Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Investigating the Effect of Tectonic Activities on River Systems (Eastern Slope of Mullah Daghi. Zanjan Province)

Zeinab Karimi[1]✉, Davood Mokhtari[2]

1. Corresponding author, MA Geomorphology, Faculty of Planning and Environmental Sciences, university of Tabriz, Tabriz, Iran. ✉ **E-mail: zeinabkarimi.21@gmail.com**
2. Professor of Geomorphology, Faculty of Planning and Environmental Sciences, university of Tabriz, Tabriz, Iran. **E-mail: d_mokhtari@tabrizu.ac.ir**

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2021/01/22
Received in revised
2021/05/12
Accepted
2021/05/22
Published
2021/06/07
Published online
2024/01/21

Keywords:
Tectonic,
Neotectonic,
Morphotectonic Indices,
River Systems,
Eastern Slopes of MullahDaghi
Zanjan Province.

ABSTRACT

Rivers are environmental features that react strongly to changes in their beds. Tectonics is the most important factor affecting the morphology of rivers, causing significant changes in river systems. In this study, we investigated the effect of tectonic activity on river systems in the eastern slopes of Mullah Daghi, southeast of Zanjan province. This area is drained by the Abhar River. We used the Digital Elevation Model (DEM), Geographic Information System (GIS), and Global Mapper 13 for our investigation. In the ArcGIS software environment, we used the DEM to prepare required maps, including geological maps and topography. We used the 1:250,000 Geological Map of Zanjan to create the fault map. To achieve our research objectives, we analyzed tectonic activity indicators such as mountain front sinuosity, basin shape, drainage density, longitudinal gradient of the river, river meanders, basin asymmetry, hypsometry integral, topographic symmetry of the basin, and width of the valley floor to the height. These indicators were combined to calculate the tectonic activity index (IAT). The results obtained through the IAT index indicate the activation of tectonic and neotectonic activities in the Ardejin and Abhar watersheds, and moderate activity in the Zareh Bash basin. These activities have different impacts on the river systems in the studied basins, such as river meanders in the Ardejin watershed basin, tilted watersheds in Abhar and Ardejin, and elongated basins in Zareh Bash.

Cite this article: Karimi, Zeinab & Mokhtari, Davood. (2025) Investigating the Effect of Tectonic Activities on River Systems (Eastern Slope of Mullah Daghi. Zanjan Province). *Journal of Applied Researches in Geographical Sciences*, 75(24), 56-73. DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.24.75.8

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University.
DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.24.75.8

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

There exists a certain form of interaction between tectonic movements and alterations in the river system. The response of river systems to tectonic activities is greatly influenced by the nature of the activity itself, as well as the scale of the river. The study area, situated on the eastern slopes of Mullah Daghi, is positioned to the west of Abhar city and Khoramdareh, both of which fall under the jurisdiction of Zanjan province. The region in question is drained by the Abhar river. The primary objective of this research endeavor was to examine the impact of tectonic activities on river systems in the eastern slopes of Mullah Daghi.

Material and Methods

In this study, a diverse range of tools and data were utilized to undertake an investigation into the tectonic geomorphology of the Abharrood basin. Topographic maps of the Abhar region, with a scale of 1:50,000, were employed, along with two additional sheets at a smaller scale. Furthermore, a geological map of Zanjan, with a scale of 1:250,000, was utilized. Additional sources of data included a Digital Elevation Model (DEM) with a resolution of 30 × 30 meters, satellite images, and a Global Positioning System (GPS) device for accurate positioning. The analysis and interpretation of the collected data were facilitated using ArcGIS 10.2 software and Global Mapper 13 software .It is worth noting that despite the presence of faults in Zanjan province, both to the north and south, the tectonic geomorphology of the Abharrood basin had not been thoroughly investigated. To address this research gap, various geomorphic indices were employed in this study. These indices served as indicators for examining the tectonic processes in the area. The specific indices used in this study included the Mountain Front Sinuosity Index, Ratio of Valley-Floor Width to Valley Height, Index of Drainage Basin Shape, River Maze Index, Drainage Basin Asymmetry Index, Stream Length-Gradient Index, Drainage Coefficient Index, Reverse Topographic Symmetry Index, Hypsometric Integral Index, and IAT Index.

Results and Discussion

Results obtained from geomorphic indices:

Drainage coefficient index: A high drainage coefficient indicates active tectonic activity and high sensitivity of the geological formations in the basin. The presence of faults and maze-like structures in the waterways indicates youthful activity and an imbalance in the Abhar, Ardejin, and Zara bash watersheds. The results obtained for the studied basins indicate high tectonic activity .**Index of drainage basin shape**: High values of this index are associated with elongated basins, which are more tectonically active than circular basins. The values obtained for the studied basins indicate the activation of the Ardejin and Abhar watersheds, as well as the Zara bash basin .**Mountain Front Sinuosity Index:** Large values of this indicator indicate erosion processes in the region. In the Ardejin and Zara bash watersheds, tectonic activity is inactive and erosion processes are active. In the Abhar watershed, there is semi-active tectonic activity .**Ratio of valley-floor width to valley**

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

height: This index helps identify older and younger valleys. In the studied basins, tectonic activity is semi-active, resulting in V-shaped valleys and deepened river beds.

River Maze Index: Tectonic variations cause changes in river valley slope. To maintain a steep gradient, the river meanders. The results of this study indicate active tectonics in the studied basins .**Drainage basin asymmetry index:** Numeric values greater than 50 indicate dominance on the right bank, whereas values less than 50 indicate dominance on the left bank. The basins show tilting, with the Abhar and Ardejin basins tilting towards the left bank and the Zara bash basin tilting towards the right bank .**Hypsometric integral index:** High numerical values for this index represent a young topography, while moderate and low numerical values represent adult and old topography, respectively. The Zara bash basin exhibits relatively active tectonics (adult basin), while the Ardejin and Abhar basins experience low tectonic activity (old basin) .**Topographic symmetry index:** According to the calculations, the basins are asymmetric. Tectonic activity is observed in the Abhar and Ardejin catchments, while it is evaluated as semi-active in the Zara bash basin .**Stream length-gradient index:** The profiles of the studied basins show variations in values, indicating the influence of faults and different lithologies. Overall, the assessment of this indicator suggests inactivity of tectonic activities in the basins .**Alluvial fan:** Without permanent tectonic activity, alluvial fans take the form of small, short-lived formations. The mountainous elevation causes new sedimentary materials to accumulate on the surface of the alluvial fan. Tectonic factors affect the texture and position of the cones. In the Ardejin watershed, a conifer is formed due to the interaction of zone faults with soft sediments.

Conclusion

The study area encompasses the Abharrood sub-branches in Abhar city and Khoramdareh (Zanjan province), which are situated within the Tehran-Tabriz fault zone. This region is being assessed for active tectonics due to its proximity to the active faults of Qazvin province (consisting of 8 active faults) and its adjacency to the tectonic hole of Tarom. This research focuses on investigating the impacts of tectonic activities on river systems, including the basin, main stream, and alluvial fan, within this region. Tectonic activities have generally influenced the shape of the waterways in the studied basins, resulting in changes in the drainage network. The drainage density index (river maze) has been utilized to assess the effect of drainage networks. The examination of the index of drainage basin shape has determined that the Abhar and Ardejin watersheds are semi-active, while the Zara bash watershed exhibits activity due to tectonic processes. The drainage basin asymmetry index indicates tilting in the Abhar and Ardejin watersheds. The formation of alluvial fans is attributed to the sudden reduction in river power caused by variations in topographic slope, as observed in the Ardejin catchment area. Faults in proximity to the alluvial fans play a significant role in their formation. The existing cones are formed on quaternary sediments. Additionally, the lithology of the basins has influenced tectonic activity and led to variations in activity levels across different parts of the basins. The results obtained from the examination of geomorphic indices and the IAT index indicate a high level of neotectonic activity in the Abhar and Ardejin watersheds, and moderate activity in the Zara bash Basin.

Keywords: Tectonic, Neotectonic, Morphotectonic Indices, River Systems, Eastern Slopes of Mullah Daghi, Zanjan Provinc

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۷۷۳۶-۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۵۱۳۸-۲۵۸۸
https://jgs.khu.ac.ir/

بررسی اثر نو زمین‌ساخت بر سیستم‌های رودخانه‌ای (مطالعه موردی: دامنه‌ی شرقی ملاداغی. استان زنجان)

زینب کریمی[1]✉، داود مختاری[2]

۱. نویسنده مسئول، کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، گروه ژئومورفولوژی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: zeinabkarimi.21@gmail.com

۲. استاد ژئومورفولوژی، گروه ژئومورفولوژی، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
رایانامه: d_mokhtari@tabrizu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۱۱/۰۳
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۰/۰۲/۲۲
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۰/۰۳/۰۱
تاریخ انتشار:
۱۴۰۰/۰۳/۱۷
تاریخ انتشارآنلاین:
۱۴۰۲/۱۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:
نو زمین‌ساخت،
شاخص‌های تکتونیکی،
سیستم‌های رودخانه‌ای،
دامنه‌ی شرقی ملاداغی
(استان زنجان).

