

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۷، تابستان ۱۳۹۲

وصول مقاله: ۱۳۹۱/۷/۱۷

تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۳/۱۱

صفحات: ۵۰ - ۳۵

ارزیابی نسبی فعالیت‌های زمین‌ساختی بخش علیای حوضه آبخیز کنگیر (ایوان غرب) با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک

دکتر امیر صفاری^۱، رضا منصوری^۲

چکیده

طی سال‌های اخیر محققان مختلف سعی در کمی نمودن حرکت‌های زمین‌ساختی داشته و شاخص‌های متعددی را با عنوان شاخص‌های ژئومورفیک ارائه نموده‌اند. استفاده از این شاخص‌ها، امکان تحلیل مناسب از وضعیت تحول شبکه زهکشی و تغییرات جبهه کوهستان بر اثر فعالیت‌های زمین‌ساختی را فراهم می‌کند. حوضه آبخیز کنگیر (ایوان غرب) در مختصات طول جغرافیایی ۴۶°۱۷'۱۱" تا ۴۶°۲۷'۳۵" شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳°۴۱'۱۴" تا ۳۳°۵۰'۵۷" شمالی و با مساحت ۱۲۲/۷۱ کیلومتر مربع در جنوب خاوری شهر ایوان غرب (شمال استان ایلام) قرار دارد. تنها زهکش اصلی این حوضه، رودخانه کنگیر است که تمام دشت ایوان غرب را زهکشی می‌کند. هدف اصلی این مقاله، ارزیابی نسبی وضعیت زمین‌ساخت فعال این حوضه از طریق بررسی و محاسبه شاخص‌های ژئومورفیک Af, Vf, SI, Bs, Fd, Eu, Smf, Fmf می‌باشد. بدین منظور از نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی، تصاویر ماهواره‌ای و سامانه اطلاعات جغرافیایی در قالب نرم‌افزار Arc GIS 10 و همچنین بازدیدهای متعدد صحرایی از لندفرم‌ها، استفاده شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که حوضه آبخیز کنگیر دارای وضعیت زمین‌ساختی نسبتاً فعالی است؛ به بیان دقیق‌تر این حوضه بر اساس شاخص‌های Af, Vf, SI, Fd, Eu, Smf و Fmf در کلاس یک قرار می‌گیرد. مقادیر کمی شاخص‌های محاسبه شده با شواهد ژئومورفولوژی موجود در منطقه مانند وجود دره‌های ژرف و V شکل، پرتگاه‌های گسلی، سطوح مثلثی شکل، بریدگی کم جبهه کوهستان، کج شدگی زهکش اصلی و عدم تشکیل کوهپایه مطابقت می‌کند.

کلید واژگان: ایوان غرب، حوضه آبخیز کنگیر، زمین‌ساخت، شاخص‌های ژئومورفیک، شواهد ژئومورفولوژی.

بررسی ساختمان‌ها و لندفرم‌ها در طول تاریخ پیدایش آنها موضوع دانش زمین‌ساخت ژئومورفولوژی^۱ می‌باشد (استانلی و همکاران^۲، ۲۰۰۰). امروزه ثابت شده که این دانش کاربرد مؤثری در دانش ژئومورفولوژی دارد. طی سال‌های اخیر پژوهشگران مختلف سعی در کمی نمودن حرکت‌های زمین‌ساختی داشته و شاخص‌های متعددی را با عنوان شاخص‌های مورفومتریک یا شاخص‌های ریخت‌سنجی^۳ ارائه نموده‌اند (سلیمانی، ۱۳۷۸). استفاده هم‌زمان از شاخص‌های مذکور، این امکان را فراهم می‌کند تا درک و تحلیل درستی از وضعیت تحول شبکه زهکشی و تغییرات جبهه کوهستان بر اثر فعالیت‌های نو زمین‌ساختی در یک منطقه داشته باشیم (همدونی و همکاران^۴، ۲۰۰۸). بسیاری از اشکال ژئومورفولوژیکی نیز در برابر حرکت‌های زمین‌ساختی فعال بسیار حساس هستند و هم‌زمان با آن تغییر می‌کنند (مددی و همکاران، ۱۳۸۳). از مهم‌ترین ویژگی‌ها و محاسن استفاده از شاخص‌های مورفومتریک می‌توان به سادگی نسبی در روش محاسبه، سرعت عمل بالا در به کارگیری شاخص‌ها برای بررسی میزان فعالیت‌های تکتونیکی مناطق بویژه مناطق بزرگ، تعیین درجه نسبی فعالیت‌های تکتونیکی در زمان کوتاه، آسان‌تر کردن مقایسه منطقی و معقول لندفرم‌ها در مطالعات ژئومورفولوژی، تعیین نرخ لغزش بویژه نرخ فرایش بر روی مناطق مورد مطالعه و به حداقل رساندن سلايق و نظرات شخصی در مطالعات اشاره کرد (حبیب الهیان و رامشت، ۱۳۹۱). شاخص‌های ژئومورفیک علاوه بر زمین‌ساخت، تحت تأثیر جنس زمین و آب و هوای منطقه نیز هستند (همدونی و همکاران، ۲۰۰۸).

