

مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال پنجم، شماره نهم، پاییز ۱۳۹۵

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰۳/۲۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۰۶/۰۲

صفحات: ۹۵-۱۱۲

## حرکت های عمودی جوان در حوضه آبریز قره چای (استان مرکزی)

هادی طبسی<sup>۱\*</sup>، ابوالفضل نجیمی<sup>۲</sup>

### چکیده

شناخت ساختارهای زمین شناسی جنبه می تواند کمک زیادی به شناسایی پهنه های لرزه زا بنماید. روش های مختلفی برای مطالعه و شناسایی ساختارها وجود دارد. بر این اساس، می توان حرکت های عمودی و افقی را در پهنه ها تشخیص داد. به منظور شناسایی شدت حرکت های عمودی در بخشی از استان مرکزی، شاخص های زمین ریخت سنجی در حوضه آبریز قره چای بررسی شده اند. حوضه قره چای از روند زمین ساختی زاگرس و ایران مرکزی تبعیت می کند. در این تحقیق، داده های توپوگرافی، نقشه های زمین شناسی و اطلاعات زمین شناسی گستره مورد بررسی های کمی و کیفی دقیق قرار گرفته اند. این داده ها به همراه اطلاعات آبراهه ای زیرحوضه های انتخابی، با بهره گیری از نرم افزارهای تخصصی مختلف تحلیل شده اند. وجود گسله های فراوان که برخی از آنها کواترنر و جوان هستند، حاکی از بالا بودن توان لرزه زائی گستره است. از انطباق رسوبات جوان کواترنر، شکستگی ها و گسل های موجود و بررسی شاخص های زمین ریخت سنجی مختلف مشخص شده که پهنه های گسلی ایندس و کوشک نصرت در باختر و شمال باختر ساوه، گسل های جنوب صالح آباد و یل آباد، گسل تفرش در شمال، شمال باختر و باختر تفرش و گسل تلخاب در شمال باختر اراک از دیدگاه بالآمدگی، جنبه هستند و توان لرزه زایی نسبتاً بالایی دارند. با توجه به جمع بندی شاخص ها، نواحی شرق و شمال استان مرکزی حوالی شهرهای آشتیان، تفرش، فراهان و ساوه جنبایی بالا آمدگی بالایی دارد. این شهرها، نیازمند برنامه ریزی ویژه در استان مرکزی هستند. بی شک جنبایی مناطق تحت پوشش حوضه قره چای به موارد استخراج شده از زمین ریخت سنجی خلاصه نمی شود. برخی پهنه های گسلی دارای حرکت راستالغز بوده که نیازمند به کارگیری روش هایی بجز شاخص های زمین ریخت سنجی است.

واژگان کلیدی: حرکت های عمودی، شاخص های زمین ریخت سنجی، حوضه آبریز قره چای، استان مرکزی.

haditabassi@gmail.com

<sup>۱</sup>- استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دماوند

<sup>۲</sup>- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

## مقدمه

در طول میلیون‌ها سال، زمین شاهد حوادث گوناگونی بوده که آثار آن به شکل‌های گوناگون نمود یافته است. شناسایی ساختارهای زمین شناسی از آن جهت که منجر به آگاهی از نحوه جنبایی گستره خواهد شد؛ اهمیت دارد. از آنجایی که کشور ایران پهناور زمین لرزه خیزی است؛ از چند دهه گذشته شناسایی شواهد جنبایی به کمک پدیده های ریخت زمین ساختی مورد توجه محققین این علم بوده است.

هدف از این پژوهش، بررسی حرکت های عمودی منطقه با استفاده از شاخص های زمین ریخت متری است. با استفاده از شاخص های زمین ریخت متری، می توان جنبایی بالا آمدگی جوان ناحیه را مطالعه و در پژوهش های دقیق تر آینده به کار گرفت (رامی رز<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸).

در این تحقیق، به برخی پرسش ها در زمینه ریخت زمین ساخت ها، جنبایی گستره و هم چنین ارتباط بین ساختارها پاسخ داده شده است. ابزار کار این پژوهش، داده های توپوگرافی به همراه نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی گستره، اطلاعات حوضه های آبریز، وضعیت شبکه های آبراهه ای و ... می باشد که به کمک روشهای مختلف کمی و کیفی تفسیر شده اند.

به شکل مشخص، اولین بار استفاده از شاخص های زمین ریخت متری در مطالعات نو زمین ساختی توسط بول و همکاران<sup>۲</sup> (۱۹۷۷) انجام شده است. این شاخص ها به دست پژوهشگران دیگری همچون راکول و همکاران<sup>۳</sup> (۱۹۸۵) در جنوب باختر آمریکا، ولز و همکاران<sup>۴</sup> (۱۹۸۸) در سواحل کاستاریکا و سیلوا و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۳) در سواحل مدیترانه ای اسپانیا و هم چنین گوارنیری و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۰۸) در شمال خاوری سیسیلی مورد استفاده و آزمون قرار گرفته است.

در ایران نیز خیام و مختاری (۱۳۸۲) در دامنه شمالی میشو داغ، مددی و همکاران (۱۳۸۳) در دامنه شمال باختری تالش، وحدتی دانشمند و همکاران (۱۳۸۵) برای سپید رود و دشت گیلان، گورابی (۱۳۸۴) برای حوضه آبریز درکه، یمانی و همکاران (۱۳۸۷) در دامنه های کرکس و شفیعی بافتی و همکاران (۱۳۸۸) در گسل کوهبنان و علایی طالقانی و همکاران (۱۳۹۲) در حوضه های بالا دست الوند، رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۲) در دامنه جنوبی میشو داغ، عزتی و همکار (۱۳۹۳) در بجنورد، مؤمنی طارم سوری و همکاران (۱۳۹۴) در ازبک کوه طبس، پاینده و همکاران (۱۳۹۵) در تاقدیس کبیر کوه و بسیاری دیگر، از این شاخص ها استفاده کرده اند.

منطقه مورد مطالعه در استان مرکزی قرار گرفته که حوضه ای با حدود ۱۵۰ زیر حوضه است. در این تحقیق، ۵۸ زیر حوضه از زیر حوضه های مربوط به حوضه قره چای انتخاب شده است. معیار انتخاب زیر حوضه ها، گسترش و

1. Ramirez

2. Bull et al.

3. Rockwell et al.

4. Wells et al.

5. Silva et al.

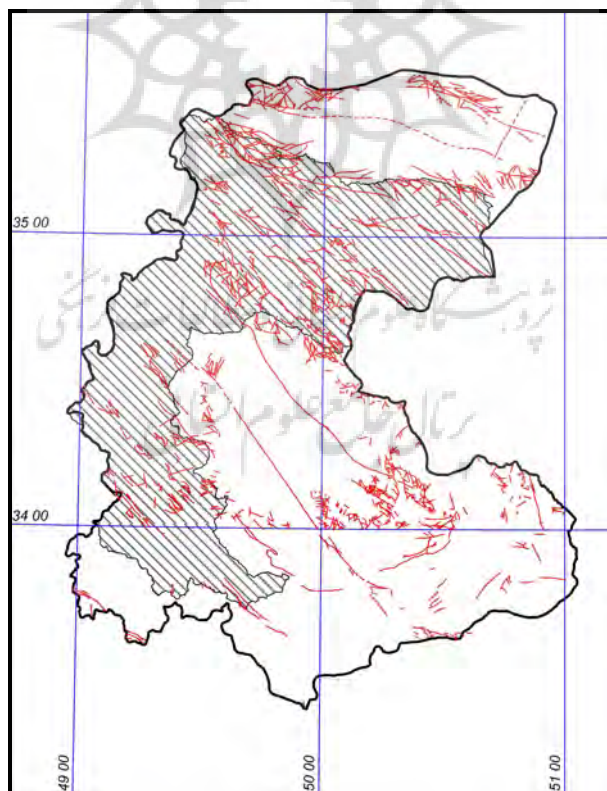
6. Guarnieri et al.

پراکندگی مناسب، نحوه قرارگیری، نبود زیر حوضه مشابه، چگونگی قرار گیری ساختارهای موجود، وضعیت سنگ شناسی گستره، طرح شبکه های آبراهه ای و ... بوده است. مساحت این حوضه در استان حدود ۱۱۲۰۰ کیلومتر مربع و محیط آن ۹۳۰ کیلومتر است.

