

بررسی زمین‌ساخت فعال گسل‌های تلخاب و توزلوگل و نقش آنها در شکل‌گیری تالاب میقان، اراک

لیلی ایزدی کیان<sup>1</sup> و نسرين پیری<sup>2</sup>، محمدجواد اکبری<sup>3</sup> و معصومه مولایی<sup>2</sup>

1. استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
2. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تکتونیک، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
3. دانشجوی دکتری تکتونیک، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بیرجند، خراسان جنوبی، ایران

## چکیده

تالاب میقان در مرز کمربند دگرگونی سنندج - سیرجان و کمربند آتشفشانی ارومیه - بزمان قرار دارد. دو گسل اصلی تلخاب و توزلوگل (تبرته) با حرکت امتداد لغز راست بر و امتداد شمال غرب- جنوب شرق در شکل‌گیری این حوضه نقش اصلی دارند. در این پژوهش شاخص‌های مورفوتکتونیک برای بررسی فعالیت‌های زمین‌ساخت این دو گسل مورد بررسی قرار گرفت. از جمله شاخص‌های اندازه‌گیری شده شاخص انتگرال ارتفاع سنجی، شاخص نبود تقارن حوضه زهکشی، شاخص شکل حوضه، شاخص گرادیان طولی رودخانه است. بررسی زمین‌ساخت فعال نسبی با استفاده از شاخص‌های فوق نشان می‌دهد که منطقه اراک از فعالیت نسبی متوسط تا زیاد برخوردار است. به‌خصوص منطقه حدفاصل بین دو گسل تلخاب و توزلوگل فعالیت بیشتری نسبت به دیگر مناطق دارند. فروافتادگی کویر میقان در اثر فعالیت گسل‌های تلخاب و توزلوگل در زمان پلیستوسن به‌صورت ترافشارشی راست بر شکل گرفته است. ضلع جنوب غربی دریاچه منطبق بر گسل توزلوگل می‌باشد. به نظر می‌رسد با توجه به مطالعات ریخت سنجی منطقه فعالیت گسل تلخاب نسبت به گسل توزلوگل بیشتر است و در شکل‌گیری دریاچه میقان نقش مهم‌تری ایفا کرده است.

واژه‌های کلیدی: ریخت زمین‌ساخت، گسل تلخاب، گسل توزلوگل، تالاب میقان، اراک.

## Morphotectonic investigation of Talkhab and Tozlugl faults and formation of the Meyghan wetl, Arak

Izadi Kian, L.<sup>1</sup>, Piri, N.<sup>2</sup>, Akbari Mihammad, J.<sup>3</sup> and Molaie, M.<sup>2</sup>

1. Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Bu-Ali Sina University

2. Master of Science, Geology group, Faculty of Science, Bu-Ali Sina University

3. Ph.D student, Geology group, Faculty of Science, Birj& University

## Abstract

Meyghan lake of Arak is located at the boundary of the metamorphic zone of San&aj- Sirjan & Urmia-Bazman. The two main faults of Talkhab & Tozlugol (Tabarte) play a key role in the formation of this basin by right lateral movement & northwest - south east trend. In this study, morphotectonic indices were investigated to study the tectonic activity of these two faults. Altimeter integral index,

\*نویسنده مرتبط: [L.izadi@basu.ac.ir](mailto:L.izadi@basu.ac.ir)

Asymmetry index, Stream length gradient index, Basin shape factor Including measured indicators. Investigating the relative active tectonic using the above indicators shows that the Arak region has a moderate to high relative activity. Particularly, the separation region between the two Talkhab & Tozlugol faults is more active than other regions. The graben of the Meyghan Desert is formed due to the activity of the Tabakh & Thouzlugol faults during the Pleistocene by right lateral transpression zone. The southwestern side of the lake is in accordance with the Tozlugol fault. It seems that according to the morphometric studies of this area, the activity of the Talkhab fault is more than the Tozlugol fault & plays a more important role in the formation of the Meyghan lake.