چکیده

رودخانه‌ها، اشکال محیطی هستند که به تغییرات بستر خود به‌شدت واکنش نشان می‌دهند. تکتونیک مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر مورفولوژی رود است، به‌طوری‌که موجب تغییرات بسزایی در سیستم‌های رودخانه‌ای می‌شود. در این پژوهش با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی (DEM)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و Global mapper 13، اتر فعالیت‌های تکتونیکی بر سیستم‌های رودخانه‌ای در دامنه‌ی شرقی ملاداغی واقع در جنوب شرقی استان زنجان در محیط GIS مورداستفاده قرار گرفته است. ابتدا تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های موردنیاز (نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی و ...) تهیه شد. برای دست‌یابی به اهداف تحقیق از شاخص‌های فعالیت تکتونیکی از جمله شاخص سینوزیته جبهه کوهستان (Smf)، شکل حوضه (Bs)، تراکم زهکشی (P)، گرادیان طولی رودخانه (SL)، عدم تقارن حوضه (Af)، انتگرال هیپسومتریک (Hi)، تقارن توپوگرافی حوضه (T)، نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (Vf) استفاده شده است. از ترکیب این شاخص‌ها با یکدیگر شاخص فعالیت‌های تکتونیکی (lat) به دست می‌آید. نتایج به‌دست‌آمده از طریق شاخص lat بیانگر فعال بودن تکتونیک و نئوتکتونیک در حوضه‌های آبریز اردجین و ابهر و فعالیت‌های متوسط در حوضه آبریز زره باش می‌باشد. تأثیر این فعالیت‌ها بر سیستم‌های رودخانه‌ای با استفاده از شاخص‌های تکتونیکی انجام شده است در حوضه‌های موردمطالعه متفاوت می‌باشد و به‌صورت پیچ‌وخم رودخانه (آبراهه اصلی)، تشکیل مخروط‌افکنه (حوضه آبریز اردجین)، کج شدگی حوضه‌های موردمطالعه و شکل حوضه‌ها (کشیدگی حوضه آبریز زره باش) می‌باشد.

استناد: کریمی، زینب؛ مختاری، داود. (۱۴۰۳). بررسی اثر نو زمین‌ساخت بر سیستم‌های رودخانه‌ای (مطالعه موردی: دامنه‌ی شرقی ملاداغی. استان زنجان). *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی* ، ۷۵ (۲۴)، ۷۳-۵۶.
http://dx.doi.org/10.61186/jgs.24.75.8

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.
© نویسندگان.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

مقدمه

پوسته زمین ترکیبی از ساختمان‌هایی است که چه در طول زمان فرایشی و چه زمان فرسایشی در حال تغییر و تحول می‌باشند، رابطه میان لندفرم‌های تکتونیکی و اقلیم، در مقیاس محلی و جهانی بسیار پیچیده است. به همین جهت ارزیابی و بررسی فرآیندهای تکتونیکی فعال و اثرات ناشی از آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. واژه تکتونیک به ساختمان‌های تغییر شکل یافته و معماری خارجی‌ترین بخش زمین یعنی پوسته و ارزیابی این عوارض و ساختمان‌ها در طول زمان اشاره دارد. تکتونیک فعال به‌صورت حرکاتی که در زمان حال باعث تغییر شکل پوسته، ایجاد چشم‌اندازها و لندفرم‌ها می‌شود، تعریف می‌گردد (ساعدموچشی، ۱۳۹۱: ۲). در بررسی تکامل زمین‌شناختی یک ناحیه، سامانه‌های رودخانه‌ای از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند. حساسیت بسیار زیاد این سامانه‌ها به تغییرات جنبایی زمین‌ساختی و محیطی موجب شده است تا در نظر گرفتن نقش آن‌ها در شناسایی روابط متقابل بین عوامل یاد شده، اجتناب‌ناپذیر باشد (مختاری، ۱۳۹۱: ۱۹۹). بین حرکات زمین‌ساختی و تغییرات سامانه رودخانه‌ای، نوعی تعامل وجود دارد و واکنش سامانه‌های رودخانه‌ای به فعالیت‌های زمین‌ساختی، به‌شدت و نوع این فعالیت‌ها و اندازه نسبی رودخانه وابسته است (مختاری، ۱۳۸۴: ۶۵).

با توجه به اهمیت این مسئله، مطالعات بسیاری انجام پذیرفته که به چند مورداشاره می‌شود: مختاری (۱۳۸۴)، به بررسی نقش نو زمین‌ساخت در تکامل سامانه‌های رودخانه‌ای در کواترنر، رودخانه‌های دامنه شمالی میشوداغ پرداخته و نتایج این پژوهش؛ سیمای توپوگرافیگ و زمین‌ریخت‌شناسی فعلی بخش خاوری دامنه شمالی میشوداغ به‌شدت از فعالیت‌های زمین‌ساختی کواترنر متأثر شده و براساس شواهد موجود، فعالیت‌های زمین‌ساختی کواترنر مهم‌ترین نقش را در ایجاد شبکه آبراهه‌ای ناموافق داشته‌اند. یمانی و علمی‌زاده (۱۳۹۳)، در بررسی تأثیر نو زمین‌ساخت در مورفولوژی شبکه زهکشی در حوضه آبخیز نچی با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک و مورفومتریک به این نتیجه رسیدند که منطقه موردمطالعه به‌شدت از فعالیت‌های نئوتکتونیک تأثیر پذیرفته؛ ولی میزان این تأثیر در تمامی زیر حوضه‌ها یکسان نبوده. قسمت‌های شمالی تأثیرپذیری بیشتری داشته است. نجفی و همکاران (۱۳۹۳)، به ارزیابی فعالیت‌های نو زمین‌ساختی با استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژیک در حوضه‌های آبریز کلان‌شهر تهران پرداخته‌اند و نتایج بیانگر آن است که همه حوضه‌های آبریز در این منطقه به دلیل وجود گسل‌های فرعی و اصلی منطقه و نزدیکی به آن‌ها دارای فعالیت تکتونیکی نسبتاً بالایی هستند. تقیان (۱۳۹۴)، به بررسی نقش تکتونیک در مورفولوژی، تقطیع و تحول مخروط افکنه موغار (شمال اردستان) با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک اقدام نموده و نتایج حاصله گویای آن است که مخروط افکنه موغار تحت تأثیر حرکات تکتونیکی قرار گرفته که به ایجاد عدم تعادل در سیستم فرسایشی رودخانه، تجدید سیکل فرسایش، تغییرات شیب رودخانه روی مخروط افکنه، تغییر سطح اساس محلی، جابه‌جایی مراکز رسوب، تقطیع و توالی مخروط و ایجاد مخروط افکنه جدیدی در بخش پایین‌دست مخروط فعلی منجر شده است. سهرابی و بیگی (۱۳۹۵)، به بررسی شاخص‌های ژئومورفیک و مورفوتکتونیکی برای ارزیابی تکتونیک فعال در محدوده آبدوغی، شمال شرق یزد، ایران مرکزی اقدام نموده و نتایجی که با استفاده از شاخص‌ها مورفوتکتونیک به‌دست‌آمده بیانگر فعال بودن تکتونیک این منطقه است که باعث جابجایی آبراهه‌ها، مخروط افکنه‌ها و اشکال مثلثی ایجاد شده است. جعفری و رستم‌خانی(۱۳۹۵)، در پژوهشی به بررسی شواهد ژئومورفولوژیکی گسل‌های ارمغانخانه و تهم پرداخته و نتایج پژوهش با توجه به شاخص‌های مورفوتکتونیکی و شاخص IAT، نشان از ناپایداری اکثر حوضه‌ها از لحاظ تکتونیکی می‌باشد. استفاده از شاخص‌های مورفومتری در مطالعات فعالیت‌های تکتونیکی به‌وسیله بال و مکفادن[۱] (۱۹۷۷)، آغاز شد. همدونی و همکاران[۱] (۲۰۰۸)، با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک و شاخصIAT به طبقه‌بندی تکتونیک فعال جنوب اسپانیا پرداخته و مناطق فعال را مشخص نمودند. قنواتی، یمانی و کریمی[۲] (۲۰۱۶)، به