قسمت جنوبی حوضه قره چای (سرشاخه رودخانه قره چای)، در حاشیه راندگی اصلی زاگرس قرار گرفته، در حالی که نواحی میانی، شمالی و خاوری حوضه در پهنه ایران مرکزی واقع شده است. سنگ شناسی بستر حوضه در نواحی میانی، خاوری و شمالی بیشتر سنگ های آذرین درونی و بیرونی و رسوبات تبخیری است. در مجاورت راندگی اصلی زاگرس هم، سنگ ها بیشتر رسوبی و دگرگونی هستند.

در بین طبقات و لایه ها در نواحی شمال و میانی زیرحوضه، تعداد زیادی شکستگی بزرگ و کوچک وجود دارد که در شکل گیری و بوجود آمدن دشت های نواحی شمال باختری و دره مزلقان مؤثر بوده اند.

برای انجام این پژوهش از تصاویر DEM با دقت ۲۰ متر و نرم افزارهای Arcmap ، Surfer و Excel بهره گرفته شده است.



شکل ۱: موقعیت مکانی حوضه قره چای در استان مرکزی

این زیر حوضه ها، بخش هایی از نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی کشور به نام های ساوه و قم را شامل می شود که بخش هایی از پهنه های ساختاری سنندج سیرجان و تبریز بزمان هستند.

پهنه سنندج - سیرجان باریکه ای از جنوب باختری استان مرکزی را پوشش می دهد که در بلافصل شمال خاوری راندگی اصلی زاگرس قرار دارد. بر خلاف مرز جنوب باختری، که با راندگی اصلی زاگرس مشخص می شود، ارتباط شمال خاوری سنندج - سیرجان با مناطق دیگر ایران مرکزی، به دلیل پوشش گسترده سنگ های ترشیری و کواترنر و نیز دگر شکلی های شدید، به خوبی مشخص نیست.

همخوانی روند ساختاری گسلها و چین خوردگی ها، چیرگی راندگی ها به ویژه الگوی واضح پهنه برخوردی در این منطقه، سبب شده است تا زمین شناسانی مانند فالکن<sup>۱</sup> (۱۹۶۱)، هینز و مک کوییلن<sup>۲</sup> (۱۹۷۴) و علوی (۱۹۹۴)، سنندج - سیرجان را زیر پهنه ای از کوهزاد زاگرس بدانند.

از سوی دیگر، توالی رسوبات، زمین ساخت و جنبایی های ماگمایی و دگرگونی سبب شده تا برخی زمین شناسان، ویژگی های سنندج سیرجان را با مناطق جنبای مرکز و شمال ایران قیاس کرده و آن را زیر پهنه ای از ایران مرکزی بدانند.

پهنه تبریز- بزمان که نواحی مرکزی و شمال خاوری استان مرکزی را زیر پوشش دارد. این بخش از استان مرکزی قسمتی از کمان ماگمایی تبریز- بزمان است که بدلیل داشتن جنبایی آتشفشانی شدید در ترشیر متمایز شده است. افزون بر آن، پلوتونیسیم ترشیر نیز در این گستره اهمیت بالایی دارد.

### روش تحقیق

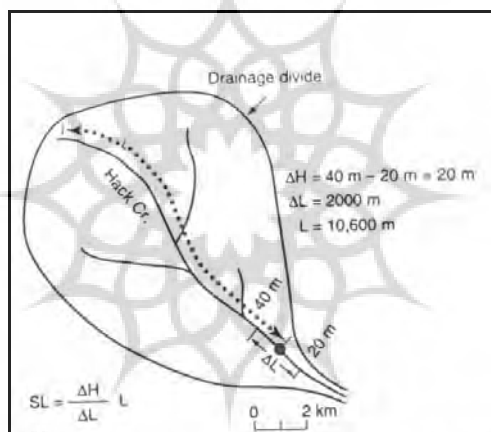
رویدادهای نوزمین ساختی، پیوند تنگاتنگی با شکل گیری و سرگذشت توپوگرافی امروزی دارد. این رویدادها در قالب جنبش های آرام و ناگهانی (زمین لرزه ای) پدیدار می شوند.

آثار جنبش های نوزمین ساختی را می توان در جنبایی ساختارها و لرزه خیزی گستره جستجو کرد. جنبش های لرزه زای امروزی با روشهای دستگامی قابل بررسی هستند، اما بررسی جنبش های آرام و زمین لرزه های گذشته، به گونه ای متفاوت انجام می گیرد. یکی از ابزارهای شناسایی این جنبش ها ریخت شناسی زمین ساختی<sup>۳</sup> است. در این پژوهش، شاخص های آهنگ نشیب رودخانه، نمودارهای هیپسومتری حوضه های زهکشی و عدم تقارن حوضه زهکشی بکار گرفته شده است.

### آهنگ نشیب رود (SL)

1. Falcon  
2. Hinz and Mcquillin  
3. Tectonic Geomorphology

شاخص آهنگ نشیب رود نیز به قدرت رودخانه بستگی دارد. قدرت رود برحسب دبی رود و شیب بستر رود سنجیده می‌شود. زمانی که جنبایی زمین ساختی در پهنه منجر به بالآمدگی شود، شاخص آهنگ نشیب رود تغییر می‌کند. زمانی که سنگ بستر رود مقاوم باشد و یا رود در پهنه‌ای جریان داشته باشد که جنبایی زمین ساختی باعث بالآمدگی در پهنه شده باشد، مقدار عددی شاخص زیاد می‌شود. بنابراین، مقدار زیاد SL در سنگهایی که دارای مقاومت کم هستند (در حالت نسبی)، بیانگر حرکت زمین‌ساختی پویا و جوان است. این شاخص در پهنه‌هایی که از لحاظ مقاومت یکسان هستند، کارایی بیشتری دارد. گاهی اوقات تغییرات شاخص آهنگ رود را در طول یک رودخانه و در یک حوضه بررسی می‌کنند. در این حالت، با بررسی کم و زیاد شدن اندازه عددی شاخص به تغییرات پهنه پی می‌برند (کلر، ۱۹۹۶).



شکل ۲: مواردی که باید در بررسی شاخص آهنگ نشیب رود (SL) اندازه‌گیری شود.

شاخص آهنگ نشیب رودخانه را به سادگی در پهنه‌های مختلف گستره می‌توان محاسبه نمود. این شاخص برابر است با  $SL = (\Delta H / \Delta L)L$  که در آن  $\Delta H$ ، اختلاف بلندی میان دو نقطه گزینش شده است. در مسیر رود  $\Delta L$ ، فاصله میان آن دو نقطه در کانال رودخانه و  $L$ ، درازای کانال رودخانه از نقطه وسط نقاط برگزیده شده تا بلندترین نقطه کانال، در بالادست رود است. نتایج حاصل از تغییرات این شاخص در طول یک رودخانه مهم است:

۱- در حوضه‌هایی که مقدار عددی شاخص SL از بالا دست به سوی پایین دست کاسته شده، آهنگ بالآمدگی در تمام بخش های رودخانه پایین است.

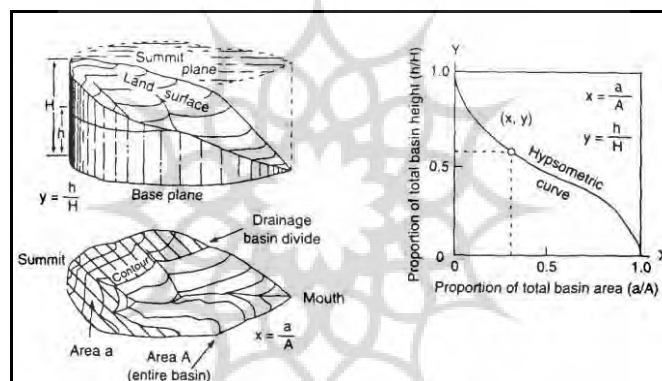
۲- در حوضه‌هایی که مقدار عددی شاخص SL از بالادست به سوی پایین دست با اختلاف های متفاوت و ناگهانی افزایش یافته، آهنگ بالآمدگی زیاد است.

۳- در حوضه‌هایی که تغییرات عددی شاخص SL از بالادست به سوی پایین دست شیب یکنواخت داشته، آهنگ بالآمدگی متوسط است. بعبارت دیگر، میانگین فرسایش و بالآمدگی در تعادل هستند.