**Keywords:** Morphotectonic, Talkhab fault, Tozlugol fault, Meyghan Lake, Arak.

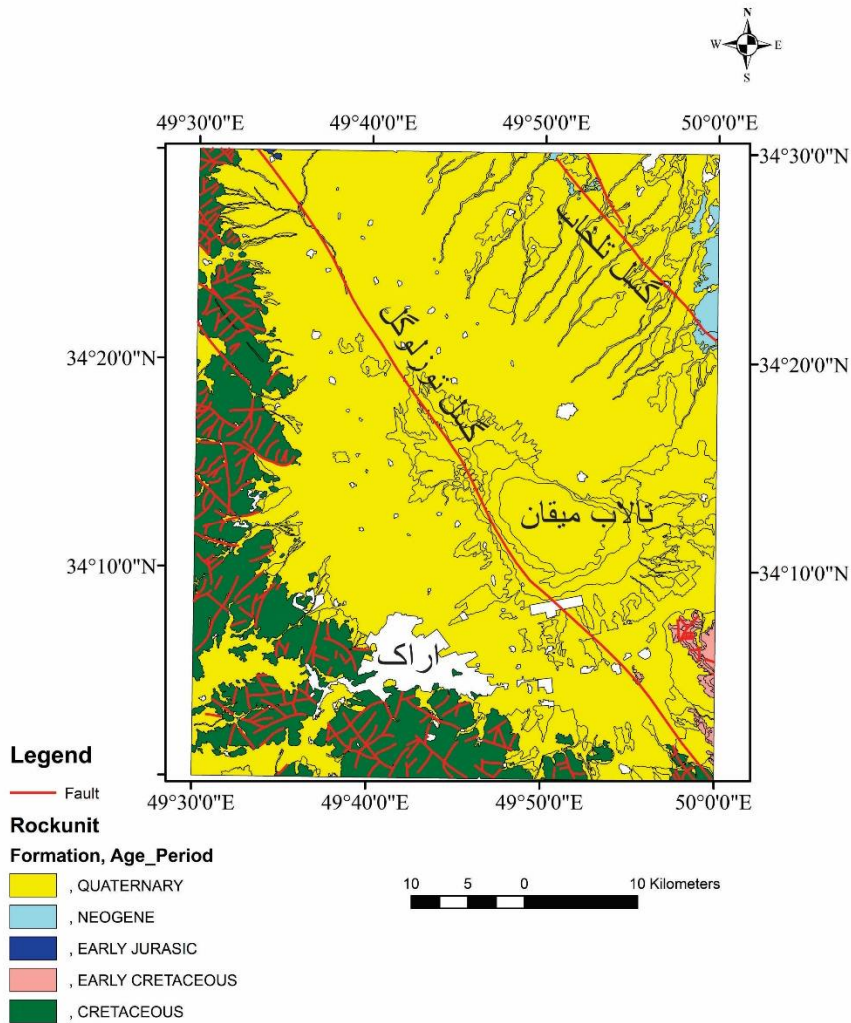
#### مقدمه

در میان روش‌های زمین‌شناختی برای مطالعه حرکات تکتونیکی فعال، بررسی‌های ژئومورفولوژی (زمین‌ریخت‌شناسی) و مورفوتکتونیک (ریخت زمین‌ساخت) نقش مهمی را ایفا می‌کنند، زیرا بسیاری از عوارض ژئومورفیک در مقابل حرکات تکتونیکی فعال حساس هستند و تحلیل هندسی این عوارض نشانه‌ها و شواهدی پیرامون نوع، نرخ و آرایش تغییر شکل‌های تکتونیکی فعال برای ما ارائه می‌دهند (سلیمانی، 1387). منطقه مورد پژوهش از نظر تقسیمات جغرافیایی کشوری در استان مرکزی و در شهرستان اراک قرار دارد. در بخش میانی این منطقه دریاچه فصلی توزلوگل (تالاب میقان اراک) چشم‌انداز دل‌انگیزی را به نمایش گذاشته است. تالاب میقان در بین دو گسل اصلی تلخاب و توزلوگل قرار گرفته است و حرکات این دو گسل عامل شکل‌گیری این تالاب شده است.

#### موقعیت زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی منطقه

از دیدگاه زمین‌شناسی حوضه آبریز اراک در دو کمربند سنندج - سیرجان و کمربند ایران مرکزی قرار دارد (Nogole-Sadat and Almasian, 1993) (شکل 1) و امتداد چینه‌ها در آن مشابه روند کوهزاد زاگرس (شمال غرب - جنوب شرق) است. گسل جداکننده این دو کمربند گسل تلخاب است و این گسل مجموعه چینه‌ای با زمان قبل از پالئوسن (سنندج - سیرجان) و بعد از پالئوسن (ایران مرکزی) را جدا می‌کنند. اما در حوضه آبریز اراک مرز کمربند سنندج - سیرجان و ایران مرکزی را کمربند انتقالی به نام هفتاد قله تشکیل می‌دهد (قدیمی عروس‌محله و حسین نژاد، 1388). کمربند اخیر دارای تشابه چینه‌ای با سنندج - سیرجان بوده، و به‌طور کامل جدا از کمربند ایران مرکزی است. گسل توزلوگل یا تبرته جداکننده کمربند سنندج - سیرجان از هفتاد قله و گسل تلخاب جداکننده کمربند هفتاد قله از ایران مرکزی است. کمربند ایران مرکزی در این حوضه به کمربند آشتیان - نراق معروف است. از نظر پالئوجغرافی، این حوضه تا قبل از پالئوسن بخصوص در زمان کرتاسه به‌صورت حوضه دریایی بوده و در اثر فاز کوهزایی لارامین حوضه رسوبی چین‌خورده و در آن دو کمربند سنندج - سیرجان و هفتاد قله از آب خارج شده و به‌صورت کوه‌های چین‌خورده ارتفاعات حوضه اراک را تشکیل داده‌اند (امامی و حاجیان، 1370). اما کمربند آشتیان - نراق به‌صورت حوضه دریایی باقی مانده و در زمان ائوسن فعالیت‌های شدید آتشفشانی و به دنبال آن فعالیت‌های پس‌روی و پیش‌روی مجموعه‌ای از سازندهای قرمز زیرین، سازند قم و سازند قرمز فوقانی را بجای گذاشته و پس از آن فاز کوهزایی پلیوسن به‌صورت فعالیت‌های ماگمایی این کمربند را تحت تاثیر قرار داده، بطوریکه اثری از هیچ‌کدام

از فعالیت‌های فوق در کمربند سنندج - سیرجان و هفتاد قله دیده نمی‌شود (قدیمی عروس محله و حسین‌نژاد، 1388) (شکل 1). در دوره پلیستوسن تالاب میقان یکی از حوضه‌های مسیله و حوض سلطان بشمار می‌رفته است. نشست گرابنی گسل‌های حاشیه‌ای تالاب میقان (گسل تلخاب و توزلوگل) موجب تغییر مسیر شبکه زهکشی حوضه اصلی شده است (یمانی و اسدیان، 1383).



