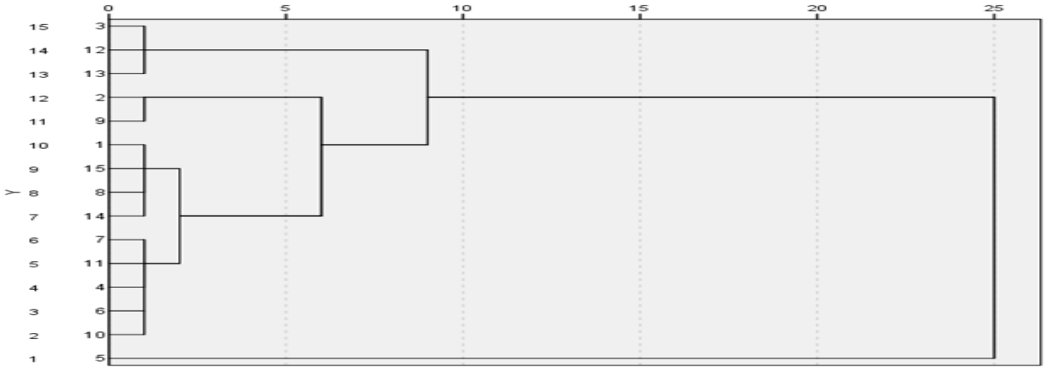
همان‌گونه که از جدول (۱) و شکل (۵) مربوط به شاخص S قابل مشاهده است؛ همه‌ی زیر حوضه‌ها مساوی با ۱ و یا نزدیک به ۱ هستند، پس همگی دارای فعالیت تکتونیکی می‌باشند.

مقدار زیاد شاخص Bs مربوط به حوضه‌های کشیده در نواحی فعال زمین‌ساختی است در صورتی‌که مقادیر کم آن حوضه‌های دایره‌ای شکل نواحی غیرفعال را نشان می‌دهد. Bs بزرگ‌تر از عدد ۲ نشان‌دهنده‌ی حوضه‌های طولی است که از نظر تکتونیکی فعال هستند. مقادیر پایین‌تر از آن، نشان‌گر فعالیت‌های زمین‌ساختی ضعیف یا آرامش تکتونیکی می‌باشد (Bull and McFadden, 1977: 128).