۴- آخر اینکه، حوضه‌هایی که مقدار عددی SL در نوسان بوده و کم و زیاد شده، آهنگ بالآمدگی به صورت بخشی زیاد بوده است. بعبارت دیگر بالادست یا پایین دست رود در حال بالآمدگی مستقل است. بسته به اینکه مقدار عددی شاخص SL در کدام بخش رود افزایش ناگهانی پیدا کرده، می توان گفت آن نقطه در حال بالآمدگی ناگهانی یا جنبایی قائم است. بدین ترتیب، این شاخص در دسته‌بندی پهنه‌های گستره از دیدگاه بزرگای نسبی بالآمدگی (جنبایی عمودی) مهم و کارا است.

### منحنی های هیپسومتری (Hi)

منحنی هیپسومتری، پراکندگی بلندی ها را در سطح یک پهنه (در مقیاسی از یک حوزه زهکشی تا سطح کامل یک سیاره) توصیف می کند (استرالر<sup>۱</sup>، ۱۹۶۴). اندازه حوضه ها و اختلاف بلندی در پهنه تأثیری در کیفیت نتایج ندارد.



شکل ۳: چگونگی اندازه گیری متغیرهای هیپسومتری

تصویر ۳ چگونگی اندازه گیری متغیرهای مورد نیاز را نشان می دهد. برای رسم هر منحنی، می بایست نسبت بلندی کل حوضه ( $h/H$ ) در برابر نسبت مساحت کل حوضه ( $a/A$ ) را در یک محور مختصاتی پیاده شود. در این جا،  $A$  مساحت کل حوضه و برابر با جمع مساحت های میان هر دو خط تراز مجاور و  $a$ ، مساحت سطح درون حوضه در بالای هر خط تراز مورد نظر ( $h$ ) است. اندازه مساحت نسبی ( $a/A$ ) همیشه از عدد یک در پایین ترین نقطه حوضه (جایی که  $h/H=1$ ) تا عدد صفر در بلندترین نقطه حوضه ( $h/H=0$ ) تغییر می کند.

برای تبدیل شکل منحنی های هیپسومتری به عدد قابل تفسیر در هر حوضه، از مساحت زیر منحنی آن بهره می گیرند. یک راه ساده برای رسیدن به این سطح، اندازه گیری انتگرال هیپسومتری به کمک بیشترین، کمترین و میانه بلندی در حوضه است. کوتاه اینکه، ارزیابی هیپسومتری، ابزاری توانمند برای جداسازی گستره های بالا آمده از غیر جنبیا است.

$$Hi = (\text{Average elevation} - \text{min elevation} / \text{max elevation} - \text{min elevation})$$

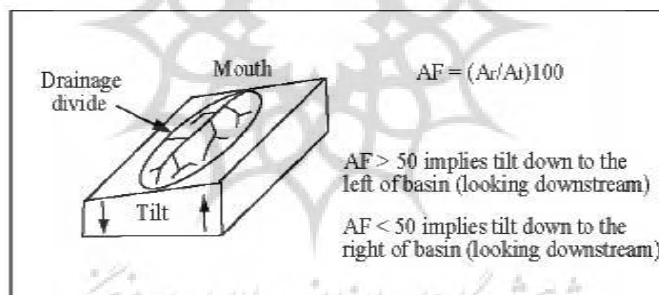
## شاخص عدم تقارن حوضه زهکشی (AF)

این شاخص کج شدگی ناشی از نیروهای زمین ساختی را بیان می کند. شاخص AF یا عدم تقارن حوضه زهکشی با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود. (مولین<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۴)

$$AF=100(Ar/At)$$

در این رابطه AF شاخص عدم تقارن حوضه، Ar مساحت حوضه در برگیرنده آبراهه های فرعی در سمت راست آبراهه اصلی (بر حسب کیلومتر مربع) و At مساحت کل حوضه زهکشی (بر حسب کیلومتر مربع) است (مولین و همکاران، ۲۰۰۳) بایستی توجه داشت که ساحل راست و چپ حوضه را در جهت جریان در نظر می گیرند.

شاخص AF روش مناسبی برای تعیین میزان کج شدگی زمین ساختی است. اگر میزان AF در حدود ۵۰ باشد نشان دهنده این است که حوضه زهکشی کاملاً متقارن است. مقادیر کمتر یا بیشتر از ۵۰ نشان دهنده عدم تقارن است. مقادیر مطلق به دست آمده برای شاخص عدم تقارن از عدد ۵۰ کسر شده اند در نتیجه سه کلاس شاخص تقارن به صورت زیر مشخص شده است.



شکل ۴: نمایش نحوه اندازه گیری شاخص عدم تقارن

- کلاس ۱  $AF > 50$  : کج شدگی شدید (جنبا)  
 کلاس ۲  $50 > AF > 10$  : کج شدگی متوسط (میانه)  
 کلاس ۳  $AF < 10$  : کج شدگی خفیف (ضعیف)

## یافته ها

## شاخص آهنگ نشیب رود

شاخص SL تحت تأثیر قدرت رودخانه، مقاومت سنگ و آب و هوای منطقه است. بر اساس آنچه تشریح گردید، معیار جنبایی افزایش ناگهانی و قابل توجه میزان عددی شاخص از بالادست به پایین دست و یا تغییر ناگهانی بخشی SL است. مقادیر اندازه گیری شده SL برای ۵۸ زیر حوضه قره چای در جدول شماره ۱ آورده شده است.

#### شاخص منحنی هیپسومتری

شاخص هیپسومتری بیانگر توزیع مساحت در بلندی های مختلف است. در این منطقه ۵۸ زیر حوضه مورد بررسی هیپسومتری قرار گرفته و یافته ها در جدول شماره ۲ فهرست شده است.

#### شاخص کج شدگی

یافته های بررسی شاخص کج شدگی AF در جدول شماره ۳ برای ۵۸ زیر حوضه قره چای آورده شده است.

#### جمع بندی شاخص ها (معیار میانگین)

ال حمدونی<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۲۰۰۸ برای داوری جنبایی بالا آمدگی ناحیه سیرانوادا در جنوب اسپانیا، رابطه جدیدی را برای میانگین شاخص ها معرفی کرده اند:

$$Iat^2 = S/N$$

Iat : معیار جنبایی زمین ساختی

S : مجموع کلاس شاخص ها در یک زیرحوضه

N : تعداد شاخص های استفاده شده در هر زیرحوضه

در این تحقیق نیز، معیار میانگین جنبایی زیر حوضه ها در چهار رده دسته بندی شده اند:

- کلاس ۱  $1 < Iat < 1.5$  : بسیار جنبیا

- کلاس ۲  $1.5 < Iat < 2$  : جنبیا

- کلاس ۳  $2 < Iat < 2.5$  : نیمه جنبیا

- کلاس ۴  $Iat > 2.5$  : جنبایی کم

مقادیر اندازه گیری شده معیار جنبایی بالا آمدگی برای ۵۸ زیر حوضه در جدول شماره ۴ خلاصه شده است.