شکل 1. نقشه زمین‌شناسی منطقه برگرفته از نقشه 1:100000 زمین‌شناسی اراک با تغییر (حدادیان، 1383)

### گسل‌های اصلی منطقه

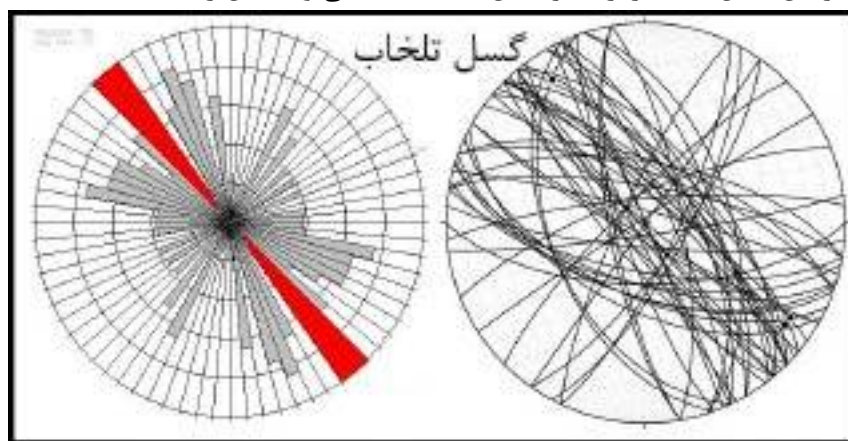
#### گسل توزلوگل (تبرته)

این گسل با امتداد تقریبی N130 مرز به‌طور کامل مشخص میان رشته کوه‌های سنندج - سیرجان و کمربند هفتاد قله است. این مرز که بدون شک قدیمی است در زمان کرتاسه پیشین به‌طور کامل فعال بوده و حوضه قاره‌ای ایران مرکزی با فرونشست ضعیف را از حوضه سنندج - سیرجان جدا می‌کند (شکل 1). این مرز هم‌اکنون نیز یک مرز میان فروافتادگی توزلوگل و رشته کوه‌های سنندج - سیرجان است. شیب این گسل 75 درجه به سمت شمال شرقی است

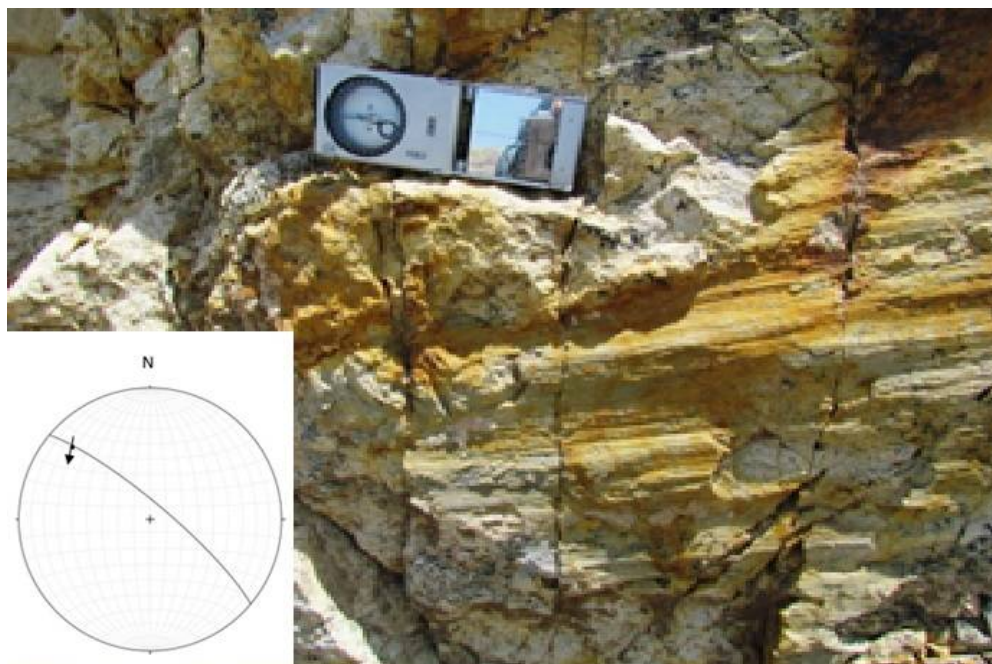
و سازوکار امتداد لغز راست بر با مولفه معکوس دارد (اکبری، 1393). این گسل در منطقه مورد مطالعه همه توسط رسوبات آبرفتی کواترنری پوشیده شده است (مولایی، 1397).

### گسل تلخاب

این گسل با طول بیش از 90 کیلومتر در شمال شرقی فروافتادگی توزلوگل با امتداد شمال غرب- جنوب شرق قرار دارد (شکل 1). در بخشی از بخش شمال باختری گسل تلخاب، رسوبات سازند قم برونزد دارد (خداپرست و همکاران، 1393). در بخش جنوبی این گسل به علت پوشیده شدن توسط رسوبات کواترنری رخنمون مناسبی ندارد ولی به سمت شمال گسل رخنمون مناسبی از آن دیده می‌شود (اکبری، 1393). بطور میانگین شیب این گسل بیش از 80 درجه و به سمت شمال شرقی است و امتداد آن 310 درجه است (شکل 2) (اکبری، 1393). میل و روند خش لغزهای این گسل 15, 315 می‌باشد که سازوکار امتداد لغز راست بر با مولفه معکوس را نشان می‌دهد (شکل 3). با توجه به جوان بودن کمربند آشتیان نراق و اینکه بعد از زمان کرتاسه از طریق گسل تلخاب، در فاز کششی فعالیت‌های آتشفشانی زیادی حتی تا 2/5 میلیون سال قبل ادامه داشته است می‌توان گفت گسل تلخاب فعال بوده و امکان لرزه‌خیزی حاصل از این گسل شدیدتر از سایر گسل‌ها است (قدیمی و حسین‌نژاد، 1388).