۱. BulI & Mcfadden
۲. Hamdouni
۳. Ghanavati, Yamani & Karimi

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

بررسی کمی فعالیت تکتونیکی نسبی در حوضه رودخانه علا مرودشت در جنوب ایران با استفاده از شاخص‌های تکتونیکی اقدام نموده‌اند. گیدزیک، ترسو و هیررا[3] (۲۰۱۶)، به بررسی شاخص‌های ژئومورفیک و بالازدگی تکتونیکی نسبی در بخش گرئروازفرئریک مکزیک پرداخته‌اند. ژیبرت و ژیبرت[4] (۲۰۱۷)، به ارزیابی جنبش‌های تکتونیکی در طول مسیر رودخانه اقدام نموده‌اند. نگاپنا و همکاران[5] (۲۰۱۸)، به بررسی تکتونیک، سنگ‌شناسی، کنترل اقلیم با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک در حوضه کامرون (آفریقا) اقدام نموده‌اند. منطقه موردمطالعه (دامنه شرقی ملاداغی) واقع در غرب شهرستان‌های ابهر و خرمدره (توابع استان زنجان) می‌باشد که توسط ابهر رود زهکشی می‌شود. هدف از این پژوهش بررسی اثر فعالیت‌های تکتونیک بر سیستم‌های رودخانه‌ای (آبراهه اصلی، شکل حوضه، مخروط افکنه) در دامنه شرقی ملاداغی می‌باشد. حوضه‌های ابهررود توسط گسل‌های شمالی (گسل‌های چاله تکتونیکی طارم)، جنوبی (گسل‌های استان قزوین) و گسل اصلی جنوب زنجان که از جنوب شهرستان زنجان شروع و از شهرستان‌های سلطانیه، خرمدره و ابهر عبور کرده و تا نزدیکی شهرستان تاکستان (استان قزوین) امتداد دارد، تهدید می‌شود. ولی تاکنون ازلحاظ ژئومورفولوژی تکتونیکی موردبررسی قرار نگرفته است، بنابراین در این پژوهش، دامنه شرقی ملاداغی با توجه به شرایط حاکم بر منطقه (گسل‌های فعال) و تأثیراتی که گسل‌ها و انشعابات فرعی آن بر روی سیستم‌های رودخانه‌ای منطقه به وجود آورده باعث انتخاب این منطقه برای بررسی فعالیت‌های تکتونیکی و نئوتکتونیکی بوده است.

روش‌شناسی

روش انجام پژوهش

در این پژوهش از نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ برگ ابهر و برگ دوتپه پائین، نقشه زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ برگ زنجان، DEM منطقه موردمطالعه ۳۰*۳۰ متری، تصاویر ماهواره‌ای (تصاویر TM، ماهواره لندست ۷)، دستگاه سیستم موقعیت‌یابی جهانی (GPS)، نرم‌افزار ArcGIS 10.2، نرم‌افزار Global mapper13 و استفاده شده است. پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده مسئول می‌باشد.

برای بررسی تکتونیک این منطقه از شاخص‌های ژئومورفیک استفاده شده است. خلاصه‌ای از این شاخص‌ها در جدول (۱) مشاهده می‌شود. جدول (۲) تقسیم‌بندی شاخص‌های ژئومورفیک براساس تقسیم‌بندی همدونی و همکاران می‌باشد.

جدول (۱). تقسیم‌بندی شاخص‌های ژئومورفیک

رابطه	شاخص‌های ژئومورفیک	رابطه ریاضی	تعریف اجزای معادله	هدف
۱	شاخص سینوسیته جبهه کوهستان	Smf= Lmf / Ls	Lmf طول واقعی و پیچ و خم‌دار جبهه کوهستان LS طول خط مستقیم جبهه کوهستان (شکل ۴)	توازن میان فرآیندهای فرسایشی و بالاآمدگی عمودی جبهه کوهستان رانشان می‌دهد
۲	شاخص نسبت پهنای کف دره	Vf= 2Vf / (Eld-Esc)+ (Erd- Esc)	VF پهنای کف دره،Vfw پهنای کف دره،Esc ارتفاع متوسط بستر دره از آب‌های آزاد، Erdارتفاع متوسط خط تقسیم آب سمت راست وEld ارتفاع متوسط خط تقسیم آب در سمت چپ	این شاخص نشان می‌دهد که آیا رودخانه به حفر بستر خود می‌پردازد و یا اینکه عمدتاً فرسایش به‌صورت جانبی انجام می‌گیرد.
۳	شاخص انتگرال هیپسومتری	Hi= (average elevation - min. elev) / (max. elev. – min. elev)	Averageelevation ارتفاع متوسط حوضه. H_{min} حداقل ارتفاعH_{max} حداکثر ارتفاع حوضه	این شاخص، توپوگرافی‌های جوان، بالغ و پیر را نشان می‌دهد.

1. Gaidzik, Tereso &. Herrera
2. Zibret & Zibret
3. Nggapana & et al

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

۴	شاخص ضریب تراکم زهکشی	P= ∑ Li / A	P تراکم زهکشی Li طول آبراهه‌ها و Aمساحت حوضه	فعالیت‌های نئوتکتونیکی منطقه و حساسیت سازندهای زمین‌شناسی را بیان می‌کند
۵	شاخص تقارن توپوگرافی	T= Da / Dd	Da فاصله خط میانی‌حوضه زهکشی تا کمربند فعال مئاندری حوضه Dd. فاصله خط میانی حوضه و خط تقسیم آب (شکل ۶)	این شاخص، برای ارزیابی یک رودخانه درون حوضه و تغییرات میزان نامتقارنی در بخش‌های مختلف دره است.
۶	شاخص پیچ‌وخم رودخانه	S= C / V	C طول رودخانه یا جریان در امتداد رودخانه به همراه پیچ‌وخم‌های آن، V طول هوایی دره	این شاخص برای بررسی تغییرات بستر رودخانه و فعالیت‌های نئوتکتونیکی استفاده می‌شود
۷	شاخص گرادیان طولی رودخانه	SL = (ΔH / ΔL).L	SL شیب طولی رودخانه ΔH اختلاف ارتفاع بین دو نقطه اندازه‌گیری ΔL طول مسیر اندازه‌گیری شده بین دو نقطه L طول رودخانه	شاخصSL تغییرات شیب رودخانه، بی‌نظمی‌های نیمرخ طولی رودخانه و علل آن را آشکار می‌سازد
۸	شاخص شکل حوضه	Bs= Bl / Bw	Bs شاخص فرم حوضه،Bl طول دورترین نقطه تا خروجی حوضه وBw طول پهن‌ترین بخش حوضه (شکل ۳)	استفاده از فرم حوضه، کشیدگی (فعال)، دایره (کم) میزان فعالیت‌ها را نشان می‌دهد.
۹	شاخص عدم تقارن حوضه زهکشی	AF= 100 (Ar / At)	Ar مساحت قسمت سمت راست رود اصلی و At مساحت کل حوضه زهکشی (شکل ۵)	از این شاخص، برای توصیف و درک ارتباط کج شدگی تکتونیکی استفاده می‌شود.

جدول (۲). تقسیم‌بندی شاخص‌های ژئومورفیک (*همدونی و همکاران، ۲۰۰۸*)

شاخص‌های ژئومورفیک	طبقه اول (فعال)	طبقه دوم (نیمه فعال)	طبقه سوم (غیرفعال)
Smf	Smf< ۱/۱	۱/۱ <Smf< ۱/۵	Smf> ۱/۵
Vf	Vf< ۰/۵	Vf ۱-۰/۵	Vf> ۱
Hi	Hi>۰/۵	Hi=۰/۴- ۰/۵	Hi< ۰/۴
Bs	۴ <Bs	Bs = ۳-۴	۳ >Bs
Af	Af -۵۰ > ۱۵	۷ Af -۵۰ < ۱۵	Af -۵۰ < ۷

شاخص IAT

شاخص ارزیابی نسبی فعالیت‌های تکتونیکی از رابطه (۱) به دست می‌آید:

$$IAT=\frac{S}{N}$$ رابطه (۱)

IAT: شاخص فعالیت‌های نسبی تکتونیک، S: مجموع کلاس‌های شاخص‌های ژئومورفیک محاسبه‌شده؛ N: تعداد شاخص‌های محاسبه‌شده می‌باشد. در جدول ۳ به طبقه‌بندی شاخص‌های ژئومورفیک پرداخته‌شده است.