شکل ٦: نمودار فراوانی Bs زیرحوضه‌ها

Figure 6: Frequency diagram of Bs index of sub-basins

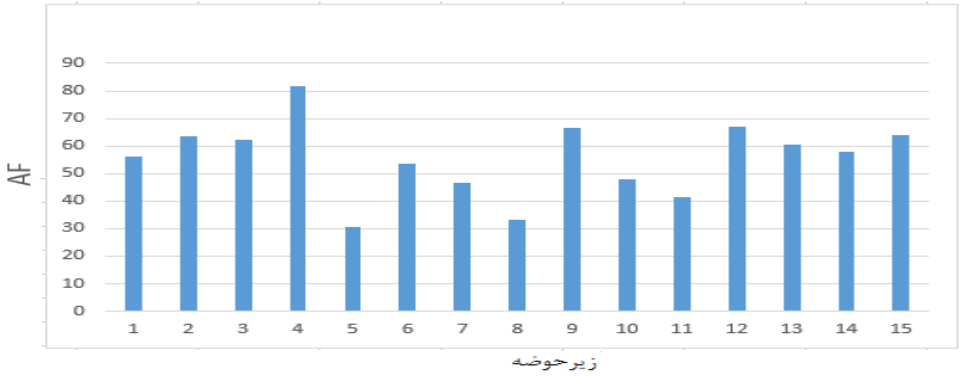


شکل ۷: دندروگرام شاخص BS زیرحوضه‌ها

Figure 7: BS index dendrogram of sub-basins

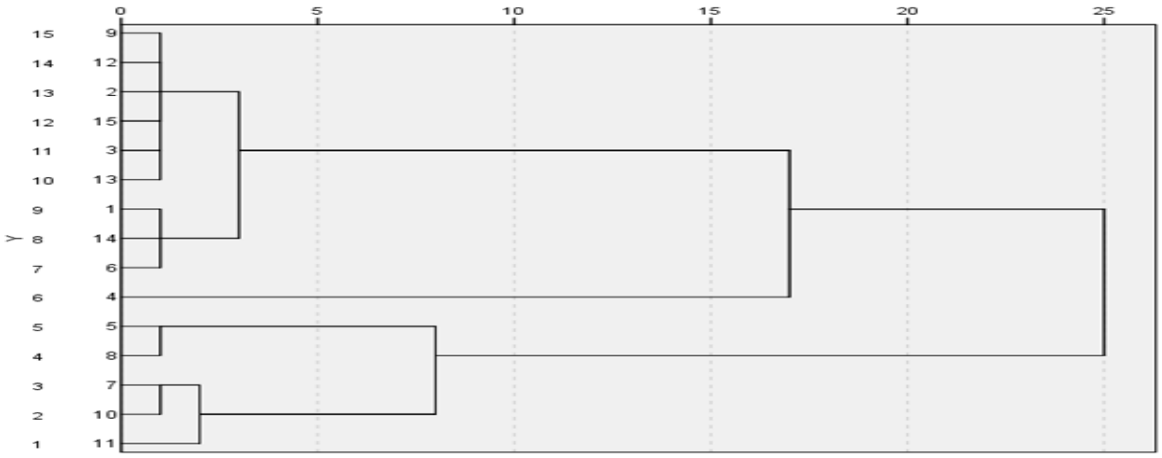
Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

بنابراین؛ زیرحوضه‌های شماره‌ی ۱، ۲، ۵، ۸، ۹، ۱۰، ۱٤ و ۱۵ که بالاتر از عدد ۲ هستند، فعالیت تکتونیکی بالا دارند. زیرحوضه‌های شماره‌ی ٤ و ٦ از نظر فعالیت تکتونیکی در حد متوسط قرار دارند و زیرحوضه‌های شماره‌ی ۳، ۷، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ نیز از نظر فعالیت‌های تکتونیکی ضعیف هستند. مقادیر Bs بالا، با حوضه‌های طویل مرتبط بوده و عموماً با فعالیت تکتونیکی بالا رابطه دارد. مقادیر پایین Bs حاکی از یک حوضه‌ی دایره‌ای شکل بوده و عموماً با فعالیت‌های تکتونیکی پایین مرتبط است. بالا زدگی سریع در پیشانی کوهستان، حوضه‌ی شیب‌دار طویل ایجاد می‌کند و زمانی که فعالیت تکتونیکی کاهش می‌یابد، عریض‌تر شدن حوضه، از پیشانی کوهستان رخ می‌دهد. شاخص AF، روشی مناسب برای تعیین کج‌شدگی تکتونیکی در مقیاس حوضه‌ی زهکشی است. برای یک رودخانه که در محیط پایدار تکتونیکی شکل گرفته و اکنون در محیط پایدار در جریان است AF باید در حدود ۵۰ باشد که نشان‌دهنده‌ی حوضه‌ی زهکشی کاملا متقارن است. مقدار کم‌تر یا بیش‌تر از ۵۰ نشان‌دهنده‌ی عدم تقارن در حوضه است (Keller and Pinter, 2002: 362). مقادیر کم‌تر از عدد مبنای ۵۰، تمایل آبراهه‌ی اصلی را به‌طرف راست حوضه‌ی زهکشی و مقادیر بیش‌تر از عدد مبنای ۵۰، تمایل آبراهه‌ی اصلی را به سمت چپ حوضه‌ی زهکشی نشان می‌دهد.