شکل 2. برداشت‌های صحرائی شکستگی‌ها مرتبط با گسل تلخاب



شکل 3. آینه گسل تلخاب و خش لغز های آن با حرکت راست بر با کمی مولفه معکوس و استریونت آن، دید به سمت جنوب غرب

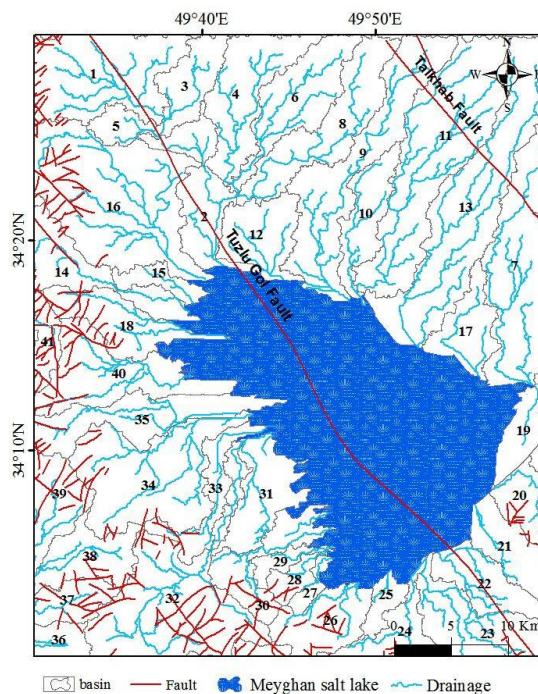
### زمین‌ریخت‌شناسی منطقه

شاخص زمین‌ریخت‌شناسی زمین‌ساخت فعال، ابزار مفیدی برای بررسی تأثیر فعالیت زمین‌ساخت در یک ناحیه است. محاسبه این شاخص به وسیله نرم‌افزار Arc Gis و سنجش از دور (به عنوان ابزار شناسایی) در یک منطقه بزرگ برای تشخیص ناهنجاری‌های احتمالی مرتبط با زمین‌ساخت فعال سودمند است. این روش به‌ویژه در مناطقی که کار مطالعاتی کمی روی فعالیت زمین‌ساختی آن با استفاده از این روش صورت گرفته است، می‌تواند روش نو و مفیدی باشد. نو زمین‌ساخت فعال به مطالعه فرایندهای پویا و دینامیک مؤثر در شکل‌دهی زمین و چشم‌اندازهای موجود در آن می‌پردازد (Keller and Pinter, 2002). برای بررسی میزان دگرریختی ایجاد شده در اثر فعالیت‌های زمین‌ساختی می‌توان از شاخص‌های زمین‌ریخت‌شناسی استفاده کرد (EL; Hamdouni et al., 2007; Azor et al., 2002; Keller and Pinter, 2002; Silva et al., 2003; Bull, 1978; Bull and McFadden, 1977). اندازه‌گیری‌های کمی به ژئومورفولوژیست‌ها این امکان را می‌دهد که لندفرم‌های مختلف را بررسی و شاخص‌های ژئوموریک را محاسبه کنند. از جمله مهم‌ترین عوارضی که نسبت به تغییرات زمین‌ساختی بسیار حساس هستند رودخانه‌ها، شبکه‌های زهکشی و عوارض توپوگرافی می‌باشند.

در این پژوهش نیز برای بررسی ریخت زمین‌ساخت فعال در منطقه مورد مطالعه شاخص‌های مورفوتکتونیک اعم از شاخص Hi (انتگرال فرازسنجی)، Sl (طول - شیب رودخانه)، Bs (شکل حوضه زهکشی)، Af (نبود تقارن حوضه زهکشی)، بررسی شده است. در نهایت بر پایه شاخص‌های محاسبه شده، شاخصی به نام فعالیت نسبی زمین‌ساختی Iat (Index of relative tectonics active) تعیین شده است. برای دستیابی به شاخص‌های فوق ابتدا با استفاده از افزونه Arc Hydro در نرم‌افزار Arc Gis، حوضه‌های آبخیز منطقه و آبراهه‌های اصلی هر حوضه استخراج گردید و سپس پارامترهای لازم برای اندازه‌گیری هر شاخص استخراج و با استفاده از معادله مربوطه شاخص‌ها



اندازه‌گیری شد. 41 حوضه و آبراهه‌های مرتبط با هر حوضه در منطقه اراک با استفاده از 30m DEM استخراج شد (شکل 4).



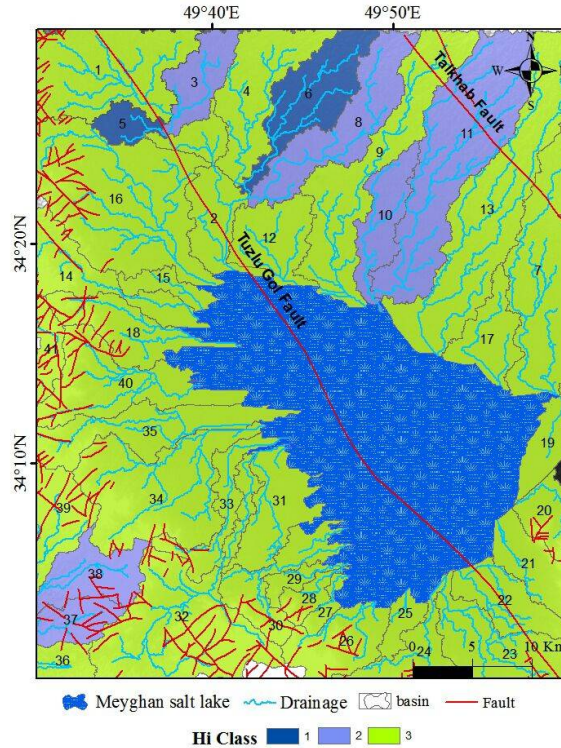
شکل 4. حوضه‌ها و آبراهه‌های استخراج شده با استفاده از 30 DEM متر