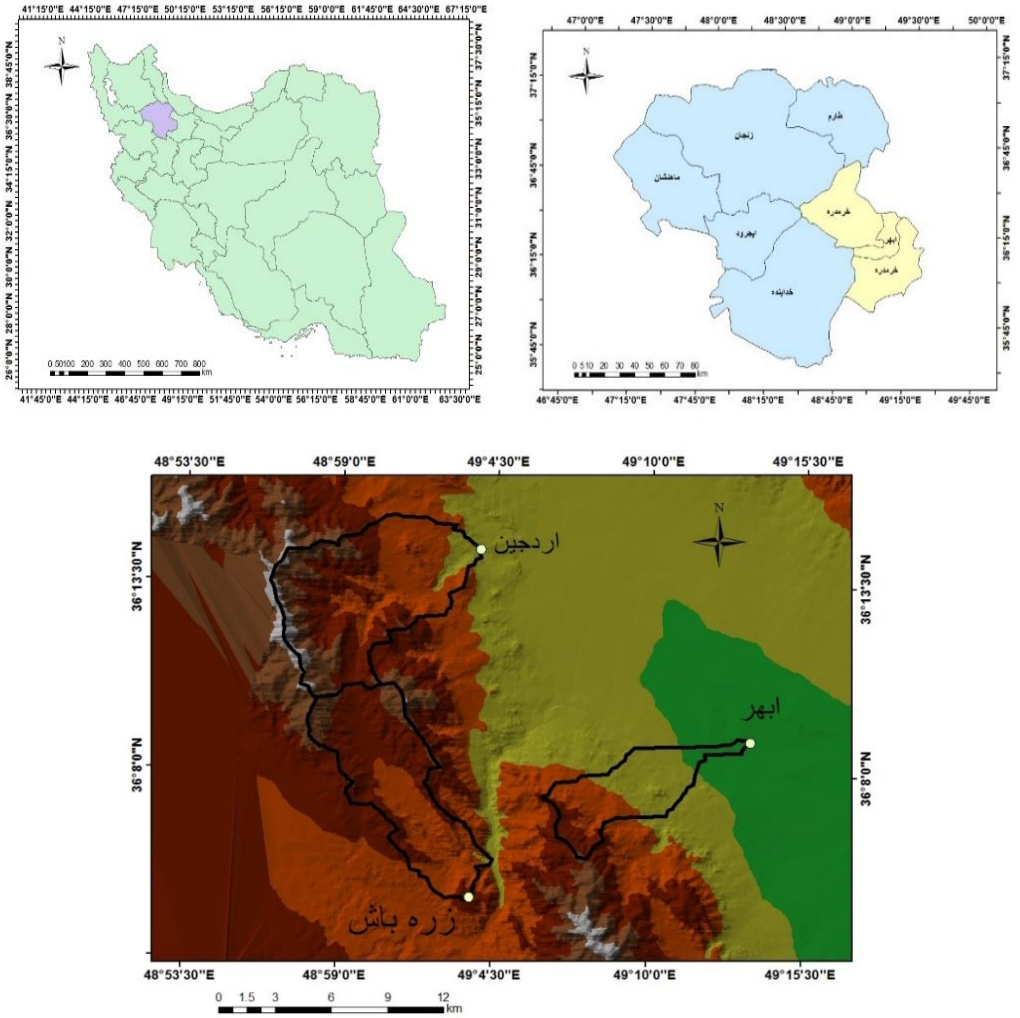
جدول (۳). طبقه‌بندی شاخص ژئومورفیک (IAT) (*همدونی و همکاران، ۲۰۰۸*)

زمین‌ساخت شدید	زمین‌ساخت زیاد	زمین‌ساخت متوسط	زمین‌ساخت کم
۱ <IAT< ۱/۵	۱/۵ <IAT< ۲	۲ <IAT< ۲/۵	۲/۵ <IAT

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

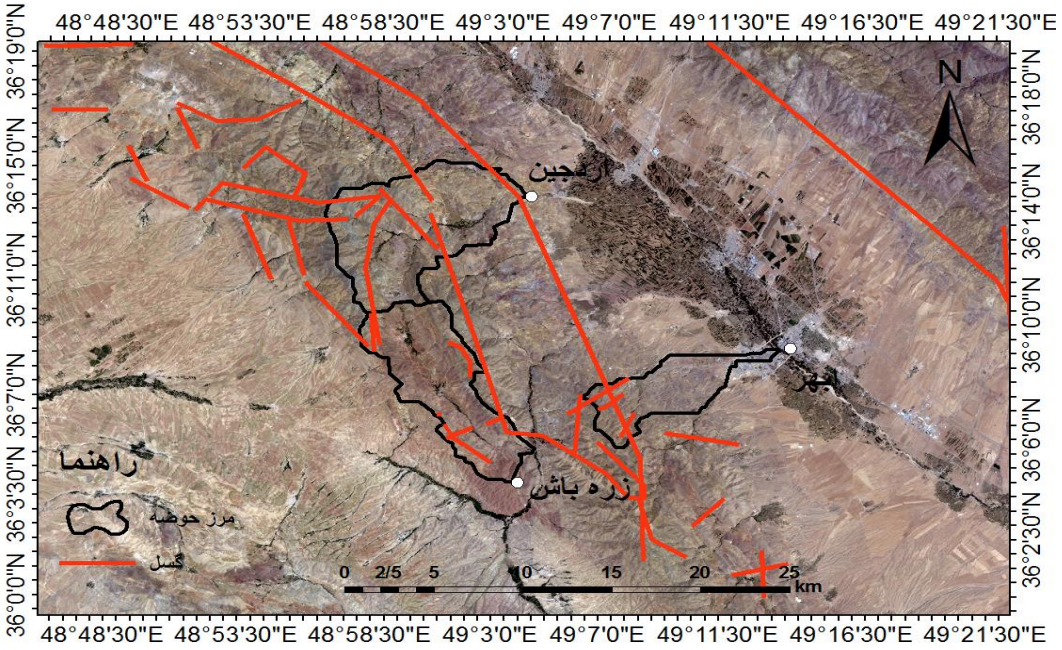
موقعیت منطقه موردمطالعه

هدف از این پژوهش بررسی عملکرد گسل در حوضه‌های ابهررود در دامنه‌ی شرقی ملاداغی می‌باشد. برای این منظور منطقه واقع در ابهررود در شهرستان‌های ابهر و خرمدره، محدوده سیاسی استان زنجان با مختصات ´۵۷ ° ۴۸ تا ´۱۴ °۴۹ طول شرقی و ´۶ ° ۳۶ تا ´۱۵ ° ۳۶ عرض شمالی و به فاصله ۹۰ کیلومتری شرق و جنوب شرق شهر زنجان و ۹۲ کیلومتری شهر قزوین واقع می‌باشد انتخاب گردیده است. حوضه‌های آبریز ابهر، اردجین و زره باش که از شاخه‌های غربی ابهر رود می‌باشند برای بررسی در این پژوهش انتخاب گردیده‌اند شکل (۱). حوضه آبریز ابهر بخشی از دشت ابهر را در برگرفته و گسل‌های موجود در جنوب این حوضه باعث کنار هم قرارگیری سازندهای دوران اول و دوران سوم شده است. انحراف شبکه هیدروگرافی و چند شاخه شدن آبراهه‌ها در حوضه‌های زره باش و اردجین به دلیل فعالیت خطوط گسلی این حوضه‌ها می‌باشد و همین‌طور این فعالیت‌ها، موجب کنار هم قرارگیری سازندهای متفاوت از دوره‌های مختلف بوده است. شکل ۲ بیانگر گسل‌های موجود در حوضه‌های موردمطالعه و اطراف آن می‌باشد.



شکل (۱). موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]



شکل (۲). گسل‌های موجود در منطقه بر روی تصویر ماهواره‌ای لندست

نتایج و بحث

در این پژوهش از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، مدل رقومی ارتفاعی و ... برای بررسی تکتونیک در دامنه‌ی شرقی ملاداغی با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک (سینوسیته جبهه کوهستان، نسبت پهنای کف دره به ارتفاع، شکل حوضه، عدم تقارن حوضه زهکشی، تقارن توپوگرافی معکوس، پیچ‌وخم رودخانه، ضریب تراکم زهکشی، انتگرال هیپسومتری، گرادیان طولی رودخانه) اقدام شده است. نتایج به‌دست‌آمده از شاخص‌های ژئومورفیک:

شاخص ضریب تراکم زهکشی

بالا بودن ضریب تراکم بیانگر تکتونیک فعال و حساسیت زیاد سازندهای زمین‌شناسی حوضه است این شاخص براساس طول آبراهه اصلی محاسبه می‌شود که وجود گسله‌ها و پیچ‌وخم‌هایی که به آبراهه تحمیل شده است نشان از جوان بود فعالیت‌ها و نرسیدن به تعادل در حوضه‌های آبریز ابهر، اردجین وزره باش می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده برای حوضه‌های موردمطالعه بیانگر فعالیت‌های تکتونیکی بالا می‌باشد جدول (۴).