شکل ۸: نمودار فراوانی AF زیر حوضه‌ها

Figure 8: Frequency chart of AF index of sub-basins

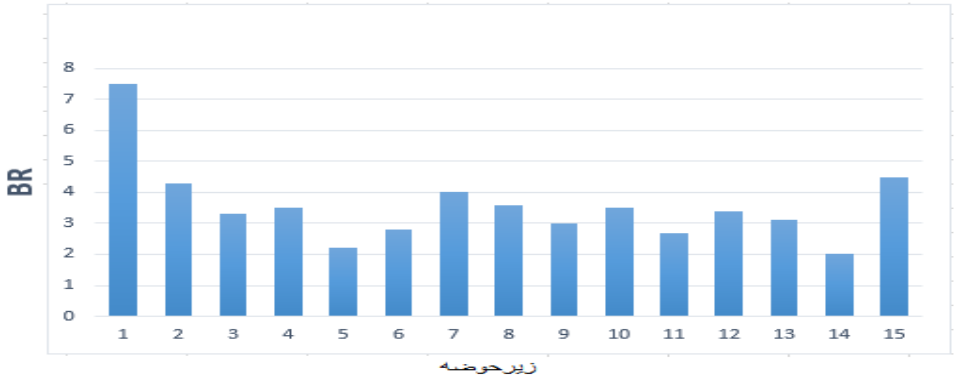


شکل ۹: دندروگرام شاخص AF زیر حوضه‌ها

Figure 9: AF index dendrogram of sub-basins

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

همان‌گونه که در جدول (۱) واشکال (۹ و ۸) ملاحظه می‌شود، هیچ‌یک از زیر حوضه‌ها کاملا متقارن نیستند.
بر مبنای مقدار AF حوضه‌ها را در سه کلاس تقسیم‌بندی کرده‌اند که شامل: مقادیر کلاس ۱ (فعال از نظر تکتونیکی) AF>15، مقادیر کلاس ۲ (با فعالیت تکتونیکی متوسط) AF= 7-15، مقادیر کلاس ۳ (فعالیت تکتونیکی کم) AF<7.
بر این اساس؛ تمامی زیرحوضه‌های حوضه‌ی آبریز تلوار، از نظر تکتونیکی دارای فعالیت بالا هستند.
در تقسیم‌بندی دیگری: مقادیر بیش از ٦٥ یا کم‌تر از ۳۵ بیان‌گر کج‌شدگی و ناپایداری حوضه‌ها و مقادیر بین ۵۷ تا ٦٥ یا بین ۳۵ تا ٤۳ حوضه‌های نسبتا پایدار و مقادیر بین ٤۳ تا ۵۷ بیان‌گرحوضه‌های پایدار است. بر این اساس؛ زیرحوضه‌های ٤، ۵، ۸، ۹ و ۱۲ ناپایدار، زیرحوضه‌های ۲، ۳، ۱۱، ۱۳، ١٤ و ۱۵ نسبتا پایدار و زیرحوضه‌های ۱، ٦، ۷ و ۱۰ پایدار هستند. نسبت انشعاب در حوضه‌های معمولی، بین ۳ تا ۵ است. هر چه این نسبت کوچک‌تر باشد، نشان‌دهنده‌ی این است که منحنی تغییرات دبی سیل نسبت به زمان (هیدروگراف)، در مقایسه با حوضه‌های دیگر، دارای نقطه‌ی اوج تیزتر خواهد بود. غیر از زیرحوضه‌ی شماره‌ی ۱، سایر زیرحوضه‌ها جزو حوضه‌های معمولی و در بازه‌ی ۳ تا ۵ قرار دارند.



شکل ۱۰: نمودار فراوانی BR زیر حوضه‌ها

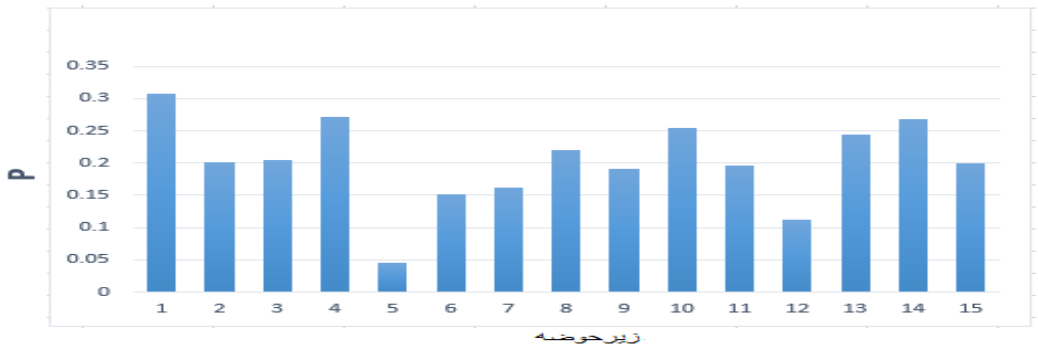
Figure 10: Frequency chart of BR index of sub-basins