#### شاخص $H_i$ (انتگرال فراز سنجی)

انتگرال فراز سنجی پراکندگی ارتفاع را در یک ناحیه خاص نشان می‌دهد (Strahler 1952). مقادیر بالای این شاخص نشان‌دهنده نواحی فعال و جوان و مقادیر پایین آن با نواحی قدیمی که فرآیند فرسایش بر آنها حاکم است و کمتر تحت تأثیر زمین‌ساخت فعال منطقه است، مرتبط هستند (El Hamdouni et al., 2008). اگر مقدار  $H_i < 0.4$  طبق رده‌بندی در رده 3 قرار می‌گیرد و  $0.4 < H_i < 0.5$  در رده دو قرار می‌گیرد و  $H_i > 0.5$  در رده یک قرار می‌گیرد، که نشان‌دهنده فعالیت زیاد تکتونیکی می‌باشد (El Hamdouni et al., 2007). محاسبه شاخص  $H_i$  از طریق رابطه زیر به دست می‌آید.

$$H_i = (H_{\text{mean}} - H_{\text{min}}) / (H_{\text{max}} - H_{\text{min}})$$

که در این رابطه  $H_{\text{mean}}$  مقدار ارتفاع میانگین در هر حوضه می‌باشد و  $H_{\text{min}}$  کمترین ارتفاع در هر حوضه و مقدار  $H_{\text{max}}$  بیشترین ارتفاع در هر حوضه را نشان می‌دهد. مقادیر شاخص انتگرال ارتفاع سنجی ( $H_i$ ) در منطقه مورد مطالعه از مقدار 0,1 در حوضه 22 تا مقدار 0,5 در حوضه شش متغیر می‌باشد که نشان‌دهنده بیشترین فعالیت در حوضه شش و پنج می‌باشد. حوضه پنج در مسیر گسل توزلوگل قرار دارد. در واقع با توجه به نقشه نهایی انتگرال ارتفاع سنجی بیشترین فعالیت زمین‌ساختی مربوط به پهنه بین دو گسل تلخاب و توزلوگل می‌باشد (شکل 5).



شکل 5. نقشه رده‌بندی شاخص انتگرال ارتفاع سنجی منطقه اراک

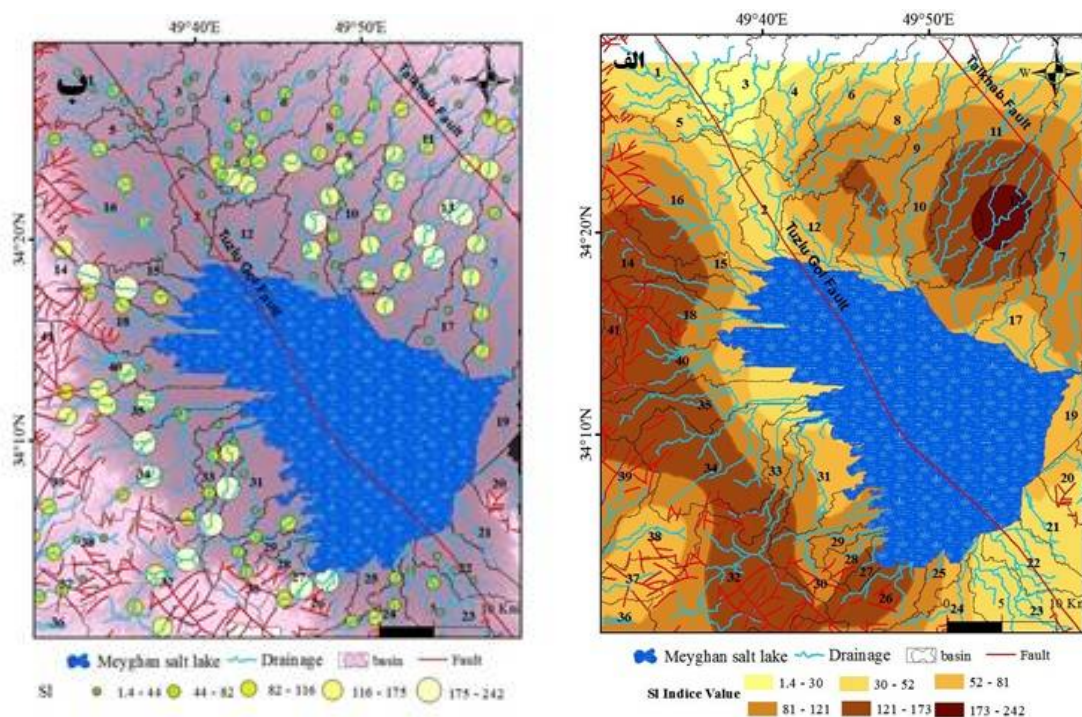
### شاخص طول جریان - شیب رود (SL)

شاخص SL توسط Hack (1973) جهت تأثیر متغیرهای محیطی بر روی پروفیل طولی رودخانه و اینکه آیا رودخانه‌ها به تعادل رسیده‌اند یا نه، تعیین شده است. SL از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

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

برای محاسبه شاخص SL در نرم‌افزار GIS از شیوه‌های متفاوتی استفاده می‌شود. در این پژوهش ابتدا ارتفاع نقاطی که جهت محاسبه SL در نظر داریم را با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی منطقه (DEM) به دست آورده که همان  $\Delta H$  است و مقدار  $\Delta L$  را که طول افقی بین دو نقطه  $\Delta H$  می‌باشد را نیز به دست آورده و L هم که طول کل کانال از ابتدا (سرشاخه) تا نقطه محاسبه SL می‌باشد را نیز محاسبه می‌نماییم و در فرمول مربوطه قرار می‌دهیم. شاخص SL به تغییرات شیب در بستر کانال بسیار حساس است، مقادیر عددی شاخص SL زمانی که سنگ‌های بستر رودخانه مقاوم باشند و یا در مناطقی که حرکات تکتونیکی فعال در تغییر شکل قائم پوسته زمین مؤثر باشند، زیاد می‌شوند. بنابراین مقادیر بالای SL در سنگ‌های با مقاومت کم و یا در سنگ‌های هم مقاومت، می‌تواند بیانگر حرکات تکتونیکی فعال و جوان باشد. شکل زمین و لیتولوژی سازندهای آن در مقدار این شاخص مؤثر می‌باشد (Keller & Pinter, 2002). مقدار بالای شاخص SL در سنگ‌های نرم ممکن فعالیت زمین ساختی جدید را نشان دهد. مقادیر کم و غیرعادی شاخص ممکن است معرف فعالیت زمین ساختی منطقه باشد به‌عنوان مثال دره‌های خطی ایجاد شده توسط یک گسل راستا لغز، دارای شاخص SL با مقادیر کم است، چون سنگ‌ها در دره‌ها اغلب توسط جنبش‌های گسلی خرد شده‌اند و آبراهه‌ها از طریق آن در یک شیب کم راه خود را می‌پیمایند (Keller and Pinter, 2002).