جدول (۴). مقدار شاخص ضریب تراکم زهکشی و کلاس فعالیت تکتونیکی در حوضه‌های موردمطالعه

حوضه	∑Li	A	شاخص P	کلاس
ابهر	۶۹/۸۹	۲۶/۶۶	۲/۶۲	تکتونیک فعال و حساسیت سازندهای زمین‌شناسی
اردجین	۱۴۵/۷۷	۶۴/۵۲	۲/۲۵	تکتونیک فعال و حساسیت سازندهای زمین‌شناسی
زره باش	۱۰۹/۸۶	۴۸/۷۷	۲/۲۵	تکتونیک فعال و حساسیت سازندهای زمین‌شناسی

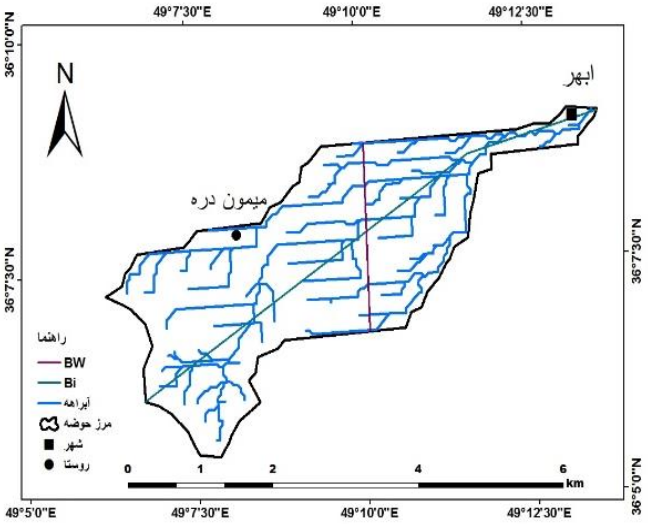
شاخص نسبت شکل حوضه

مقادیر بالای این شاخص، نشان‌دهنده حوضه‌های کشیده بوده که معمولاً تکتونیک فعال‌تری نسبت به حوضه‌های دایره‌ای شکل دارند. مقادیری که برای حوضه‌های موردمطالعه به‌دست‌آمده نشان از نیمه فعال بودن حوضه‌های آبریز اردجین و ابهر و فعال بودن حوضه آبریز زره‌باش می‌باشد جدول (۵). نحوه‌ی محاسبه این شاخص در شکل (۳) نمایش داده شده است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

جدول (۵). مقدار شاخص شکل حوضه و کلاس فعالیت تکتونیکی در حوضه‌های موردمطالعه

حوضه	(m)BI	(m)BW	شاخص (Bsm)	کلاس
ابهر	۱۱۶۳۵	۳۶۷۹	۳/۱۶	نیمه فعال
اردجین	۱۶۸۴۱	۵۴۸۰	۳/۰۷	نیمه فعال
زره باش	۱۴۲۵۸	۳۴۲۰	۴/۱۶	فعال



شکل (۳). نقشه نسبت شکل حوضه در حوضه ابهر

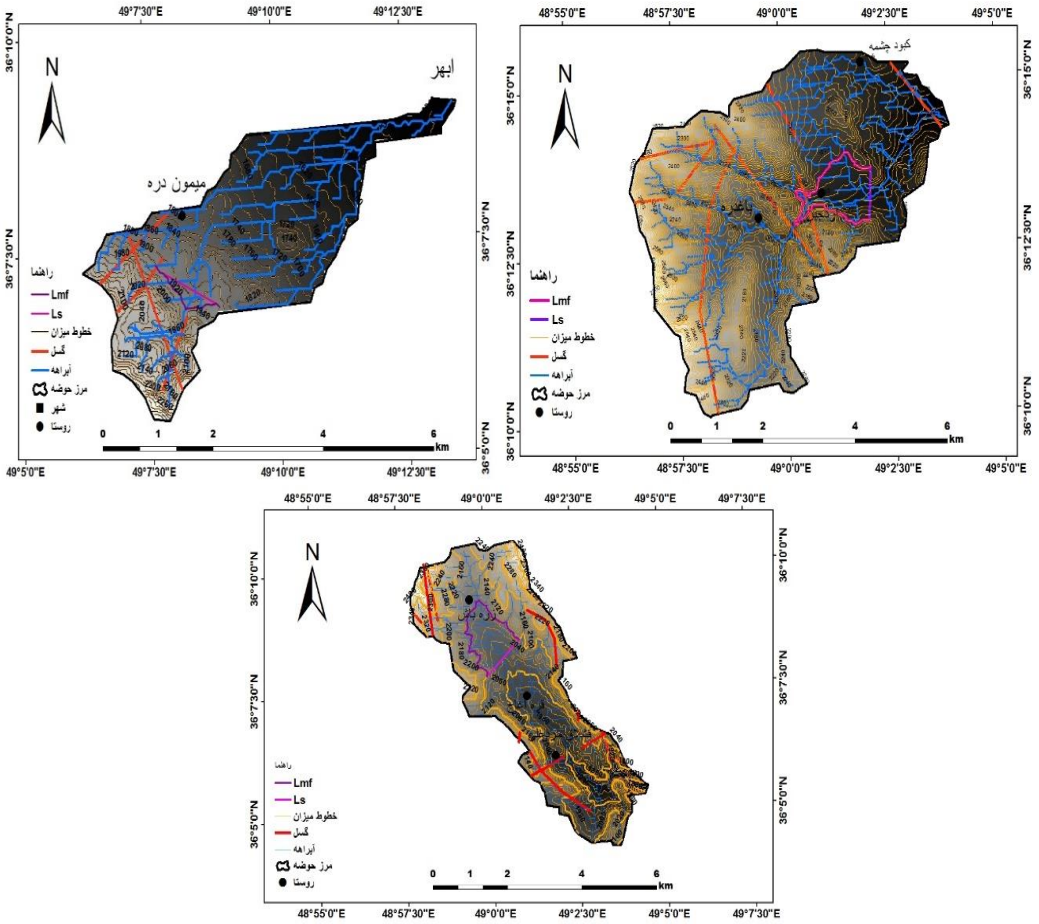
شاخص سینوسیته جبهه کوهستان

پیچ‌وخم پیشانی کوهستان شاخصی است که تعادل بین نیروهای فرسایش دهنده و تکتونیکی را منعکس می‌کند معمولاً سینوسیته پایین در یک جبهه کوهستانی مستقیم و صاف با یک گسل مرزی فعال دیده می‌شود. اگر در اثر کاهش فعالیت‌های تکتونیکی منطقه، فرایندهای فرسایشی تأثیر بیشتری روی جبهه کوهستان بگذارند، مقدار سینوسیته افزایش خواهد یافت (سهرابی و بیگی، ۱۳۹۵: ۱۲). مقادیر زیاد این شاخص نشان از غلبه فرایندهای فرسایشی در منطقه دارد. طبق تقسیم‌بندی همدونی و همکاران، حوضه‌های آبریز اردجین و زره باش فعالیت‌های تکتونیکی غیرفعال و فرایندهای فرسایشی در منطقه فعال می‌باشد و در حوضه آبریز ابهر فعالیت‌های تکتونیکی نیمه فعال ارزیابی می‌شود جدول (۶). شکل (۴) محل سینوسیته جبهه کوهستان را نشان می‌دهد.

جدول (۶). مقدار شاخص Smf و کلاس فعالیت تکتونیکی در حوضه‌های موردمطالعه

حوضه	(m) Lmf	(m) Ls	Smf	کلاس
ابهر	۲۳۷۵/۴	۱۶۹۴/۲۵	۱/۴۰	نیمه فعال
ارجین	۵۷۹۳/۲۱	۱۰۳۴/۸۲	۵/۵۹	غیرفعال
زره باش	۶۹۳۳/۲۴	۱۹۹۹/۶۸	۳/۴۶	غیرفعال

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]



شکل (۴). نقشه محل محاسبه سینوسیته جبهه کوهستان در حوضه‌های موردمطالعه

شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن

با استفاده از این شاخص می‌توان دره‌های پیر و جوان را شناسایی کرد. دره‌های V شکل جوان و فعالیت‌های تکتونیکی بالا و دره‌های U شکل پیر و فعالیت‌های تکتونیکی کم است. برای محاسبه این شاخص در حوضه آبریز اردجین ۴ محدوده و در حوضه‌های آبریز ابهر و زره باش ۳ محدوده مشخص‌شده که فعالیت‌های تکتونیکی نیمه فعال بوده و دره‌ها تقریباً V شکل و رودها به‌طور عمیقی کف بستر خود را حفر کرده‌اند جدول (۷).