1.El Hamduni

2.Relative tectonic activity indices

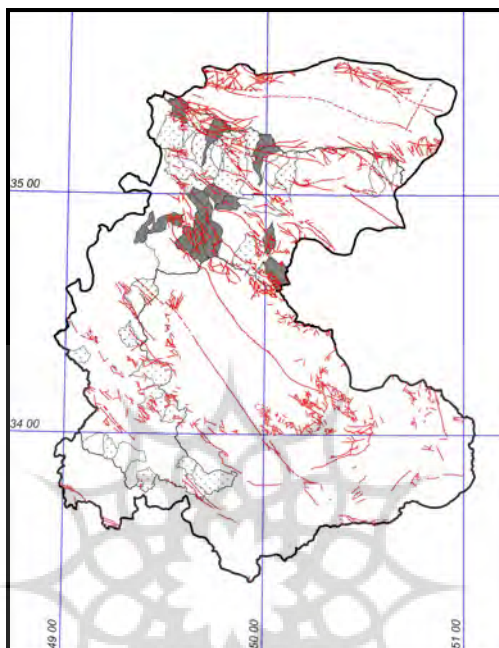


جدول ۱: مقادیر شاخص SL در زیرحوضه های قره چای

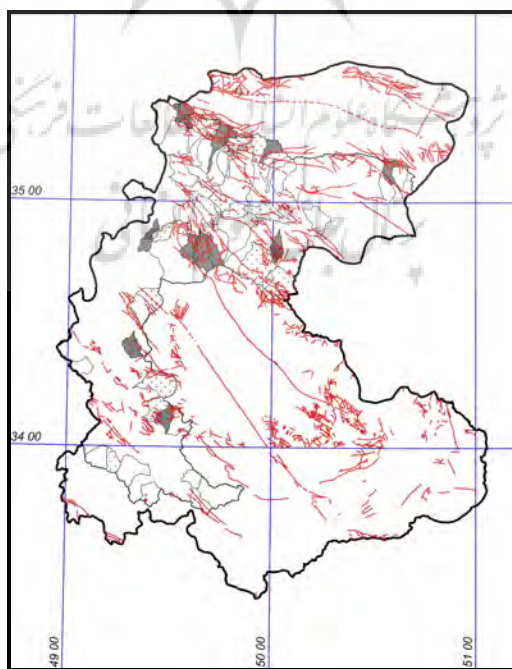
کلاس جنبایی	شاخص SL			زیرحوضه	کلاس جنبایی	شاخص SL			زیرحوضه
	پائین دست	میان دست	بالا دست			پائین دست	میان دست	بالا دست	
۲	۱۷۹/۷۵۹	۳۸۱/۴۶۸	۱۰۶/۶۸۶	۳۰	۲	۱۵۰/۱۰۳	۷۵/۳۲۰	۳۲/۵۸۰	۱
۲	۱۸۷/۴۲۹	۲۰۶/۶۱۶	۱۶۸/۴۰۸	۳۱	۳	۱۵۶/۰۰۷	۳۴۵/۷۹۲	۳۴۵/۰۰۸	۲
۲	۳۱۳/۷۸۷	۲۶۱/۵۸۰	۶۹/۵۳۰	۳۲	۲	۲۹۵/۵۴۶	۵۰۲/۰۱۵	۲۰۶/۰۱۷	۳
۲	۱۷۲/۷۶۴	۲۰۸/۶۰۲	۷۳/۲۷۷	۳۳	۲	۱۰۳/۲۵۵	۶۷/۷۲۶	۳۶/۶۰۱	۴
۲	۴۴۸/۹۵۶	۱۹۴/۸۸۳	۹۲/۳۹۰	۳۴	-	----	----	----	۵
۳	۸۷/۳۰۱	۹۳/۳۷۸	۱۱۲/۶۹۵	۳۵	۱	۳۷۰/۰۵۲	۸۸۱/۶۶۵	۵۷۶/۷۹۵	۶
۲	۱۱۰/۲۲۴	۷۲/۸۶۰	۱۷/۸۹۲	۳۶	۲	۱۸۸/۵۳۱	۲۰۹/۵۷۴	۱۴۵/۷۶۴	۷
۲	۷۳۰/۵۷۱	۲۵۷/۶۱۰	۱۱۷/۸۳۸	۳۷	۲	۱۰۹/۵۳۰	۱۰۶/۳۳۵	۲۱/۸۱۲	۸
۱	۵۴۱/۵۴۷	۳۹۲/۲۶۶	۱۵۸/۱۱۷	۳۸	۳	۴۷/۱۴۳	۳۶۵/۵۳۵	۳۲۵/۲۵۳	۹
۲	۶۶۶/۶۱۰	۲۸۲/۱۷۴	۸۵/۶۵۸	۳۹	۱	۱۲۷۶/۱۶۱	۱۳۳۰/۷۴۲	۷۳/۵۰۵	۱۰
۱	۶۷۵/۷۱۱	۲۵۹/۸۶۴	۲۴۷/۱۸۶	۴۰	۲	۶۲۰/۹۱۷	۴۰۹/۸۰۱	۱۸۹/۷۴۰	۱۱
۱	۷۹۲/۳۵۵	۷۹۵/۰۱۳	۲۰۵/۱۱۷	۴۱	۳	۴۳۵/۸۸۵	۴۵۰/۸۸۹	۱۱۴/۵۶۱	۱۲
۱	۶۲۵/۷۷۱	۶۸۴/۵۳۴	۷۹/۸۵۱	۴۲	۲	۱۶۲/۲۵۱	۱۳۶/۷۰۲	۱۷۵/۲۴۶	۱۳
۳	۴۹۸/۸۵۶	۲۶۵/۵۶۶	۵۹/۵۶۰	۴۳	۳	۴۶/۵۷۰	۵۴/۸۴۴	۲۲/۲۷۹	۱۴
-	----	----	----	۴۴	۲	۵۲۴/۷۴۶	۴۴۷/۸۶۵	۱۰۰/۰۵۴	۱۵
۱	۴۴۶/۱۳۷	۲۲۷۳/۴۶۷	۱۶۵/۵۴۳	۴۵	۲	۱۳۸/۷۳۷	۶۶/۴۴۹	۷۱۳/۵۹۹	۱۶
۱	۱۰۹۹/۲۷۳	۹۴/۰۹۵	۴۱۰/۶۷	۴۶	۱	۳۵۶/۸۶۴	۱۸۴/۴۶۳	۱۳۰/۶۳۵	۱۷
۱	۳۳۱۷/۳۹۲	۷۸۶۲/۵۰۴	۲۸۶/۰۳۹	۴۷	۲	۷۱/۲۱۶	۴۵/۰۶۹	۱۸/۹۳۲	۱۸
-	----	----	----	۴۸	۱	۱۵۵/۳۴۱	۸۴/۵۶۹	۶۴/۰۳۶	۱۹
۳	۶۹۵/۶۲۰	۴۰۹/۸۲۴	۲۹۷/۵۶۲	۴۹	۱	۴۸۶/۶۳۵	۱۸۴/۸۰۶	۲۵/۸۸۵	۲۰
۱	۳۲۶/۹۲۴	۶۸۴/۲۶۷	۱۴۱/۱۸۴	۵۰	۲	۱۶۹/۸۹۹	۱۸۰/۴۷۱	۴۰/۷۹۲	۲۱
۱	۸۰۱۸/۷۲۸	۳۳۲/۲۴۲	۱۶۹/۵۴۴	۵۱	۲	۱۵۴/۹۷۱	۱۵۸/۴۱۳	۳۶/۶۸۴	۲۲
-	----	----	----	۵۲	۲	۱۷۱/۶۸۴	۲۳۱/۱۴۰	۳۲/۴۷۶	۲۳
۱	۹۹۸/۹۲۴	۴۶۲۶/۴۴۲	۸۲/۸۰۴	۵۳	۲	۶۲/۵۶۲	۸۳/۸۰۹	۱۶/۸۱۲	۲۴
۱	۱۳۹۸/۲۸۹	۳۰۴/۹۹۰	۱۳۳/۹۵۴	۵۴	۳	۱۸۸/۶۸۰	۱۴۱/۳۶۹	۵۳/۸۰۰	۲۵
-	----	----	----	۵۵	۲	۱۳۷/۰۵۴	۱۶۰/۵۰۱	۷۶/۸۷۸	۲۶
۳	۱۷۵/۲۸۹	۱۸۷/۵۰۳	۶۷/۴۰۱	۵۶	۳	۱۲۹/۵۵۵	۱۲۳/۱۲۱	۸۵/۳۹۲	۲۷
۳	۱۷۱/۷۱۴	۱۵۴/۰۰۹	۹۷/۸۷۴	۵۷	-	----	----	----	۲۸
۲	۲۶۴/۳۷۰	۱۸۱/۹۶۳	۱۱۸/۳۳۵	۵۸	۲	۱۱۰/۷۸۹	۶۳/۲۳۶	۳۸/۸۱۷	۲۹