شکل ۱۱: دندروگرام شاخص BR زیر حوضه‌ها

Figure 11: BR index dendrogram of sub-basins

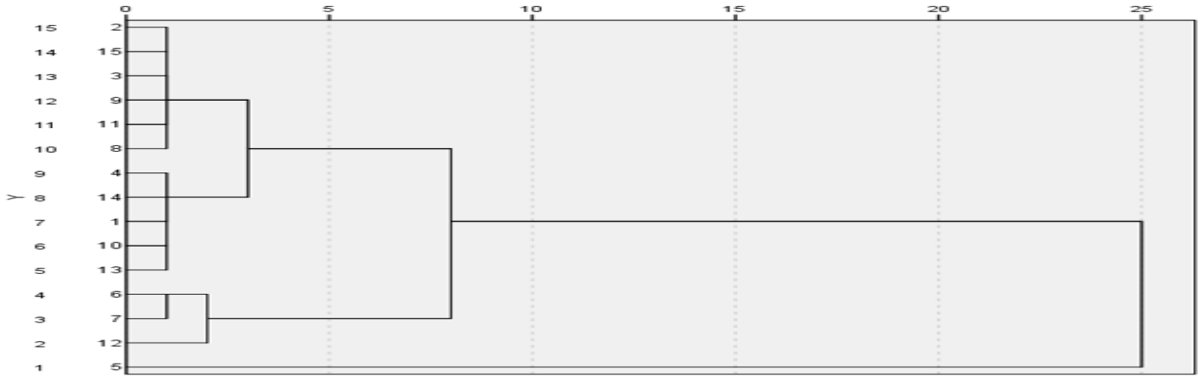
بالا بودن ضریب تراکم بیان‌گر تکتونیک فعال و حساسیت زیاد سازندهای زمین‌شناسی در حوضه و همچنین نشان از جوان بودن و نرسیدن به مرحله‌ی تعادل حوضه‌ی زهکشی دارد.

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025



شکل ۱۲: نمودار فراوانی P زیرحوضه‌ها

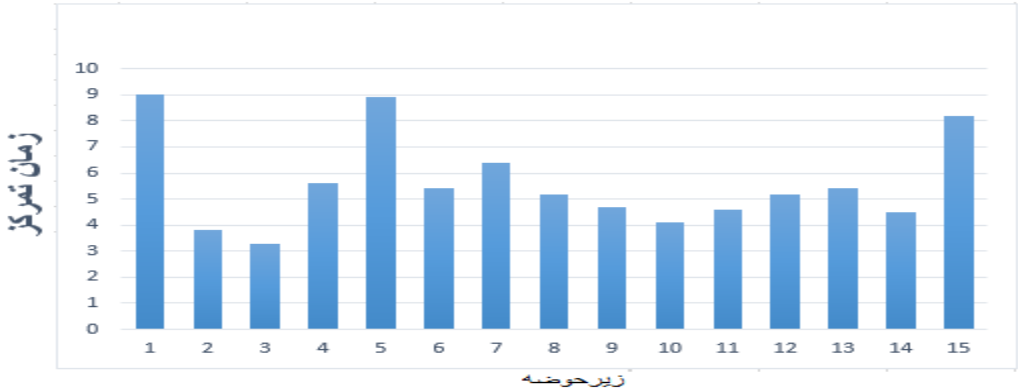
Figure 12: Frequency chart of P index of sub-basins



شکل ۱۳: دندروگرام شاخص P زیرحوضه‌ها

Figure 13: P-index dendrogram of sub-basins

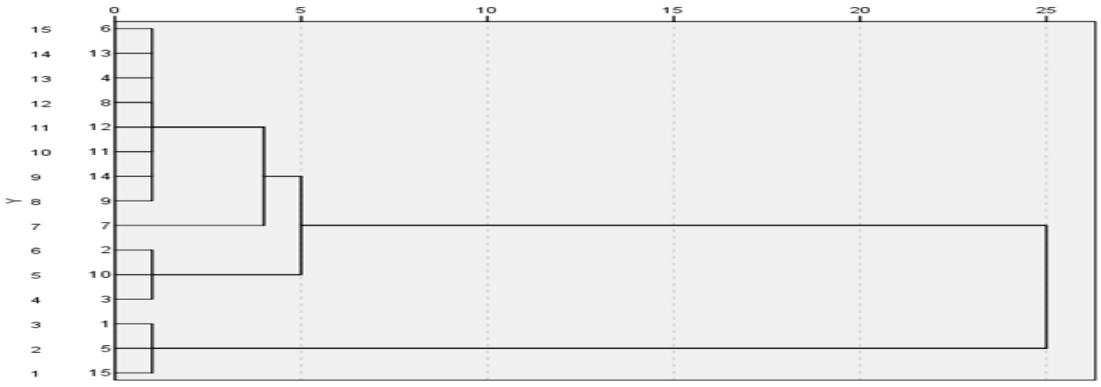
همان‌گونه که مشاهده می‌شود؛ کم‌ترین مقدار تراکم آبراهه مربوط به زیرحوضه‌ی شماره‌ی ۵ است که دلیل آن لیتولوژی غیر مقاوم و قابل نفوذ آن است. لیتولوژی غالب این زیر حوضه، شامل آبرفت‌ها است همچنین سنگ آهک و مارن هم قسمت‌هایی از مسیر رودخانه را در بر گرفته‌اند. معمولا در حوضه‌های دایره‌ای شکل، تمرکز کوتاه‌تر بوده و فرصت عکس‌العمل برای مقابله با سیل کم‌تر است. ولی در حوضه‌های کشیده با توجه به زمان تمرکز بیش‌تر، فرصت بیش‌تری برای اقدامات پیشگیرانه وجود دارد.