جدول (۷). مقدار شاخص Vf و کلاس فعالیت تکتونیکی در حوضه‌های موردمطالعه

حوضه	میانگین شاخص Vf	کلاس
ابهر	۰/۹۷	نیمه فعال
اردجین	۰/۵۳	نیمه فعال
زره باش	۰/۷۹	نیمه فعال

شاخص پیچ‌وخم رودخانه (سینوسیته کانال رودخانه)

اگر طول رودخانه با طول دره برابر (طول رود/ طول دره= ۱) یا عدد به یک نزدیک‌تر (بین ۱ تا ۱/۵) باشد؛ دال بر جوان بودن منطقه و وجود فعالیت‌های تکتونیکی است و هر چه طول رودخانه بیشتر از طول دره باشد یعنی فعالیت‌های تکتونیکی جای خود را به فعالیت‌های فرسایشی داده و منطقه به حالت تعادل رسیده است (مددی، رضایی مقدم و رجایی، ۱۳۸۳: ۱۳۱).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

تغییرات تکتونیکی باعث تغییر درشیب دره رودخانه می‌شود، برای حفظ تعادل شیب رودخانه، پیچ‌وخم رودخانه نیز جابه‌جا می‌شود. نتایج حاصل از این بررسی در جدول (۸) به نمایش در آمده است.

جدول (۸). مقدار شاخص پیچ‌وخم رودخانه و کلاس فعالیت تکتونیکی در حوضه‌های موردمطالعه

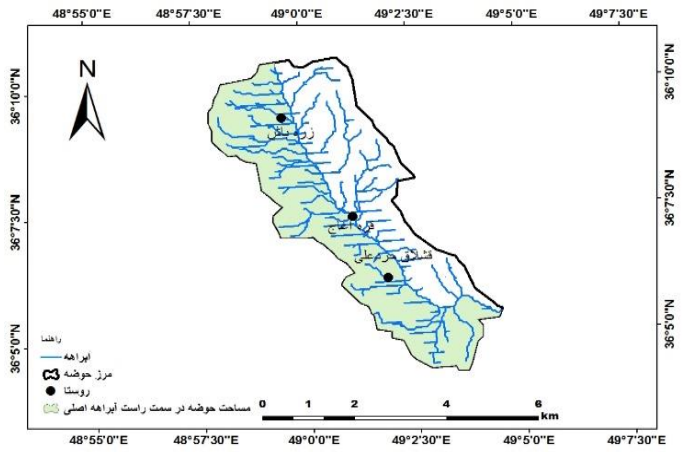
حوضه	C	V	S	کلاس
ابهر	۱۳/۶۹	۱۰/۵۷	۱/۲۹	فعال
اردجین	۱۴/۳۵	۱۱/۲	۱/۲۷	فعال
زره باش	۱۵/۱۶	۱۱/۹۳	۱/۲۷	فعال

شاخص عدم تقارن حوضه زهکشی

مقادیر عددی بیشتر از ۵۰ نشان‌دهنده عملکرد فرایش در ساحل راست و مقادیر کمتر از ۵۰، فرایش در ساحل سمت چپ را نمایش می‌دهد (ابراهیمی، امیراحمدی و زنگنه اسدی، ۱۳۹۳: ۴۲). کج شدگی در حوضه‌ها وجود دارد ولی در حوضه‌های ابهر و اردجین فرایش در ساحل سمت چپ و حوضه آبریز زره باش در ساحل سمت راست می‌باشد جدول (۹). در شکل (۵) نحوه محاسبه شاخص مذکور در حوضه آبریز زره باش نمایش داده‌شده است.

جدول (۹). مقدار شاخص Af و کلاس فعالیت تکتونیکی در حوضه‌های موردمطالعه

حوضه	Ar	At	شاخص Af	Af – ۵۰	کلاس
ابهر	۱۱/۲۵	۲۶/۶۶	۴۲/۱۹	۷/۸۱	نیمه فعال
اردجین	۱۲/۴۳	۶۴/۵۲	۱۹/۲۶	۳۰/۷۴	فعال
زره باش	۲۷/۲۷	۴۸/۷۷	۵۵/۹۱	۵/۹۱	غیرفعال



شکل (۵). نقشه عدم تقارن در حوضه‌های آبریز زره باش

شاخص انتگرال هیپسومتری

مقادیر عددی بزرگ برای این انتگرال بیانگر توپوگرافی جوان (پستی‌وبلندی‌های فراوان به همراه فرآیند حفر قائم) و مقادیر عددی متوسط و کم به ترتیب بیانگر توپوگرافی بالغ و پیر می‌باشد (حبیب الهیان و رامشت، ۱۳۹۱: ۱۱۱). براساس طبقه‌بندی همدونی و همکاران حوضه زره باش در کلاس ۲ و تکتونیک نسبتاً فعال (حوضه بالغ) و حوضه‌های اردجین و ابهر در کلاس ۳ و فعالیت زمین‌ساختی کم (حوضه پیر) قرار می‌گیرند. جدول (۱۰). این شاخص براساس نقشه توپوگرافی منطقه و DEM حوضه‌های موردمطالعه در محیط Arc GIS می‌باشد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

جدول (۱۰). مقدار شاخص Hi و کلاس فعالیت تکتونیکی در حوضه‌های موردمطالعه

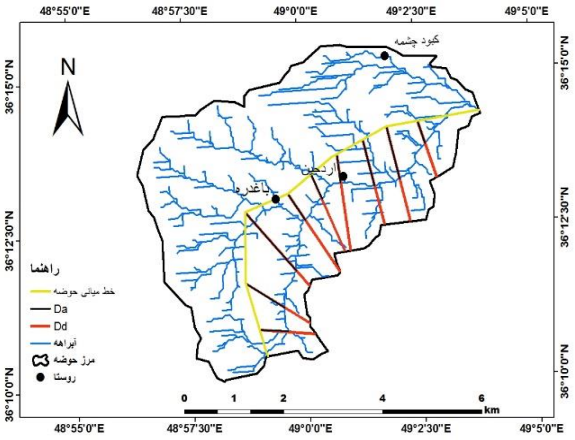
حوضه	شاخص Hi	کلاس
ابهر	۰/۳۶	فعالیت تکتونیکی کم
اردجین	۰/۳۵	فعالیت تکتونیکی کم
زره باش	۰/۴۵	فعالیت تکتونیکی نسبتاً فعال

شاخص تقارن توپوگرافی

شاخص T یک بردار با یک‌جهت و مقدار ۰ تا ۱ است که به کمک آن می‌توان زمینه‌های انحراف جانبی را تشخیص داد. برای حوضه‌های کاملاً متقارن (T=0) و هرچه مقدار T به یک نزدیک‌تر شود، حوضه نامتقارن‌تر و در نتیجه فعالیت تکتونیکی در آن شدید است (کوکس و همکاران[۷]، ۲۰۰۱: ۶۲۱). طبق محاسبات انجام شده حوضه‌ها نامتقارن می‌باشند. طبق جدول (۱۱) حوضه‌های آبریز ابهر با میانگین ۰/۵۰ و اردجین با میانگین ۰/۴۷ نسبت به حوضه آبریز زره باش با میانگین ۰/۱۶ نامتقارن‌تر می‌باشند و می‌توان گفت حوضه آبریز زره باش به حالت تقارن نسبی نزدیک می‌باشد. پس فعالیت‌های تکتونیکی در حوضه‌های آبریز ابهر و اردجین فعال و در حوضه آبریز زره باش نیمه فعال ارزیابی می‌شود. شکل ۶ نحوه محاسبه شاخص تقارن توپوگرافی را نشان می‌دهد.

جدول (۱۱). مقدار شاخص T و کلاس فعالیت تکتونیکی در حوضه‌های موردمطالعه

حوضه	میانگین شاخص T	کلاس
ابهر	۰/۵۰	حوضه نامتقارن و تکتونیک فعال
اردجین	۰/۴۷	حوضه نامتقارن و تکتونیک فعال
زره باش	۰/۱۶	نیمه فعال



شکل (۶). نقشه تقارن توپوگرافی در حوضه آبریز اردجین

شاخص گرادیان طولی رودخانه

در مکان‌هایی که جنس سنگ‌ها مقاوم می‌گردد، میزان SL افزایش می‌یابد و در مکان‌هایی که سنگ‌های نامقاوم وجود دارند، مقادیر SL کاهش می‌یابد (حسینی و سلگی، ۱۳۹۴: ۲). در حوضه‌های موردمطالعه مقادیر این شاخص در بخش‌های مختلف متفاوت است که نشان از فعالیت‌های گسل‌ها و تأثیر لیتولوژی‌های متفاوت در حوضه‌ها می‌باشد. در بعضی بخش‌های حوضه‌ها

۷. Cox et al

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

از جمله: قسمت شمالی حوضه آبریز ابهر وجود سازند سست (پادگانه آبرفتی)، گسل‌ها و سازند سست (پادگانه آبرفتی) در بخش جنوبی حوضه آبریز زره باش و وجود گسل در بخش شرقی و مرکزی حوضه آبریز اردجین باعث فعال و نیمه فعال بودن این شاخص تکتونیکی شده است. ارزیابی کلی این شاخص نشان از غیرفعال بودن فعالیت‌های تکتونیکی حوضه‌ها می‌باشد جدول (۱۳).