جدول ۲: مقادیر شاخص هیپسومتري و کلاس جنبایی در زیرحوضه‌های قره چای

کلاس جنبایی	HI (فرمول)	HI (منحني)	بلندی میانه (متر)	بلندی حداقل (متر)	بلندی حداکثر (متر)	زیرحوضه	کلاس جنبایی	HI (فرمول)	HI (منحني)	بلندی میانه (متر)	بلندی حداقل (متر)	بلندی حداکثر (متر)	زیرحوضه
۳	۰/۲۹	۰/۲۷	۲۱۳۴	۱۹۰۰	۲۲۲۰	۳۰	۲	۰/۴۰	۰/۳۸	۱۸۳۳	۱۶۴۰	۲۱۲۰	۱
۲	۰/۴۵	۰/۴۶	۲۲۵۵	۱۷۸۰	۲۲۸۰	۳۱	۳	۰/۲۸	۰/۲۷	۱۶۲۵	۱۲۶۰	۲۵۸۰	۲
۲	۰/۴۰	۰/۳۹	۲۱۲۷	۱۷۴۰	۲۲۰۰	۳۲	۳	۰/۳۰	۰/۲۹	۱۶۲۴	۱۱۶۰	۲۲۲۰	۳
۳	۰/۳۴	۰/۳۲	۲۰۶۲	۱۸۴۰	۲۵۰۰	۳۳	۲	۰/۳۱	۰/۳۱	۱۸۱۳	۱۳۸۰	۲۲۶۰	۴
۱	۰/۵۰	۰/۴۸	۲۲۰۵	۱۸۲۰	۲۶۰۰	۳۴	۳	۰/۲۸	۰/۲۷	۱۸۲۳	۱۵۸۰	۲۴۴۰	۵
۳	۰/۲۵	۰/۲۶	۱۸۵۱	۱۷۲۰	۲۱۸۰	۳۵	۲	۰/۴۱	۰/۴۰	۱۷۹۹	۱۳۲۰	۲۴۸۰	۶
۲	۰/۴۰	۰/۳۵	۱۸۷۱	۱۷۲۰	۲۱۲۰	۳۶	۳	۰/۲۹	۰/۲۸	۱۸۲۸	۱۶۴۰	۲۲۸۰	۷
۲	۰/۴۰	۰/۳۸	۲۲۷۱	۱۷۸۰	۳۰۶۰	۳۷	۳	۰/۲۴	۰/۲۳	۱۷۶۳	۱۵۰۰	۲۵۸۰	۸
۲	۰/۴۰	۰/۳۸	۲۲۸۱	۱۷۶۰	۳۱۰۰	۳۸	۳	۰/۳۳	۰/۳۲	۱۸۷۲	۱۵۰۰	۲۶۲۰	۹
۲	۰/۴۰	۰/۳۸	۱۹۷۸	۱۳۶۰	۲۹۴۰	۳۹	۱	۰/۵۴	۰/۵۳	۲۰۳۹	۱۶۴۰	۲۲۸۰	۱۰
۱	۰/۶۲	۰/۶۱	۲۰۰۸	۱۴۰۰	۲۳۸۰	۴۰	۲	۰/۴۴	۰/۴۴	۲۰۹۵	۱۵۰۰	۲۸۴۰	۱۱
۱	۰/۵۶	۰/۵۵	۱۸۴۰	۱۱۶۰	۲۳۸۰	۴۱	۳	۰/۳۵	۰/۳۵	۱۸۹۲	۱۳۸۰	۲۸۴۰	۱۲
۱	۰/۵۲	۰/۵۱	۱۸۹۰	۱۴۰۰	۲۳۴۰	۴۲	۳	۰/۲۵	۰/۲۴	۱۹۱۵	۱۶۰۰	۲۸۶۰	۱۳
۳	۰/۳۲	۰/۳۱	۱۹۲۴	۱۵۴۰	۲۲۲۰	۴۳	۳	۰/۱۹	۰/۱۸	۱۹۰۲	۱۶۶۰	۲۹۲۰	۱۴
۲	۰/۴۴	۰/۴۳	۱۶۳۱	۱۱۶۰	۲۲۴۰	۴۴	۲	۰/۴۶	۰/۴۵	۲۰۳۴	۱۶۴۰	۲۵۰۰	۱۵
۲	۰/۴۰	۰/۳۵	۱۸۲۸	۱۴۶۰	۲۴۸۰	۴۵	۳	۰/۳۲	۰/۳۱	۲۰۷۸	۱۷۶۰	۲۷۴۰	۱۶
۳	۰/۳۳	۰/۳۲	۱۶۸۶	۱۳۴۰	۲۳۸۰	۴۶	۱	۰/۵۱	۰/۵۰	۲۳۱۴	۱۶۰۰	۳۰۰۰	۱۷
۱	۰/۵۲	۰/۵۱	۲۲۲۰	۱۷۰۰	۲۲۰۰	۴۷	۳	۰/۲۳	۰/۲۲	۲۰۰۷	۱۷۶۰	۲۸۴۰	۱۸
۳	۰/۲۸	۰/۲۷	۱۵۸۹	۱۲۸۰	۲۳۸۰	۴۸	۱	۰/۵۰	۰/۴۹	۲۴۱۰	۱۹۸۰	۲۸۴۰	۱۹
۲	۰/۴۷	۰/۴۶	۱۷۷۹	۱۱۴۰	۲۵۰۰	۴۹	۱	۰/۵۰	۰/۴۳	۱۸۳۰	۱۴۲۰	۲۲۴۰	۲۰
۲	۰/۴۰	۰/۳۷	۱۹۰۷	۱۵۲۰	۲۵۴۰	۵۰	۳	۰/۲۵	۰/۲۴	۲۲۲۲	۲۰۶۰	۳۱۰۰	۲۱
۳	۰/۳۵	۰/۳۴	۱۷۵۶	۱۳۸۰	۲۴۶۰	۵۱	۳	۰/۲۱	۰/۲۰	۲۳۱۳	۲۰۴۰	۳۳۶۰	۲۲
۳	۰/۳۰	۰/۲۸	۲۰۸۰	۱۷۲۰	۲۹۴۰	۵۲	۳	۰/۲۸	۰/۲۷	۲۳۴۳	۲۰۶۰	۳۰۸۰	۲۳
۲	۰/۴۰	۰/۳۶	۱۶۹۲	۱۴۲۰	۲۱۴۰	۵۳	۳	۰/۲۴	۰/۲۳	۲۲۲۸	۱۸۹۰	۳۰۰۰	۲۴
۲	۰/۴۱	۰/۴۰	۲۰۳۲	۱۵۲۰	۲۲۶۰	۵۴	۳	۰/۲۸	۰/۲۸	۲۲۴۷	۱۹۰۰	۳۱۲۰	۲۵
۳	۰/۱۶	۰/۱۵	۱۱۳۱	۱۰۰۰	۱۸۲۰	۵۵	۲	۰/۴۰	۰/۳۳	۲۱۴۹	۱۹۴۰	۲۱۵۰	۲۶
۳	۰/۳۱	۰/۲۹	۱۰۷۰	۹۴۰	۱۳۶۰	۵۶	۳	۰/۲۷	۰/۲۶	۲۱۵۸	۱۹۴۰	۲۷۴۰	۲۷
۳	۰/۳۸	۰/۳۶	۱۲۱۹	۱۰۲۰	۱۵۴۰	۵۷	۳	۰/۲۲	۰/۲۰	۱۸۶۱	۱۸۴۰	۲۴۰۰	۲۸
۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۱۳۰۷	۱۳۰۷	۱۵۶۰	۵۸	۳	۰/۲۴	۰/۲۲	۲۰۴۰	۱۹۰۰	۲۵۰۰	۲۹



شکل ۵: نقشه حوضه قره چای و پراکندگی پهنه ها از دیدگاه جنبایی (شاخص SL)



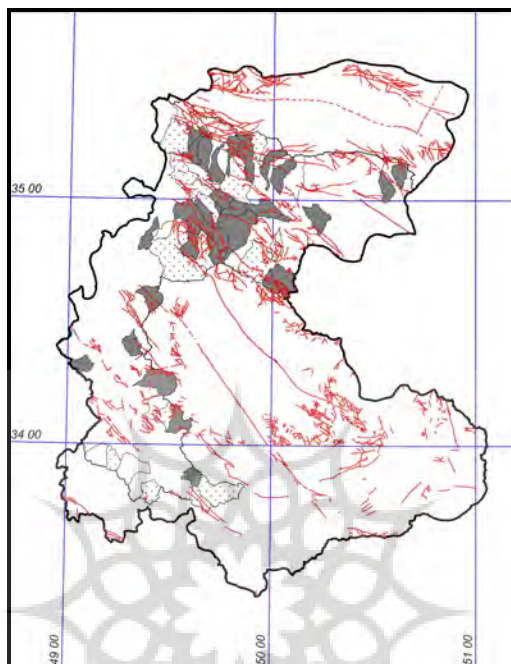
شکل ۶: نقشه حوضه قره چای و پراکندگی پهنه ها از دیدگاه جنبایی (شاخص هیپسومتری)

جدول ۳: مقادیر شاخص AF و کلاس جنبایی در زیرحوضه‌های قره چای (مساحت ها کیلومتر مربع)