با توجه به اهمیت و نقشی که فعالیت‌های زمین‌ساختی فعال بر چشم‌اندازها و لندفرم‌ها دارند، پژوهشگران داخلی و خارجی متعددی به ارزیابی نقش این‌گونه فعالیت‌ها در مناطق مختلف جهان پرداخته‌اند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

کرمی (۱۳۸۸) با محاسبه برخی از شاخص‌های ژئومورفیک به بررسی تحول کواترنری فعالیت‌های تکتونیکی در حوضه زهکشی سعیدآبادچای پرداخته و این فعالیت‌ها را مورد ارزیابی قرار داده است. میرزایی (۱۹۷۷) در مطالعه خود لرزه‌خیزترین منطقه ایران را منطقه زاگرس معرفی کرده و عقیده دارد که بیش از ۵۰ درصد زمین‌لرزه‌های ثبت شده توسط شبکه جهانی در ایران در گستره زاگرس رخ داده است. در این بررسی زمین‌ساخت فعال بیانگر حرکت‌های جوان‌ترین دوره زمانی یعنی کواترنر و بخصوص دوره هولوسن و زمان حال معرفی شده است. گورابی و نوحه‌گر (۱۳۸۶) به بررسی شواهد ژئومورفولوژیکی تکتونیک فعال حوضه آبخیز درکه با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک پرداختند و دریافتند که این حوضه یکی از مناطق فعال تکتونیکی می‌باشد. خاوری (۱۳۸۹) نیز به بررسی زمین‌ساخت فعال نسبی حوضه کرج بر اساس شاخص‌های مذکور پرداخت و نتایج این بررسی در نهایت به عنوان شاخص زمین‌ساخت فعال نسبی (Iat) محاسبه و در چهار رده شامل مناطق خیلی فعال تا مناطق با فعالیت کم تقسیم بندی شد که نشان دهنده فعال بودن حوضه این رودخانه بوده است. مقیمی (۲۰۰۹) به مطالعه تأثیرات فعالیت‌های زمین‌ساختی فعال بر روی حوضه آبریز لوت پرداخته و با استناد به شاخص‌های مختلف ژئومورفیک به این نتیجه رسیده است که فعالیت‌های زمین‌ساختی رخ داده در این منطقه، جوان هستند. مقصودی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه خود به بررسی وضعیت تکتونیک فعال در حوضه آبخیز کفرآور با استفاده از شاخص‌های

¹ - Tectonic Geomorphology

² - Stanley et al.

³ - Morphometric Indexes

⁴ - Hamdouni et al.