جدول (۱۲). مقدار شاخص گرادیان طولی و کلاس فعالیت تکتونیکی در حوضه‌های موردمطالعه (*همدونی و همکاران، ۲۰۰۸*)

شاخص ژئومورفیک	کلاس ۱	کلاس ۲	کلاس ۳
شاخص SL	SL> ۵۰۰	۳۰۰ <SL< ۵۰۰	SL< ۳۰۰
کلاس	فعال	نیمه فعال	غیرفعال

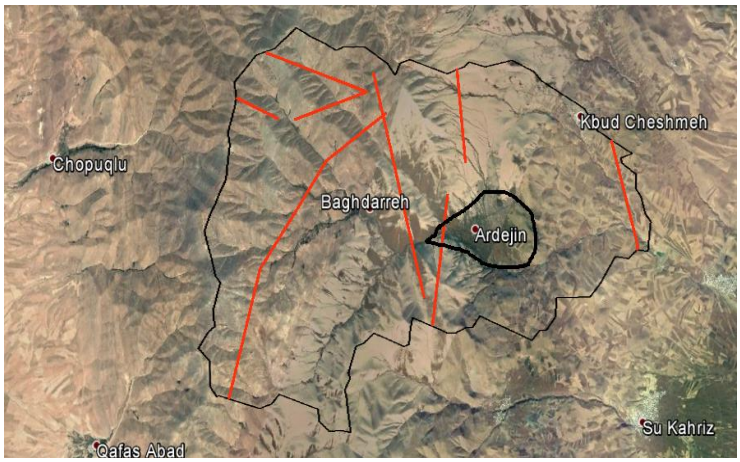
جدول (۱۳). مقادیر شاخص SL در حوضه‌های موردمطالعه

حوضه	شاخص SL	کلاس
ابهر	۲۰۴/۲۴	غیرفعال
اردجین	۲۱۹/۴۳	غیرفعال
زره باش	۱۹۷/۰۰۳	غیرفعال

هدف از این پژوهش بررسی اثر فعالیت‌های تکتونیک بر سیستم‌های رودخانه‌ای (آبراهه اصلی، شکل حوضه و مخروط افکنه) می‌باشد؛ که آبراهه اصلی و شکل حوضه توسط شاخص‌های تکتونیکی موردبررسی قرار گرفته و سیستم مخروط افکنه که فقط در حوضه آبریز اردجین به دلیل فعالیت‌های تکتونیکی ایجادشده‌اند در ادامه بررسی می‌شود.

مخروط افکنه

بدون وجود فعالیت تکتونیکی دائمی، مخروط‌افکنه‌ها با اشکال کوچک و با عمر کوتاه تبدیل می‌شوند. بالاآمدگی بخش کوهستان، سبب فراهمی مواد رسوبی جدید به سطح مخروط افکنه‌ها می‌شود. متغیرهای تکتونیکی، بافت و موقعیت مخروط‌ها را متأثر می‌سازند (یمانی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲) در حوضه آبریز اردجین یک مخروط افکنه به دلیل دخالت گسل‌های منطقه بر روی رسوبات نرم کواترنری تشکیل شده است شکل (۷).



شکل (۷). تصویری از مخروط افکنه در حوضه آبریز اردجین

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

شاخص IAT با میانگین‌گیری از رده‌های شاخص‌های مورفوتکتونیک در هر حوضه محاسبه و طبق تقسیم‌بندی همدونی که در جدول (۳) آورده شده به چهار رده طبقه‌بندی می‌شود؛ که در این تقسیم‌بندی کلاس ۱ با فعالیت شدید نئوتکتونیکی، کلاس ۲ با فعالیت نئوتکتونیکی زیاد، کلاس ۳ با فعالیت نئوتکتونیکی متوسط و کلاس ۴ با فعالیت نئوتکتونیکی کم مشخص می‌شوند. شاخص‌های مورفوتکتونیک برای حوضه‌های موردمطالعه محاسبه‌شده و در سه رده تقسیم شده‌اند که رده ۳ بیانگر فعالیت پائین، رده ۲ فعالیت متوسط و رده ۱ فعالیت بالا می‌باشد جداول (۱۴، ۱۵، ۱۶).

جدول (۱۴). طبقه‌بندی شاخص‌های ژئومورفیک. حوضه آبریز ابهر براساس شاخص IAT

شاخص	Hi	SL	Bs	Smf	Vf	T	Af	p	s	IAT
کلاس	۳	۳	۲	۲	۲	۱	۲	۱	۱	۱/۸۸

جدول (۱۵). طبقه‌بندی شاخص‌های ژئومورفیک حوضه آبریز اردجین براساس شاخص IAT

شاخص	Hi	SL	Bs	Smf	Vf	T	Af	p	s	IAT
کلاس	۳	۳	۲	۳	۲	۱	۱	۱	۱	۱/۸۸

جدول (۱۶). طبقه‌بندی شاخص‌های ژئومورفیک حوضه آبریز زره باش براساس شاخص IAT

شاخص	Hi	SL	Bs	Smf	Vf	T	Af	p	s	IAT
کلاس	۲	۳	۱	۳	۲	۲	۳	۱	۱	۲

نتیجه‌گیری

منطقه موردمطالعه از زیرشاخه‌های ابهر رود در شهرستان‌های ابهر و خرمدره (استان زنجان) می‌باشد که در محدوده گسل تهران- تبریز واقع گردیده است. این منطقه به دلیلی نزدیکی به استان قزوین از گسل‌های فعال این استان (۸ گسل فعال)، عبور گسل اصلی جنوب زنجان و همین‌طور مجاورت با چاله تکتونیکی طارم از لحاظ تکتونیکی فعال ارزیابی می‌گردد. در این پژوهش به بررسی تأثیر فعالیت‌ها تکتونیکی بر سیستم‌های رودخانه‌ای (حوضه آبریز، آبراهه اصلی و مخروط افکنه) در این منطقه پرداخته‌شده است. شکل آبراهه‌ها در حوضه‌های موردمطالعه عموماً تحت تأثیر فعالیت‌های تکتونیکی قرار داشته و متحمل پیچ‌وخم‌هایی در مسیر شبکه زهکشی شده است. شاخص تراکم زهکشی (پیچ‌وخم رودخانه) که فعال ارزیابی‌شده، بیانگر تأثیر پذیرفتن شبکه‌های زهکشی می‌باشد. با بررسی شاخص شکل حوضه، حوضه‌های آبریز ابهر و اردجین نیمه فعال و زره باش که به‌صورت حوضه کشیده می‌باشد، تکتونیک فعال دارد. ارزیابی شاخص عدم تقارن، کج شدگی در حوضه‌های آبریز ابهر و اردجین را بیان می‌کند. مخروط افکنه‌ها در اثرکاهش ناگهانی قدرت رودخانه درنتیجه تغییر شیب توپوگرافیک به وجود می‌آیند که در حوضه آبریز اردجین مشاهده می‌شود. گسل‌های نزدیک به مخروط افکنه نقش بسزای در تشکیل این مخروط افکنه داشته‌اند، مخروط افکنه موجود، بر روی رسوبات کواترنری تشکیل شده است. لیتولوژی حوضه‌ها نیز در میزان فعالیت تکتونیکی حوضه‌ها تأثیر داشته و موجب تغییر در میزان فعالیت‌ها در بخش‌های مختلف حوضه‌ها شده است. نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های ژئومورفیک و شاخص IAT نشان از فعالیت‌های نئوتکتونیکی زیاد در حوضه‌های آبریز ابهر و اردجین و فعالیت‌های متوسط در حوضه آبریز زره باش می‌باشد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

منابع

ابراهیمی مجید؛ امیراحمدی ابوالقاسم؛ زنگنه اسدی محمدعلی. (۱۳۹۳). ارزیابی شاخص‌های تکتونیک فعال در مرز ساختاری البرز جنوبی (مطالعه موردی: حوضه‌های حبله رود، ایوانکی و جاجرود)، *فصلنامه بین‌المللی پژوهشی تحلیلی زمین پویا*، ۱ (۷): ۳۵-۵۵.

تقیان علیرضا. (۱۳۹۴)، بررسی نقش تکتونیک در مورفولوژی، تقطیع و تحول مخروط افکنه موغار (شمال اردستان)، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۳۰ (۱): ۱۱۹-۱۳۴.