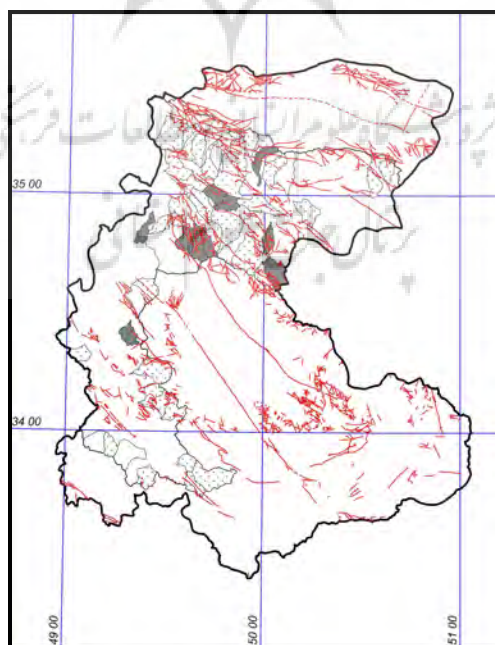
کلاس جنبایی	شاخص AF	مساحت کل	مساحت سمت راست	شماره زیرحوضه	کلاس جنبایی	شاخص AF	مساحت کل	مساحت سمت راست	شماره زیرحوضه
۲	۵۷/۰۸	۵۴/۴۴	۳۱/۰۷	۳۰	۲	۵۹/۵۶	۶۳/۸۷	۳۸/۰۴	۱
۳	۴۶/۳۱	۶۹/۳۰	۳۲/۰۹	۳۱	۱	۶۲/۸۸	۸۶/۶۰	۵۴/۴۶	۲
۱	۳۹/۹۹	۱۳۷/۷۸	۵۵/۰۹	۳۲	۳	۵۲/۴۹	۱۱۰/۶۴	۵۸/۰۸	۳
۱	۶۱/۷۵	۵۲/۸۶	۳۲/۶۴	۳۳	۲	۵۹/۳۸	۱۸۰/۶۶	۱۰۷/۲۷	۴
۱	۶۰/۰۸	۵۸/۸۸	۳۵/۳۸	۳۴	۳	۴۶/۰۰	۷۴/۵۴	۳۴/۲۹	۵
۳	۵۴/۳۵	۷۵/۹۱	۴۱/۱۸	۳۵	۱	۷۳/۹۴	۶۵/۴۱	۴۸/۳۶	۶
۱	۶۲/۱۲	۷۸/۲۷	۴۸/۶۲	۳۶	۲	۵۶/۶۵	۱۰۵/۶۳	۵۹/۸۴	۷
۱	۳۰/۸۱	۴۳/۶۲	۱۳/۴۴	۳۷	۱	۳۲/۱۱	۶۷/۶۷	۲۱/۷۳	۸
۱	۸۲/۰۸	۱۰۳/۷۱	۸۵/۱۳	۳۸	۳	۴۵/۲۲	۵۰/۹۶	۲۳/۰۴	۹
۲	۴۱/۰۹	۱۸۹/۸۱	۷۸/۰۰	۳۹	۳	۴۶/۳۹	۴۹/۳۵	۲۲/۸۹	۱۰
۱	۳۸/۶۵	۵۵/۴۰	۲۱/۴۱	۴۰	۱	۶۵/۷۶	۵۶/۶۵	۳۷/۲۵	۱۱
۲	۵۹/۳۲	۵۰/۹۴	۳۰/۲۲	۴۱	۱	۶۱/۶۷	۱۰۶/۴۷	۶۵/۶۵	۱۲
۲	۴۴/۳۵	۸۲/۶۶	۳۶/۶۶	۴۲	۱	۲۰/۵۶	۷۸/۲۶	۱۶/۰۹	۱۳
۲	۴۰/۸۸	۳۴/۰۴۶	۱۳۹/۲۰	۴۳	۱	۳۵/۲۸	۵۴/۵۲	۱۹/۲۳	۱۴
۳	۵۱/۳۷	۱۲۵/۹۵	۶۴/۷۰	۴۴	۲	۵۸/۸۷	۶۰/۰۱	۳۵/۳۳	۱۵
۳	۴۵/۳۸	۷۵/۵۹	۳۴/۳۰	۴۵	۱	۲۱/۰۰	۴۰/۵۳	۸/۵۱	۱۶
۱	۶۷/۶۸	۹۶/۲۹	۶۵/۱۷	۴۶	۳	۴۷/۹۰	۹۰/۸۵	۴۳/۵۲	۱۷
۱	۶۸/۸۰	۵۲/۱۵	۳۵/۸۸	۴۷	۲	۳۸/۱۴	۱۶۰/۱۰	۶۱/۰۶	۱۸
۱	۳۶/۳۴	۲۰۹/۵۲	۷۶/۱۴	۴۸	۳	۴۷/۳۳	۶۸/۱۲	۳۲/۲۴	۱۹
۱	۳۳/۸۹	۹۹/۴۵	۳۳/۷۰	۴۹	۱	۶۸/۷۸	۶۸/۹۷	۴۷/۴۴	۲۰
۱	۷۱/۰۷	۵۵/۰۷	۳۹/۱۴	۵۰	۲	۴۴/۵۰	۵۷/۸۰	۲۵/۷۲	۲۱
۱	۸۸/۰۹	۴۴/۵۱	۳۹/۲۱	۵۱	۲	۵۵/۹۴	۶۹/۱۹	۳۸/۷۰	۲۲
۱	۳۸/۱۷	۱۲۵/۹۴	۴۸/۰۷	۵۲	۳	۵۸/۳۹	۱۵۶/۱۵	۹۱/۱۸	۲۳
۲	۴۰/۹۱	۵۷/۰۷	۲۳/۳۴	۵۳	۱	۸۱/۹۴	۴۸/۰۹	۳۹/۴۱	۲۴
۱	۱۹/۱۷	۶۰/۰۷	۱۱/۵۲	۵۴	۳	۴۸/۱۹	۱۱۸/۶۷	۵۷/۱۹	۲۵
۱	۳۴/۳۳	۸۷/۹۳	۳۰/۱۹	۵۵	۲	۵۵/۵۶	۵۲/۱۵	۲۸/۹۸	۲۶
۱	۲۰/۳۸	۶۰/۴۲	۱۸/۳۵	۵۶	۳	۵۲/۵۵	۷۶/۶۸	۴۰/۲۹	۲۷
۱	۶۰/۳۸	۵۲/۱۹	۳۱/۵۱	۵۷	۱	۷۴/۵۷	۴۳/۹۲	۳۲/۷۵	۲۸
۳	۵۲/۲۹	۴۹/۶۶	۲۵/۹۷	۵۸	۱	۶۳/۱۸	۷۶/۰۴	۴۸/۰۴	۲۹

جدول ۴: معیار جنبایی بالا آمدگی در زیرحوضه های قره چای

میانگین معیار	وضعیت SL	وضعیت AF	وضعیت HI	زیرحوضه	میانگین معیار	وضعیت SL	وضعیت AF	وضعیت HI	زیرحوضه
۲.۳	۲	۲	۲	۳۰	۲.۰	۲	۲	۲	۱
۲.۳	۲	۳	۲	۳۱	۲.۳	۲	۱	۲	۲
۱.۷	۲	۱	۲	۳۲	۲.۷	۲	۲	۲	۳
۲.۰	۲	۱	۲	۳۳	۲.۳	۲	۲	۲	۴
۱.۳	۲	۱	۱	۳۴	۳.۰	---	۳	۳	۵
۳.۰	۲	۳	۳	۳۵	۱.۳	۱	۱	۲	۶
۱.۷	۲	۱	۲	۳۶	۲.۳	۲	۲	۲	۷
۱.۷	۲	۱	۲	۳۷	۲.۰	۲	۱	۲	۸
۱.۳	۱	۱	۲	۳۸	۳.۰	۳	۳	۳	۹
۲.۰	۲	۲	۲	۳۹	۱.۷	۱	۲	۱	۱۰
۱.۰	۱	۱	۱	۴۰	۱.۷	۲	۱	۲	۱۱
۱.۳	۱	۲	۱	۴۱	۲.۳	۳	۱	۲	۱۲
۱.۳	۱	۲	۱	۴۲	۲.۰	۲	۱	۲	۱۳
۲.۷	۳	۲	۳	۴۳	۲.۳	۳	۱	۳	۱۴
۲.۵	---	۳	۲	۴۴	۲.۰	۲	۲	۲	۱۵
۲.۰	۱	۳	۲	۴۵	۲.۰	۲	۱	۳	۱۶
۱.۷	۱	۱	۳	۴۶	۱.۷	۱	۳	۱	۱۷
۱.۰	۱	۱	۱	۴۷	۲.۳	۲	۲	۳	۱۸
۲.۰	---	۱	۳	۴۸	۱.۷	۱	۳	۱	۱۹
۲.۰	۳	۱	۲	۴۹	۱.۰	۱	۱	۱	۲۰
۱.۳	۱	۱	۲	۵۰	۲.۳	۲	۲	۳	۲۱
۱.۷	۱	۱	۳	۵۱	۲.۳	۲	۲	۳	۲۲
۲.۰	---	۱	۳	۵۲	۲.۳	۲	۲	۳	۲۳
۱.۷	۱	۲	۲	۵۳	۲.۰	۲	۱	۳	۲۴
۱.۳	۱	۱	۲	۵۴	۳.۰	۳	۳	۳	۲۵
۲.۰	---	۱	۳	۵۵	۲.۰	۲	۲	۲	۲۶
۲.۳	۳	۱	۳	۵۶	۳.۰	۳	۳	۳	۲۷
۲.۳	۳	۱	۳	۵۷	۲.۰	---	۱	۳	۲۸
۲.۰	۲	۳	۱	۵۸	۲.۰	۲	۱	۳	۲۹