شکل ۱٤: نمودار فراوانی Tc زیرحوضه‌ها

Figure 14: Frequency chart of Tc index of sub-basins

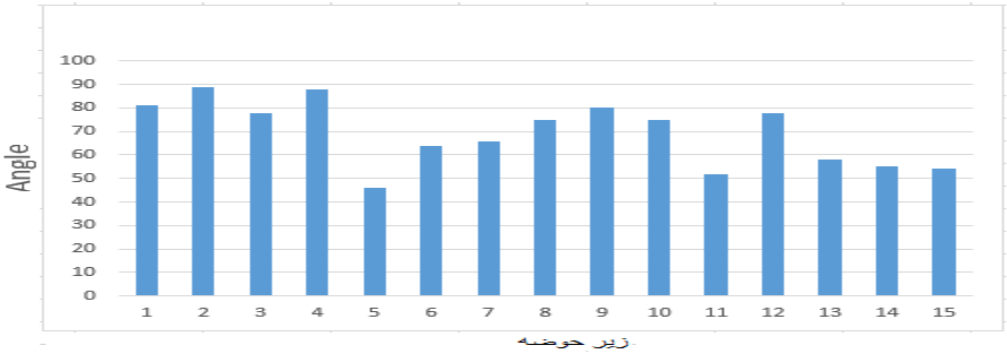
Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025



شکل ۱۵: دندروگرام شاخص TC زیرحوضه‌ها

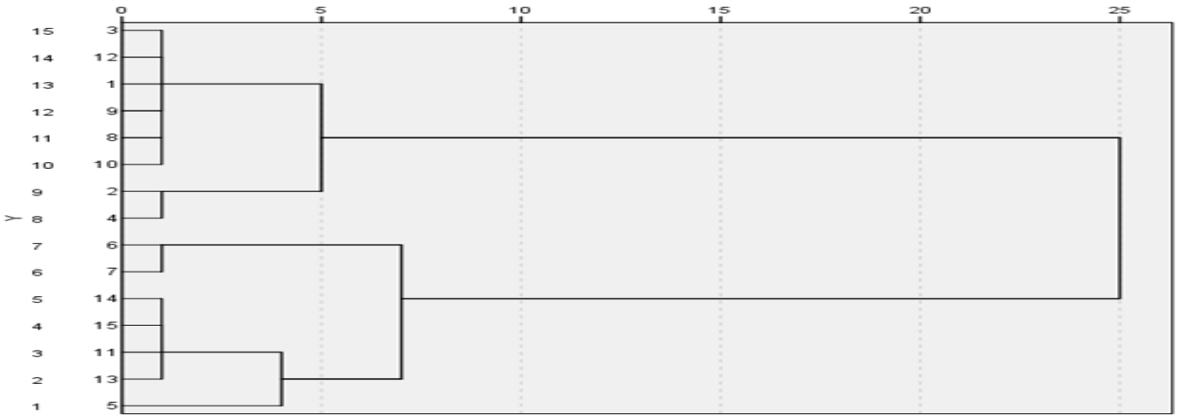
Figure 15: TC dendrogram index of sub-basins

از برخورد شاخه‌های آبراهه‌ای با هم، زاویه حاصل می‌آید که در اصطلاح زاویه‌ی تلاقی نامیده می‌شود (Rezaei Moghaddam and Ahmadi, 2006: 93). با اندازه‌گیری این زوایا و کم و زیاد شدن آن‌ها در نقاط مختلف و انجام یک طبقه‌بندی کمی از آن‌ها، می‌توان تاثیر عوامل مختلف در این رابطه را بررسی کرد. با توجه به محاسبات، زیر حوضه‌های ۲ و ٤ دارای بیش‌ترین زاویه و زیرحوضه‌ی ۵ کم‌ترین زاویه را داراست.