با توجه به نقشه نهایی شاخص SI میزان این شاخص در منطقه اراک از مقادیر 1 تا 242 متغیر است. میزان شاخص طول جریان به شیب رود در بخش‌هایی از منطقه به‌طور ناگهانی افزایش یافته است. تغییرات در این شاخص می‌تواند متأثر از نوع سنگ‌شناسی موجود در منطقه و یا در اثر فعالیت گسل‌ها در منطقه باشد. به‌طور کلی مقدار این شاخص در سنگ‌های مقاوم افزایش یافته و در سنگ‌های نرم کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه بخش غالب منطقه را رسوبات آبرفتی تشکیل داده است می‌توان دلیل مقادیر کم شاخص طول جریان به شیب رود را به نرم بودن سنگ‌های منطقه ارتباط داد. از طرفی تغییرات ناگهانی این شاخص در حوضه‌های دارای سنگ‌های یکسان و نرم را می‌توان به فعالیت گسل‌های منطقه نسبت داد. به‌خصوص در حدفاصل بین گسل‌های تلخاب و توزلوگل (تبرته) به‌طور ناگهانی مقدار این شاخص تغییر می‌کند. در بخش جنوب غرب نیز مقدار شاخص به نسبت دیگر مناطق بالاتر است که با توجه به اینکه اغلب سنگ‌های مقاوم کرتاسه در این بخش قرار دارند، می‌توان تاثیر نوع سنگ‌های منطقه را در نظر گرفت (شکل 6-الف ، ب).



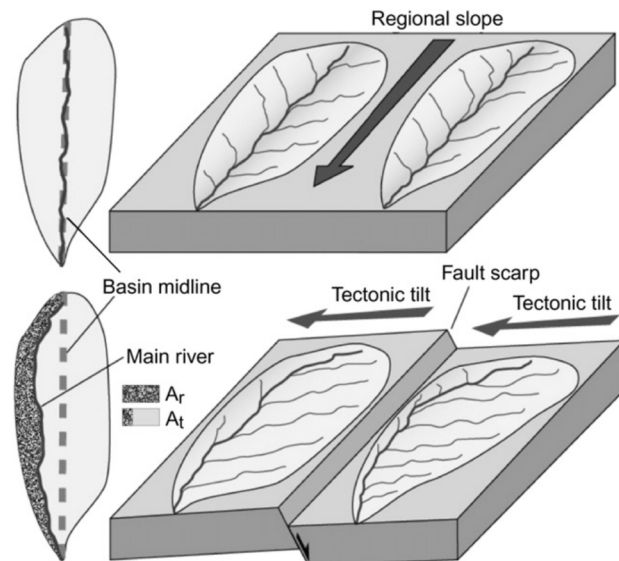
شکل 6. نقشه شاخص SI، (الف) هم ارزش و (ب) نقطه‌ای

### شاخص نبود تقارن حوضه زهکشی (AF)

هندسه شبکه‌های جریان را می‌توان به چند روش، هم کیفی و هم کمی مقایسه کرد. توسعه زهکش‌ها در حضور یک تغییر شکل زمین ساختی فعال، شبکه آبراه‌ای با الگوی هندسی مشخصی را توصیف می‌کند. مقدار AF برای یک شبکه آبراهه که همچنان به جریان خود در یک محیط پایدار ادامه می‌دهد حدود 50 است. AF حساس به کج شدگی عمود به روند آبراهه اصلی است. زمانی که مقدار Af بیشتر یا کمتر از 50 باشد، نشان‌دهنده تغییرات شیب است. به‌عنوان مثال در یک حوضه زهکشی که در آن جریان‌ات اصلی شمالی بوده و چرخش تکتونیکی به سمت غرب و رو به پایین است (شکل 5) شاخه‌های فرعی موجود در شرق (راست) شاخه اصلی