شکل ۷: نقشه حوضه قره چای و پراکندگی پهنه ها از دیدگاه جنبایی (شاخص AF)



شکل ۸: نقشه حوضه قره چای و معیار جنبایی بالا آمدگی (جنبایی میانگین حوضه)

### بحث

قرارگیری فلات ایران در محل تلاقی ورقه های عربی، هند و اوراسیا منجر به پیچیدگی زمین ساختی و شکل گیری چین ها و گسل ها در بخش های مختلف ایران همراه با لرزه خیزی زیاد شده است. نبود پیشینه لرزه خیزی در استان مرکزی می تواند نشانگر دوره بازگشت طولانی آنها باشد. مشابه این وضعیت در منطقه طبرس و بم نیز رخ داده و زمین لرزه هایی با خسارت های فراوان شکل گرفته است.

در حوضه قره چای سعی شده با انطباق رسوبات جوان کواترنر، شکستگی ها و گسل های موجود در این رسوبات و محاسبه شاخص های زمین ریخت سنجی بتوان ارتباطی یافت و پهنه هایی که دارای بالآمدگی پیوسته امروزی هستند را معرفی کرد.

به رغم اهمیت و دقت زیاد این شاخص های زمین ریخت سنجی، فرآیندهای درونی و بیرونی زمین دربردارنده ی پیامدهای متفاوتی در زمان و مکان داشته است و به همین رو، باید در نظر داشت که الگوی ساختاری، تحولات زمین ساختی، شرایط رسوبی ایران در دوره های گوناگون زمین شناختی، متحمل تغییر بوده و پیچیدگی های خاصی دارد.

علاوه بر این، نبود بالآمدگی در یک گستره نمی تواند تأیید کننده نبود جنبایی در آن پهنه باشد. بسیاری از شکستگی ها و گسله های ایران بخصوص در زاگرس و استان مرکزی گسله های راستالغز هستند. بعبارت دیگر، درعین حال که بالآمدگی در آنها دیده نمی شود، جنبایی راستالغز و توان لرزه زایی نسبتاً بالایی دارند که شناسایی این توان، نیازمند بکارگیری روش هایی بجز شاخص های زمین ریخت متری است.

در مجموع، انطباق گسله ها، پهنه های جنبا و رسوبات جوان کواترنری بیانگر آن است که پهنه های گسلی ایندس- غرق آباد-کوشک نصرت، گسل های صالح آباد- یل آباد، گسل تفرش و گسل تلخاب از دیدگاه بالا آمدگی جنبا بوده و انتظار رخداد لرزه ای در آن پهنه ها وجود دارد.

### نتیجه گیری

با توجه به بررسی های زمین ریخت سنجی و نقشه پراکندگی گسله ها (تصویر ۹)، می توان نتایج را در بندهای زیر خلاصه کرد:

۱- وجود گسله های فراوان که برخی از آنها کواترنر و جوان هستند، حاکی از بالا بودن توان لرزه زایی آنها و جنبایی گستره است.

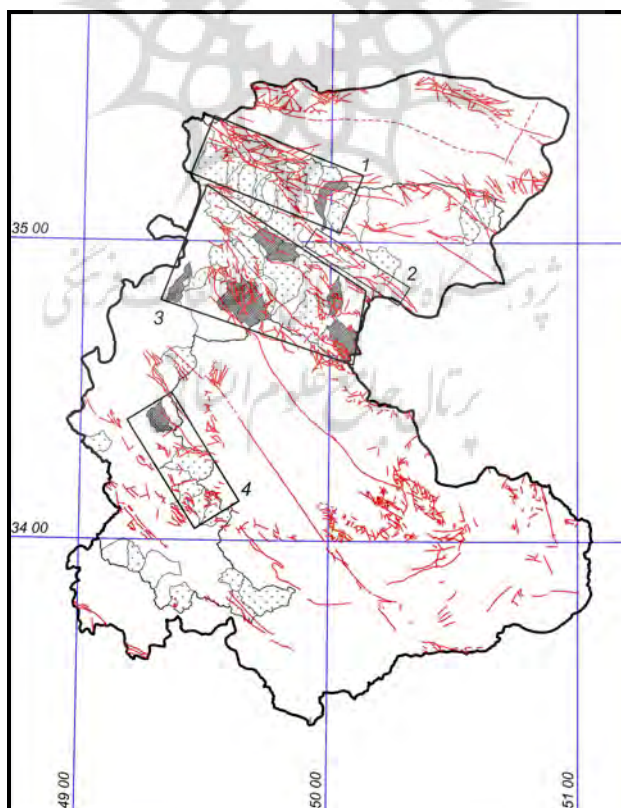
۲- انطباق رده های مختلف معیار جنبایی زمین ساختی در حوضه قره چای و پراکندگی شکستگی ها و گسله ها در این بخش نشانگر آن است که زیر پهنه های باختر و شمال باختر ساوه شامل غرق آباد، مقصودآباد، نوبران و جنوب رازقان با شکستگی های موجود در آن مناطق منجمله گسل غرق آباد، تلخاب و امامزاده جزو زون گسلی ایندس و کوشک نصرت ارتباط دارد؛ به گونه ای که این مناطق در حال بالآمدگی پیوسته امروزی هستند.

ضمن اینکه وجود رسوبات کواترنر در این منطقه و بریده شدن آن‌ها توسط شکستگی‌ها و گسلها، قطعیت ادعای جنبایی این گستره‌ها را دوچندان کرده است. بعبارت دیگر، با توجه به جنبایی جوان پهنه‌های گسل خورده مذکور احتمال رخداد زمین لرزه‌های بزرگ آتی زیاد است (پهنه ۱ تصویر ۹).

۳- شکستگی‌های مناطق جنوب صالح آباد و یل آباد در دره رودخانه ای مزدقان چای نیز بالآمدگی نسبی را نشان می‌دهد. (پهنه ۲ تصویر ۹).

۴- با توجه به معیار میانگین فعالیت‌های بالا آمدگی و وجود گسل جنبای تفرش در مناطق شمال، باختر و شمال باختر تفرش (فشک، جغتان، وفس، خنجین و کوه توفنده) حرکت‌های عمودی به شکل بالآمدگی اثبات شده است. در این پهنه، تمرکز پهنه‌های بسیار جنبای زیاد بوده است. وقوع فوج لرزه‌های متوسط مقیاس زمستان ۱۳۹۰ در حوالی این گستره تایید کننده جنبایی گزارش شده است (پهنه ۳ تصویر ۹).

۵- پهنه ۴ تصویر ۹ در باختر و شمال باختر شهر اراک انطباق بالآمدگی‌های عمودی مناطق مرزیجران، جاورسیان و خنداب با گسل تبرته و کوت آباد را نشان داده است. شواهد زمین‌شناسی، گسل تبرته و کوت آباد را جزو گسل‌های جنبای این منطقه معرفی کرده است.



شکل ۹: نقشه وضعیت جنبایی و پراکندگی گسل‌های منطقه



- ۶- به صورت پراکنده در قسمت های مختلف حوضه قره چای، بخش های در حال بالآمدگی شناسایی شده که دلیل کوچکی پهنه ها، اهمیتی با اولویت دوم دارند(مانند حوضه های شمال باختر قورچی باشی).
- ۷- با توجه به شاخص میانگین جنبایی بالا آمدگی، نواحی خاور و شمال استان مرکزی حوالی شهر های آشتیان، تفرش، فراهان و ساوه جنبایی بالایی داشته و نیازمند برنامه ریزی ویژه در استان مرکزی هستند.
- ۸- گسل های مهم دیگری نیز در حوضه وجود دارد (بخش های جنوبی حوضه قره چای) اما شاخص ها در آن پهنه ها جنبایی عمودی نشان نمی دهند. حرکت غالب این گسلها می تواند به صورت حرکت راستالغز باشد. بعبارت دیگر، با توجه به اینکه این شاخص ها وضعیت بالآمدگی و فرسایش را می سنجند، جنبایی امتداد لغز گسلها را نشان نمی دهند. نزدیکی این مناطق به پهنه های زاگرس و دور شدن از پهنه سنندج- سیرجان، تأیید کننده حرکت های قالب امتداد لغز در این گستره است.