شکل ١٦: نمودار فراوانی متوسط زاویه برخورد آبراهه‌ها

Figure 16: Diagram of the average frequency of the angle of impact of waterways



شکل ۱۷: دندروگرام متوسط زاویه‌ی برخورد آبراهه در زیرحوضه‌ها

Figure 17: Medium angle dendrogram of waterway collision in sub-basins

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

نتیجه‌گیری

با توجه به مقادیر محاسبه شده، بیش‌ترین ضریب سینوسیته به رودخانه‌ی شماره‌ی ۱۲ تعلق دارد. در زیرحوضه‌ی شماره‌ی ۱۲، وجود گسل‌های متعدد و متراکم در گوشه‌ی جنوب‌غربی زیرحوضه، باعث تغییر مسیر رودخانه به آن سمت شده است، که می‌تواند دلیل مقدار بالای سینوسیته‌ی محاسبه شده باشد. دندروگرام مربوط به سینوسیته، نشان می‌دهد که زیرحوضه‌های ۱۲ و ۱۳ به لحاظ سینوسیته‌ی بالا، گروه‌های تک هستند و سایر زیرحوضه‌ها، در یک خوشه‌ی واحد قرار می‌گیرند. بر اساس تقسیم‌بندی پیتز نیز، تنها رودخانه‌های پیچانرودی حوضه‌ی آبریز تلوار، رودخانه‌های شماره ۱۲ و ۱۳ هستند. بر این اساس وجود گسل‌ها و تکنونیک فعال باعث افزایش درجه سینوسیته شده است.

با توجه به دندروگرام مربوط به BS زیرحوضه‌های ۱، ۱۵، ۸ و ۱٤ در یک گروه (۲/۳ تا ۲/٦)، ۳، ۱۲ و ۱۳ در یک گروه (۱ تا ۱/۱)، ۲ و ۹ در یک گروه (۳ و ۳/۳)، زیرحوضه‌ی شماره‌ی ۵ گروه تک (٤/۳) و سایر زیرحوضه‌ها یعنی ۱۰، ٦، ٤، ۱۱، ۷ نیز در یک گروه واحد (۱/٦ تا ۲/۱) قرار می‌گیرند. بررسی دندروگرام شاخص AF، نشان می‌دهد که زیرحوضه‌های ۱، ٦ و ۱٤ در یک خوشه، ۵ و ۸ در یک خوشه، ۷ و ۱۰ در یک خوشه، ۱۱ و ٤ تک گروه هستند و سایر زیرحوضه‌ها نیز یک خوشه‌ی واحد را تشکیل می‌دهند. بیش‌ترین مقدار عدم تقارن و کج شدگی مربوط به زیرحوضه‌های ٤ و ۵ می‌باشد که تراکم گسل‌ها در طرف دیگر حوضه، می‌تواند دلیل این کج‌شدگی باشد.

بیش‌ترین نسبت انشعاب مربوط به زیرحوضه‌ی شماره‌ی ۱ و کم‌ترین مقدار مربوط به زیرحوضه‌های ۵ و ۱٤ است. بر اساس دندروگرام، زیرحوضه‌ی شماره‌ی ۱ به لحاظ نسبت بالای ضریب انشعاب (۷/۵) تک گروه می‌باشد. زیرحوضه‌های ۱٤ و ۵ که از لحاظ طولی، کشیده‌ترین زیرحوضه‌ها هستند در یک خوشه(۲ و ۲/۲)، زیرحوضه‌های ۲، ۷ و ۱۵ که از نظر طولی و عرضی وسعت نسبی دارند در یک خوشه (٤ تا ٤/۵) و سایر زیرحوضه‌ها نیز در یک خوشه قرار دارند.

کم‌ترین مقدار تراکم آبراهه مربوط به زیرحوضه‌ی شماره‌ی ۵ و بیش‌ترین مقدار مربوط به زیرحوضه‌ی شماره‌ی ۱ است.

دندروگرام تراکم سطحی آبراهه نشان می‌دهد که زیرحوضه‌های ٦ و ۷ که درصد بیش‌تر مساحت آن‌ها را رسوبات آبرفتی پست که نفوذپذیری بالایی دارد، تشکیل می‌دهد و هر دو دارای گسل‌های متعدد هستند و از نظر تراکم آبراهه رتبه‌ی دوم را دارند، در یک خوشه(۰/۱۵۱ تا ۰/۱٦۲) قرار می‌گیرند. ۵ با (۰/۰٤۵) و ۱۲ با (۰/۱۱۳) به لحاظ فقر نسبی آبراهه تک گروه هستند. زیرحوضه‌های ۱، ٤، ۱۰، ۱۳ و ۱٤ یک خوشه‌ی واحد (۰/۲٤۵ تا ۰/۲۷۵) را تشکیل می‌دهند. سایر زیرحوضه‌ها در یک گروه (۰/۱۹۱ تا ۰/۲۲۱) قرار می‌گیرند.