جعفری غلامحسن؛ رستم‌خانی اصغر (۱۳۹۵)، شواهد ژئومورفولوژیکی گسل‌های ارمغانخانه و تهم، *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۶ (۴۳): ۱۴۹-۱۷۳.

حبیب الهیان محمود؛ رامشت محمدحسین. (۱۳۹۲). کاربرد شاخص‌های ارزیابی تکتونیک جنبا در برآورد وضعیت تکتونیکی بخش علیای زاینده‌رود، *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، ۱۰(۲۶): ۱۱۲-۹۹.

حسینی سیده افرا؛ سلگی علی. (۱۳۹۴). ارزیابی نسبی تکتونیک فعال با استفاده از روش‌های مورفومتری در منطقه بیساران، *دومین کنفرانس ملی زلزله دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)*.

ساعدموچشی شمس اله. بررسی نقش تکتونیک در نیمرخ طولی حوضه‌های زهکش طاقدیس نوا کوه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، (۱۳۹۱).

سهرابی آرش؛ بیگی سهیلا (۱۳۹۵)، بررسی شاخص‌های ژئومورفیک و مورفوتکتونیکی برای ارزیابی تکتونیک فعال در محدوده آبدوغی، شمال شرق یزد، ایران مرکزی، *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۶ (۴۰): ۲۸-۷.

مختاری داود. (۱۳۸۴). نقش نو زمین‌ساخت در تکامل سامانه‌های رودخانه‌ای در کواترنر مطالعه موردی رودخانه‌های دامنه شمالی میشوداغ، *فصلنامه علوم زمین*، ۱۵ (۵۷): ۶۴-۷۷.

مددی عقیل؛ رضایی مقدم محمدحسین؛ رجایی عبدالحمید. (۱۳۸۳). تحلیل فعالیت‌های نئوتکتونیک با استفاده از روش‌های ژئومورفولوژی در دامنه‌های شمال غربی تالش (باغ روداغ)، *نشریه پژوهش‌های جغرافیایی*، ۳۶ (۴۸): ۱۲۳-۱۰۴.

نجفی اسماعیل؛ صفاری امیر؛ قنواتی عزت اله؛ کرم امیر. (۱۳۹۳) ارزیابی فعالیت‌های نو زمین‌ساختی با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک در حوضه‌های آبریز کلان‌شهر تهران، *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۱ (۴): ۱-۲۲.

یمانی مجتبی؛ علمی‌زاده هیوا. (۱۳۹۳)، تأثیر نو زمین‌ساخت در مورفولوژی شبکه زهکشی حوضه آبخیزنچی با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک و مورفومتریک، *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۲۹ (۱): ۹-۲۲.

یمانی مجتبی؛ مقصودی مهران؛ قاسمی محمدرضا، محمدنژاد وحید. (۱۳۹۱). شواهد مورفولوژیکی و مورفومتریکی تأثیر تکتونیک فعال بر مخروط افکنه‌های شمال دامغان، *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۴۴ (۲): ۱-۱۸.

Bull W.B. Mcfadden, L.D. (1977),"Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California; In: Doehring", D.O. (Ed.), Geomorphology in arid regions. Proceedings of the 8th Annual Geomorphology Symposium. *State University of NewYork, Binghamton*, 115-138

Cox, P. T, Van Arsdale, R. T, Harris, J. B. (2001), Identification of possible Quaternary Deformation in the northern Mississipi Analysis of drainage-basin asymmetry. *GSA Bulletin*, 615-624. https://doi.org/10.1130/0016-7606(2001)113<0615:IOPQDI>2.0.CO;2

Gaidzik, K. Tereso, M. Herrera, R. (2016), Geomorphic indices and relative tectonic uplife in the Guerrero sector of the Mexican forearc, *Geoscience Frontiers*, 1-18. https://doi.org/10.1016/j.gsf.2016.07.006

Ebrahimi, M. Amir Ahmadi, A.H; Zanganeh Asdi,.M.A. (2013). Evaluation of active tectonic indicators in the southern Alborz structural border (case study: Hableroud, Ivanki and Jajroud basins), *International Geodynamic Analytical Research Quarterly*, (7)1, 35-55. (in Persian). https://www.sid.ir/paper/91555/fa

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

Ghanavati, E. Yamani, M. Karimi, H. (2016), Quantitative assessment of relatie tectonic activity in the Alamarvdasht river basin, south of iran, *Natural Environment change*. 99-110. https://jnec.ut.ac.ir/article_60991_b5710d94bded1f127db4d99507752d46.pdf

Habib Elhian, M. Ramsht, M.H. (2012). The application of tectonic evaluation indicators of Jenba in estimating the tectonic status of the upper part of Zayandeh River, Quarterly of Geography and Development, (26) 10, 112-99. (in Persian). https://ensani.ir/file/download/article/20121215093126-9505-47.pdf

Hamdouni, R.E. Irigaray, C. Fernandez, T. Chancon, J. Keller E,A. (2008),Assessment ofRelative Active Tectonic, South WestBorder of the Sierra Nevada (southern spain), *Geomorphology*, 150-173. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.08.004

Hosseini, A. Selagi, A. (2014). Relative evaluation of active tectonics using morphometric methods in Bisaran region, *the second national earthquake conference of Imam Khomeini International University (RA)*. (in Persian). https://civilica.com/doc/362636/

Jafari GH.H. Rostamkhani, A. (2016), Geomorphological Evidences of Armaghanekhane and Teham Faults, *Journal of Applied Researches in Geographical Sciences*, (43) 16, 149-173. (in Persian). https://ensani.ir/file/download/article/20170531141526-9495-325.pdf

Mokhtari, D. (1384). The role of new land construction in the evolution of river systems in the Quaternary, a case study of rivers in the northern slopes of Madhagh, Scientific Quarterly Journal of Geosciences, (57) 15, 64-77. (in Persian). https://www.sid.ir/paper/31657/fa

Maddi, A. Rezai Moghadam, M. H. Rajaee, A. H. (2004). Analysis of neotectonic activities using geomorphological methods in the northwestern domains of Talash (Bagh Rudagh), Geographical Research Journal, (48) 36, 104-123. (in Persian). https://jrg.ut.ac.ir/article_10014.html

Najafi, I. Safari, A. Qanawati, E. Karam, A. (2013) Evaluation of new tectonic activities using geomorphic indicators in the watersheds of Tehran metropolis, Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards, (4) 1, 1-22. (in Persian). https://ensani.ir/file/download/article/20170208114841-10083-22.pdf

Nggapana. M, Owona. S, Owono. F, EngelbertMpesse. J, Youmen. D, Lissom. J, MvondoOndoa. J, Emmanuel E. Georges. (2018), Tectonics, Iithology climate Contorls Of Morphometric Parameters Of the Edea _ Eseka region (SW Cameroon, Center Africa): Implications on Equatorial rivers and Iandforms, Journal of African Earth Sciences, 219-232. https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2017.11.008

Saed Mochshi, SH. Investigating the role of tectonics in the longitudinal profile of Taghdis Nava Koh drainage basins, Master's Thesis, Department of Geomorphology, Faculty of Geography, Hakim Sabzevari University, (2013). (in Persian).

Sohrabi, A. Beigi, S. (2016), Investigating geomorphic and morphotectonic indicators to evaluate active tectonics in the Abdoghi region, northeast of Yazd, Central Iran, Journal of Applied Researches in Geographical Sciences, (40) 16, 7-28. (in Persian). https://ensani.ir/file/download/article/20161123150418-9495-293.pdf

Taghian, A.R. (2014), Investigating the role of tectonics in the morphology, intersection and evolution of the Moghar alluvial fan (North Ardestan), Geographical Researches, (1)30, 119-134. (in Persian). https://jgr.ui.ac.ir/article_18095_a9ca7ea29fa8d4396dbcd104807348bf.pdf

Yemani, M. Elmi-zadeh, H. (2013), the effect of new land construction on the drainage network morphology of the watershed using geomorphic and morphometric indices, Geographical Researches, (1) 41, 9-22. (in Persian). https://www.sid.ir/paper/29981/fa

Yemani, M. Maqsodi, M. Ghasemi, M. R. Mohammadnejad, V. (2011). Morphological and morphometric evidences of active tectonic influence on North Damghan alluvial cone, Natural

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]

Geology Research, (2) 44, 1-18. (in Persian). https://journal.ut.ac.ir/article_29203_df51d553ce378afa181d90df010da664.pdf

Zibret. G, zibrat. L. (2017), River gradient anomalies reveal recent tectonic movements when assuming an exponential gradient decrease along a river course, Geomorphology, 43-52. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.12.017

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.226.9]

[DOI: 10.61186/jgs.24.75.8]