## منابع

- خیام، م؛ مختاری، د. ۱۳۸۲. ارزیابی عملکرد فعالیت های تکتونیکی بر اساس مرفولوژی مخروط افکنه ها (مورد نمونه : مخروط افکنه های دامنه شمالی میشوداغ). پژوهش های جغرافیایی، دوره ۳۵، شماره ۴۴، صص ۱۰-۱.
- مددی، ع، رضایی مقدم، م.ح، و روحانی، ع، ۱۳۸۳، تحلیل فعالیت های نئوتکتونیک با استفاده از روش های ژئومورفولوژی در دامنه های شمال باختری تالش (باغروداغ)، مجله پژوهش های جغرافیایی، شماره ۴۸، صص ۱۳۸-۱۲۳.
- گورابی، ا.، ۱۳۸۴، شواهد ژئومورفولوژیکی تکتونیک فعال حوزه آبخیز درکه، مجله پژوهش های جغرافیایی، شماره ۶، صص ۱۷۷-۱۹۶.
- وحدتی دانشمند، ب.، قاسمی، م. ر.، قرشی، م. و حقی پور، ن. ۱۳۸۵. نوزمین ساخت سپیدرود و دشت گیلان، مجله علوم زمین، شماره ۶۵، صص ۲۵-۱۲.
- یمانی، م، ابراهیم، م، علیرضا ت.، ۱۳۸۵، ارزیابی تأثیرات نو زمین ساخت فعال در دامنه های کرکس با استفاده از روش های ژئومورفولوژی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره مقاله ۷۲۶.
- شفیعی بافتی، ا.، پورکرمانی، م، شاهپسند زاده، م.، ایرانمنش، ف.، ۱۳۸۸، ریخت زمین ساخت و ارزیابی فعالیت گسل کوهبنان از طریق محاسبه شاخص های زمین ریختی، فصلنامه جغرافیای طبیعی، شماره ۳، صص ۵۷-۴۳.
- علائی طالقانی، م.، رحیم زاده، ز.، رضا پور، ع.، ۱۳۹۲، ارزیابی نقش تکتونیک فعال در مورفولوژی کانال های جریانی حوضه بالادست الوند، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۵، صص ۱-۱۸.
- رضائی مقدم، م.ح، خیری زاده، م.، سرافروزه، س.، ۱۳۹۲، ارزیابی تکتونیک فعال در دامنه جنوبی میشوداغ، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۷، صص ۱۵۸-۱۴۱.
- عزتی، م.، آق آتابای، م.، ۱۳۹۳، تحلیل زمین ساخت فعال حوضه ی بجنورد با کمک شاخص های مورفوتکتونیکی، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۸، صص ۱۳۰-۱۴۴.
- مؤمنی طارم سری، م.، ده بزرگی، م.، یساقی، ع.، نوزعیم، ر.، ۱۳۹۴، ارزیابی تکتونیک فعال ازبک کوه در شمال طبس، ایران مرکزی، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۱۵، صص ۶۹-۵۰.

پاینده، ز.، ثروتی، م.، شفیع، ف.، ۱۳۹۵. ارزیابی فعالیت‌های نوزمین‌ساختی با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک (مطالعه موردی: شمال غرب تاقدیس کبیرکوه)، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۱۶، صص ۱۱۸-۱۰۴.

Falcon, N.L. 1961. Major Earth flexuring in the Zagros Mountains of southwest Iran. Quarterly Journal of the Geophysical Society, Vol. 117, No. 4, PP. 367-376.

Strahler, A. N., 1964, Quantitative geomorphology of basins and channel networks", In: Chow, V.T. (Ed.), Handbook of Applied Hydrology. McGraw-Hill Book Company, New York, PP.62-79.

Haynes, S.J. and H. McQuillan 1974. Evolution of the Zagros suture zone, southern Iran. Geological Society of America Bulletin, Vol. 85, PP. 739-744.

Bull W.B., and 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.

Rockwell T.K., Keller E.A., Johnson D.L., 1985, Tectonic geomorphology of alluvial fans and mountain fronts near Ventura, California, In: Morisawa, M. (Ed.), Tectonic Geomorphology, Proceedings of the 15th Annual Geomorphology Symposium. Allen and Unwin Publishers, Boston, MA, pp. 183-207.

Wells, S.G., Bullard, T.F., Menges, C.M., Drake, P.G., Karas, P.A., Kelson, K.I., Ritter, J.B., Wesling J.R., 1988, Regional Variations in Tectonic Geomorphology along Segmented Convergent Plate Boundary, Pacific Coast of Costa Rica, Geomorphology, Vol. 1, No. 3, PP. 239-265.

Alavi, M., 1994. Tectonics of the Zagros orogenic belt of Iran: new data and interpretations Tectonophysics Vol. 229, PP. 211-23.

Keller, E. A and Pinter, N., 1996, Active Tectonics: Earthquakes, Uplift and Landscapes, Prentice Hall, New Jersey.

Ramirez-Herrera, M.T. 1998. Geomorphic Assessment of Active Tectonics in the Acambaygraben, Mexican Volcanic Belt. Earth Surface Processes and Land forms, Vol. 23

Silva P.G., Goy J.L., Zazo C., Bardajm T., 2003, Fault generated mountain fronts in Southeast Spain: geomorphologic assessment of tectonic and earthquake activity, Geomorphology, No.250, pp. 203-226.

Molin, P., Pazzaglia, F. J., Dramis, F., 2004, Geomorphic Expression of Active Tectonics in a Rapidly-Deforming Forearc, Sila Massif, Calabria, Southern Italy, American Journal of Science, Vol. 304, No. 7, PP. 559-589.

El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernandez, T., Chacon, J., Keller, E.A., 2008, Assessment of Relative Active Tectonics, Southwest Border of the Sierra Nevada (Southern Spain), Geomorphology, No. 1-2, Vol. 96, PP. 150-173.

Guarnieri, P., Pirrotta, C., 2008, The Response of Drainage Basins to the Late Quaternary Tectonics in the Sicilian Side of the Messina Strait (NE Sicily), Geomorphology, Vol. 95, No. 3-4, PP. 260-273.

## Young vertical movements in Qara-Chai basin (Markazi province)

Hadi Tabassi\*<sup>1</sup>, Abolfazl Najimi<sup>2</sup>

1- Assistant Professor in Geology Department, Faculty of Science, Islamic Azad University, Damavand Branch, Iran

Email: haditabassi@gmail.com

2- M.A., Watershed Research Section, Agriculture and Natural Resources Research Center, Markazi Province

Received: **By Journal**

Accepted: **By Journal**

### Abstract

Identification of active geological structures can make a lot of help to identify seismic zones. There are several ways to study and identify structures. Accordingly, the horizontal and vertical movements can be detected in the area. In order to identify the intensity of vertical movement on the part of the Markazi province, morphometric indices in Qara-chai watershed have been studied. Qara-Chai basin, following of Zagros and Central Iran Tectonics. In this study, topographic data, geological maps and geological information were scrutinised qualitative and quantitative. These data along with the streams data in the basin of choice, utilises various specialised software's are analysed. There are many faults, some of which quaternary, and are young, it is a sign of high seismic potential range. Young Quaternary sediments, fractures and faults compliance and various geo-morphometry indices surveys to indicate Indes and Koshke-Nosrat fault zone in west, south Saleh-abad and Yal-abad faults, Tafresh fault in north, North West and west of Tafresh city and Talkhab fault in North West of Arak from the perspective of uplift, are active and relatively high seismic potential. According to the relative tectonic activity indices of East and North Markazi province around Ashtian, Tafresh, Farahan and Saveh cities have high tectonic activity. These cities require special planning in the Markazi province. Undoubtedly, geo-morphometry is not everything in mobility of Qara-Chai basin. Some fault zone has a strike-slip motion, which requires the use of methods other than geo-morphometric indices.

**Key words:** Vertical Movement, Geomorphometry Indices, Qara-Chai Basin, Markazi Province.