بر اساس نمودار فراوانی، زیرحوضه‌های شماره‌ی ۱، ۵ و ۱۵ بیش‌ترین زمان تمرکز را دارند و زیرحوضه‌های ۲ و۳ کم‌ترین مقدار را دارا هستند. در بررسی دندروگرام مربوط مشخص شد که زیرحوضه‌های ۱، ۵ و ۱۵ که هر سه جزو حوضه‌های کشیده محسوب می‌شوند، در یک گروه قرار دارند (۸/۲ تا ۹). ۲، ۳ و ۱۰ که نقطه اتصال این سه حوضه

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

نقطه‌ای پرتراکم از نظر گسل است و هر سه را تحت تاثیر قرار می‌دهد در یک گروه (۳/۳ تا ٤/۱)، زیرحوضه‌ی ۷ گروه تک می‌باشد (٦/٤) و سایر زیرحوضه‌ها در یک خوشه قرار می‌گیرند. در این مورد نیز نقش گسل و تکتونیک فعال بر میزان زمان تمرکز مشخص می‌شود. دندروگرام مربوط به متوسط زاویه‌ی برخورد آبراهه‌ها نشان می‌دهد که زیرحوضه‌ی شماره‌ی ۵ گروه تک است (٤٦ درجه). زیرحوضه‌های ٦ و ۷ در یک گروه قرار می‌گیرند (٦٤ و ٦٦ درجه). زیرحوضه‌های ۱۱، ۱۳، ١٤ و ۱۵ در یک گروه (۵۲ تا ۵۸ درجه)، زیرحوضه‌های ۱د، ۳، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۲ در یک گروه (۷۵ تا ۸۱ درجه) و زیر حوضه‌های ۲ و ٤ (۸۸ و ۸۹ درجه) در یک گروه قرار می‌گیرند. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که وجود گسل‌ها باعث افزایش زاویه‌ی برخورد آبراهه‌ها می‌شوند.

مقادیر شاخص‌های اندازه‌گیری شده و تطبیق آن‌ها با وجود و یا عدم وجود گسل‌ها نشان داد که عامل تکتونیک یک عامل موثر بر شاخص‌ها و مورفولوژی رودخانه است که شواهد آن در سینوزیته‌ی رودخانه، عدم تقارن حوضه، تراکم سطحی، زمان تمرکز و زاویه‌ی برخورد آبراهه‌ها نشان داده شد. تمامی شاخص‌ها در اکثر زیرحوضه‌ها تکتونیک متوسط و فعال را نشان می‌دهند؛ بنابراین منطقه مورد مطالعه از نظر تکتونیکی فعال و نسبتا فعال است و این فعالیت تاثیرات فراوانی بر رفتار رودخانه و شاخص‌های اندازه‌گیری شده گذاشته است. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع لازم است از نتایج تحقیق در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مکان‌یابی و ساخت‌وسازها استفاده شود، بخصوص در مساله‌ی سدسازی که در سال‌های اخیر در این حوضه مورد توجه بوده و اقدام به ساخت چندین سد از جمله سد سنگ سیاه بر روی رودخانه تلوار شده است. این موارد لزوم تشخیص فعالیت تکتونیکی در این حوضه و تقسیم‌بندی مناطق را به فعال، نسبتا فعال و غیرفعال دو چندان می‌کند.