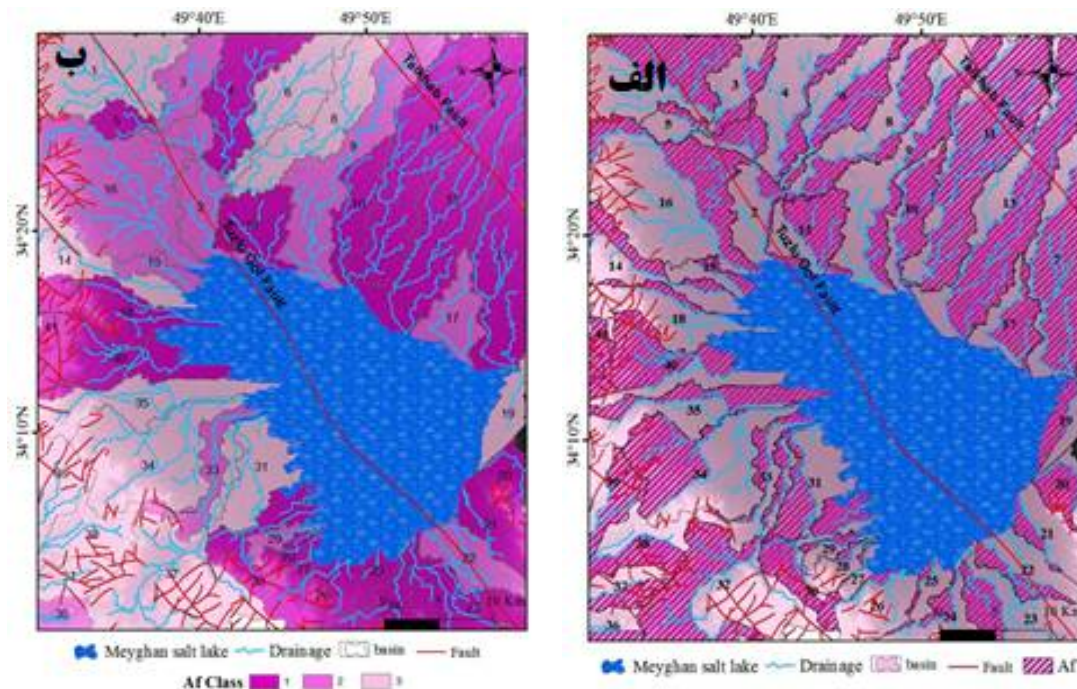
نسبت به شاخه‌های فرعی سمت غربی طولانی‌تر است. Af در حوضه‌هایی که دارای سازند سنگی باشند نتایج بهتری را نشان می‌دهد. تفاوت در پوشش گیاهی دامنه‌های روبه شمال و جنوب نیز باعث نبود تقارن در دو سوی حوضه می‌شود.



شکل 5. نبود تقارن در حوضه زهکشی

#### محاسبه شاخص نبود تقارن حوضه (Af)

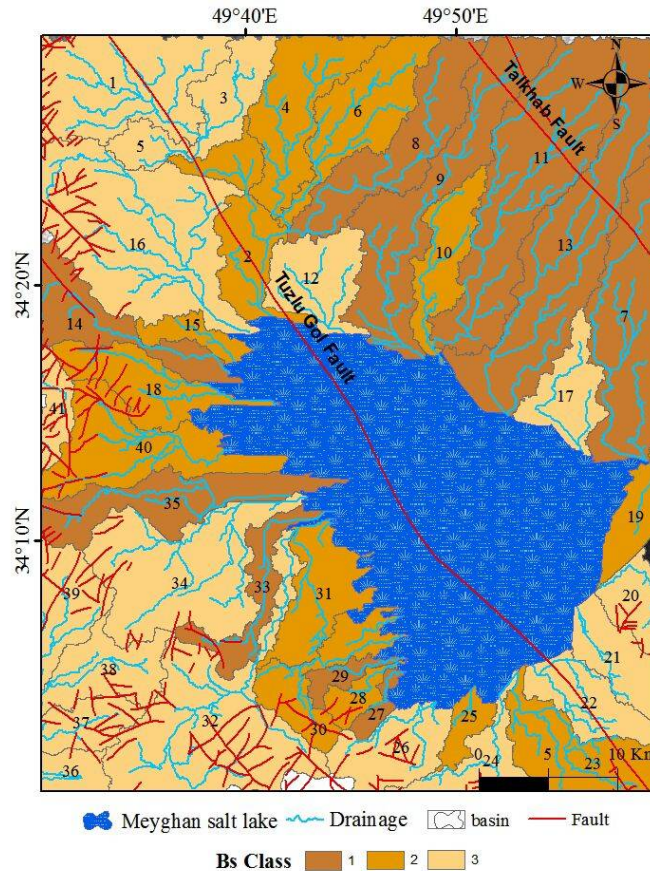
شاخص نبود تقارن با رابطه  $Af = (Ar/At) * 100$  توصیف می‌شود. که در این رابطه  $Ar$  مساحت سمت راست حوضه زهکشی می‌باشد و  $At$  مساحت کل حوضه زهکشی است. بر اساس رده‌بندی انجام شده شاخص Af که در شکل 5 نشان داده شده است، مشخص می‌شود که منطقه مورد مطالعه از نظر تکتونیکی فعال می‌باشد. به‌ویژه حوضه‌هایی که در بخش‌های شمال شرقی و شمال غربی و جنوب شرق و همچنین بخش‌های کمی از غرب قرار دارند، نبود تقارن بیشتری را نشان می‌دهند (شکل 8).



شکل 8. نقشه مساحت سمت راست حوضه‌ها و نقشه نهایی رده‌بندی شاخص نبود تقارن حوضه‌های اراک

#### محاسبه شاخص شکل حوضه (Bs)

شاخص شکل حوضه از فرمول  $Bs = Bl/Bw$  محاسبه می‌شود که در آن  $Bl$  طول حوضه، از محل مجرای خروجی تا بالاترین نقطه (دورترین) و  $Bw$  عرض حوضه است، که در عریض‌ترین بخش آن حوضه اندازه‌گیری می‌شود. بررسی شاخص شکل حوضه (BS) نشان می‌دهد که حوضه‌های گسترده دو گسل تلخاب و توزلوگل بیشترین کشیدگی را نشان می‌دهند. حوضه‌های دارای مقادیر بالای این شاخص اغلب جوان هستند و در مناطقی که دچار برخاستگی یا فرونشینی هستند شکل حوضه‌ها کشیده‌تر می‌شود. به جز حوضه‌های حدفاصل دو گسل، برخی از حوضه‌های جنوب غربی منطقه نیز کشیدگی نشان می‌دهند. این حوضه‌های مربوط به کمربند سنج - سیرجان می‌باشند. با توجه به اینکه در این بخش شاخص انتگرال ارتفاع سنجی نیز بالا می‌باشد می‌توان برخاستگی این کمربند را عامل کشیدگی حوضه‌های این بخش دانست (شکل 9).



شکل 9. نقشه رده‌بندی شاخص شکل حوضه‌های اراک

### الگوی آبراهه‌ها و فیزیوگرافی حوضه‌های آبخیز اراک

در منطقه اراک رودخانه دائمی وجود ندارد و همه رودخانه‌ها فصلی هستند. الگوی آبراهه‌ها در بخش شمال شرق منطقه آبراهه‌های کشیده و موازی را نشان می‌دهند. همچنین حوضه‌های این بخش نسبت به بخش‌های دیگر کشیده‌تر هستند و راستای شمار شرق جنوب غرب را نشان می‌دهند (شکل 2).

### نتیجه‌گیری

بررسی زمین‌ساخت فعال نسبی با استفاده از شاخص‌های فوق نشان می‌دهد که منطقه اراک از فعالیت نسبی متوسط تا زیاد برخوردار است. به خصوص منطقه حدفاصل بین دو گسل تلخاب و توزلوگل فعالیت بیشتری نسبت به دیگر مناطق دارند. کویر میقان یک فروافتادگی گرابنی است که در اثر فعالیت گسل‌های تلخاب و تبرته در زمان پلیستوسن در یک حوضه ترفشارشی راست بر شکل گرفته است. ضلع جنوب غربی دریاچه منطبق بر گسل توزلوگل (تبرته) می‌باشد. به نظر می‌رسد با توجه به مطالعات ریخت‌سنجی منطقه فعالیت گسل تلخاب نسبت به گسل توزلوگل (تبرته) بیشتر است و در شکل‌گیری دریاچه میقان نقش مهم‌تری ایفا کرده است. حضور ریزلرزه‌ها به صورت فوج گونه در حدفاصل بین دو گسل تلخاب و توزلوگل نشان‌دهنده فعالیت این دو گسل می‌باشد. الگوی کشیده

حوضه‌ها و آبراهه‌های موازی آنها در بین دو گسل اصلی منطقه نشان می‌دهد که ریخت‌شناسی منطقه بخصوص در بخش بین دو گسل به شدت تحت تاثیر حرکات این گسل‌ها قرار دارد.

## سپاسگزاری

از آقای دکتر فریدون قدیمی برای راهنمایی‌های ارزشمندشان تشکر و قدردانی می‌نمایم.

## منابع

1. اکبری، م. ج.، 1393. تحلیل ساختاری منطقه تفرش (شرق استان مرکزی) با نگرشی بر تغییر رژیم ساختاری منطقه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه بوعلی سینا، 129.
2. امامی، م. ه. و حاجیان، ج.، 1370. شرح نقشه زمین‌شناسی 1:250000 چهارگوش قم سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
3. حدادیان، م.، 1383. نقشه زمین‌شناسی 1:100000 اراک، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
4. خداپرست، ص.، محجل، م. و حاج امینی، س.، 1393. بررسی ساختاری و تاثیر تغییر ستبرای سازند قم بر هندسه ساختارها، منطقه دخان در غرب ساوه، فصلنامه علوم زمین، 93، 235-244.
5. سلیمانی، ش.، 1387. رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیکی فعال و جوان (با نگرشی بر مقدمات دیرینه‌شناسی)، تهران، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
6. قدیمی عروس محله، ف.، 1381. بررسی پتانسیل آبی سازندهای سخت حوضه آبریز اراک، اداره کل آب استان مرکزی.
7. قدیمی عروس محله، ف. و حسین نژاد، م. ر.، 1388. بررسی تکوین زمین‌شناسی حوضه آبریز کویر میقان اراک از حیث پتانسیل منابع آبی و استعداد لرزه‌خیزی، دانشکده فنی مهندسی اراک، دانشگاه علم و صنعت اراک.
8. مولایی، م.، 1397. بررسی ریخت زمین‌ساخت و نوزمین ساخت گسل توزلوگل، اراک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه بوعلی سینا، 85.
9. یمانی، م.، اسدیان، خ.، 1383. شواهد ژئومورفولوژیکی عملکرد گسل‌های تبرته و تلخاب در فرونشست چاله میقان، پژوهش‌های جغرافیایی، 47، 111-121.

10. Azor, A., Keller, E.A. and Yeats, R.S., 2002. Geomorphic indicators of active fold growth: South Mountain-Oak Ridge anticline, Ventura basin, southern California. Geological Society America Bulletin. 114, 745-753.
11. Bull, W. B., 1978. Geomorphic tectonic classes of the south front of the San Gabriel mountains, California. U.S. Geological Survey Contract Report, 14-08-001-G-394, Office of earthquakes, volcanoes and engineering, Menlo Park, CA.
12. Bull, W. B. and McFadden, 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, 115-138.
13. EL Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernandez, T., Chacon, J. and Keller, E. A., 2007. Assessment of relative active tectonics. southwest border of the Sierra Nevada (southern Spain). Geomorphology.
14. Hack, J.T., 1973. Stream-profile analysis and stream-gradient index: U.S. Geological Survey. Journal Research, 1, 4, 421-429.



15. Keller, E.A., Pinter, N., 2002. Active tectonics earthquakes, uplift, & landscape. Prentice Hall, New Jersey: 362.
16. Nogole-Sadat, M.A.A. & Almasian, M., 1993. Tectonic Map of Iran, Scale 1:1,000,000. Geological Survey of Iran.
17. Silva, P. G., Goy, J. L., Zazo, C. and Bardajm, T., 2003. Fault generated mountain fronts in Southeast Spain : geomorphologic assessment of tectonic and earthquake activity . *Geomorphology* 250, 203-226.
18. Strahler, A. N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*, 63, 1117-1142.