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

References

- Abbasi, A., Elmizadeh, H., (2010), "Analysis of the role of neotectonics in the morphology and behavior of drainage network (Case study: Fig basin)", ***Quarterly Journal of Geography and Regional Planning (bi-quarterly)***, 1: 57-75. [In Persian].
- Amir Ahmadi, A., Ebrahimi, M., (2015), "The effect of active tectonics on the morphology of alluvial fans using geomorphological indicators in the structural boundary of South Alborz", ***Quarterly Journal of Geographical Space***, 49: 259-288. [In Persian].
- Bahrami, Sh., Parhizkar, F., (2016), "Morphometric analysis of air and clay anticlines and its relationship with active tectonics in the Persian Zagros", ***Quarterly Journal of Geographical Space***, 56: 1-18. [In Persian].
- Bull W. B., Mc Fadden, L. D., (1977), "***Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California***", In: Doehring, D. O., (Eds), Geomorphology in Arid Regions Proceedings of the Eighth Annual Geomorphology Symposium", State University of New York, Binghamton, pp 115-138.
- Ezzati, M., Aq Atabay, M., (2014), "Analysis of active tectonics of Bojnourd basin with the help of morphotectonic indicators", ***Quantitative Geomorphological Research***, 4: 130-144. [In Persian].
- Flores, E., Queneherve, G., Bachofer, F., SHahzad, F., Mearker, M., (2015), "Morphotectonic interpretation of the Makuyuni catchment in Northern Tanzania using DEM and SAR data", ***Geomorphology***, 248: 427-439.
- Keller, E.A., Pinter, N., (2002), "***Active tectonic, earthquakes, uplift and landscape***", London: *Prentice Hall*.
- Madadi, A., Beheshti Javid, A., Fathi, M., (2015), "Detection of river bed changes and study of river morphology according to the impact of geological structures (Case study: Zarrineh River)", ***Hydrogeomorphology***, 2: 25-40. [In Persian].
- Maghsoudi, M., Emadeddin, S., (2011), "Analysis of morphotectonic evidence of Duroneh fault in the area of the six-level catchment and its downstream alluvial fan", ***Geography and Regional Development***, 16: 107-123. [In Persian].
- Momipour, M., (2016), "Neotectonic study and erosion of Maroon Basin with geomofometric technique", ***Environmental Erosion Research***, 23: 31-51. [In Persian].
- Mahjal, M., Sahandi, M., (1999), "Technological evolution of Sanandaj Sirjan area in the northwestern half and introduction of new sub-areas in it", ***Quarterly Journal of Earth Sciences, Geological Survey of Iran***, 8: 28-49. [In Persian].
- Motamed Vaziri, B., Ahmadi, H., Mahdavi, M., Sharifi, F., (2009), "Comparison of statistical and fuzzy regression methods for estimating suspended sediment in the Talvar River", ***Quarterly Journal of Land Geography***, 21: 31-42. [In Persian].
- Nayyeri, H., Amani, Kh., Ganjaeian, H., (2016), "Study of hydrogeomorphological and hydrological characteristics of Talvar catchment", ***Hydrogeomorphology***, 7: 19-38. [In Persian].
- Rajabi, M., Soleimani, A., (2013), "Analysis and evaluation of morphotectonic and neotectonic properties of the southern slope of Sabalan Mountain", ***Journal of Geography and Planning***, 45: 97-120. [In Persian].
- Roustaei, Sh., Rajabi, M., Samander, N., (2015), "Study of the role of effective factors in the evolution of alluvial fan and bed of the Scotch Basin", ***Hydrogeomorphology***, 2: 41-66. [In Persian].

Downloaded from geographical-space.ahar.iau.ir at 16:38 IRST on Saturday December 13th 2025

- Reyaz, A., Shakila Ahmad, R., Rakesh, C., Ishtiaq, A., (2014), "Tectono-geomorphic study of the Karewa basin of Kashmir valley", ***Journal of Asian Earth Sciences***, 56: 143-156.
- Rezaei Moghadam, M., Ahmadi, M., (2006), "Quantitative geomorphological analysis of drainage pattern of waterway networks by the angle of their impact under the serias basin (Kermanshah Province)", ***Geographical Research Quarterly***, 81: 84-98. [In Persian].
- Rezaei Moghadam, MS., Servati, M., Asghari Saraskanrud, S., (2012), "Investigation of geometric shape changes of Ghezel Ozan river with emphasis on geomorphological and geological factors", ***Geography and environmental planning***, 23 (2): 1-14. [In Persian].
- Safari, A., Mansouri, R., (2013), "Relative evaluation of tectonic activities in the upper part of Kangir watershed (west porch) using geomorphic indicators", ***Geography and Urban Planning***, 7: 5-35. [In Persian].
- Savas, T., Edward, K., Aaron, B., Kocygit, A., (2016), "Tectonic geomorphology of a large normal fault: Aksehir fault", ***SW Turkey Original Research Article Geomorphology***, 259: 55-69.
- Yamani, M., Maghsoudi, M., Mohammad Khan, Sh., Moradi, A., (2015), "Morphological classification of Talvar river waterway based on Rozgan method and its efficiency (the distance between Kachi Gard village and Hassan Khan", ***Danesh Research Earth***, 6 (23): 1-18.