شهر ایوان غرب (شمال استان ایلام) قرار دارد. این حوضه در مختصات طول جغرافیایی $۴۶^{\circ}۱۷'۱۱''$ تا $۴۶^{\circ}۲۷'۳۵''$ شرقی و عرض جغرافیایی $۳۳^{\circ}۴۱'۱۴''$ تا $۳۳^{\circ}۵۰'۵۷''$ شمالی قرار گرفته است (شکل ۱، الف). تنها زهکش دائمی و اصلی این حوضه، رودخانه کنگیر است که سرچشمه آن در شهر سراب ایوان یعنی در شمال تونل رنو - تقریباً در ۱۰ کیلومتری جنوب خاوری شهر ایوان غرب - قرار دارد و رشته کوه مانشت (واقع در جنوب خاوری ایوان غرب و شمال باختری ایلام) آن را تغذیه می‌کند. جهت جریان رودخانه کنگیر از جنوب خاوری به شمال باختری است و جریان شاخه‌های فرعی را نیز از رشته کوه‌های بانکول (شمال خاوری حوضه) و شره زویل (جنوب باختری حوضه) دریافت می‌کند (شکل ۱، ب). ارتفاعات مهم این حوضه، کوه مانشت (۲۶۴۰ متر) در انتهایی‌ترین قسمت جنوب خاوری حوضه، رشته کوه بانکول (۲۳۱۵ متر) در شمال خاوری و رشته کوه شره زویل (۲۰۴۵ متر) در جنوب باختری حوضه می‌باشند. بیشینه و کمینه ارتفاع حوضه به ترتیب عبارتند از ۲۶۲۰ و ۱۱۶۰ متر که به ترتیب بر رشته کوه مانشت و خروجی حوضه مورد مطالعه منطبق‌اند. از نظر شیب توپوگرافی، مرکز دشت هموار و دارای شیبی کمتر از ۵ درصد است. از مرکز دشت به اطراف یعنی به سمت رشته کوه بانکول (شمال خاوری) و رشته کوه شره زویل (جنوب باختری) شیب توپوگرافی حوضه افزایش نشان می‌دهد (شکل ۲، الف). بر اساس محاسبات انجام شده توسط بهرامی و همکاران (۱۳۸۶)، میانگین شیب وزنی حوضه ۲۶/۹ درصد می‌باشد. این حوضه قسمتی از زون زاگرس (چین خورده) است و طبیعتاً شرایط ساختمانی این واحد زمین‌ساختی را متحمل گردیده است. به طور کلی در زاگرس چین خورده شمال باختری (محدوده سیاسی ایلام و کرمانشاه) امواج چین‌خوردگی بیشتر به صورت ساخت‌های طاقدیسی -

ژئومورفیک و شواهد ژئومورفولوژیکی پرداختند و نتیجه گرفتند که این حوضه از نظر تکتونیکی فعال و شواهد ژئومورفولوژیکی منطقه با نتایج حاصل از محاسبات شاخص‌ها هماهنگی و مطابقت دارد. بال و مک فادن^۱ (۱۹۷۷) برای نخستین بار از شاخص‌های ژئومورفیک برای مطالعات زمین‌ساختی استفاده کردند. بال (۱۹۸۴) با مطالعه تراس‌های رودخانه‌ای به این نتیجه دست پیدا کرد که این تراس‌ها و نیمرخ طولی رودخانه‌ها متأثر از حرکات زمین‌ساختی، تحول یافته‌اند. کلو و پینتر^۲ (۱۹۹۶) نیز از دانش «تکتونیک ژئومورفولوژی» یاد کرده و شاخص‌های کمی ژئومورفیک را برای ارزیابی حرکت‌های زمین‌ساختی گسترش داده‌اند. این مطالعات نیز در مناطق مختلف دنیا توسط افرادی چون راکول و همکاران^۳ (۱۹۸۵) در جنوب باختری آمریکا، ولز و همکاران^۴ (۱۹۸۸) در سواحل کاستاریکا، رامیرز - هریرا^۵ (۱۹۹۸) در کمربند آتشفشانی مکزیک، سیلوا و همکاران^۶ (۲۰۰۳) در سواحل مدیترانه‌ای اسپانیا، گارنیری و پیروتا^۷ (۲۰۰۸) (۲۰۰۸) در شمال خاوری سیسیلی و همدونی و همکاران (۲۰۰۸) در جنوب باختری رشته کوه مرتفع نوادا در اسپانیا مورد آزمون قرار گرفته است. در این نوشتار، از محاسبات کمی بر اساس شاخص‌های ژئومورفیک، برای تعیین میزان فعالیت زمین‌ساختی حوضه کنگیر استفاده شده است.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

قسمت علیای حوضه آبخیز کنگیر (ایوان غرب) به مساحت ۱۲۲/۷۱ کیلو متر مربع در جنوب خاوری

¹ - Bull & McFadden

² - Keller & Pinter

³ - Rockwell et al.

⁴ - Wells et al.

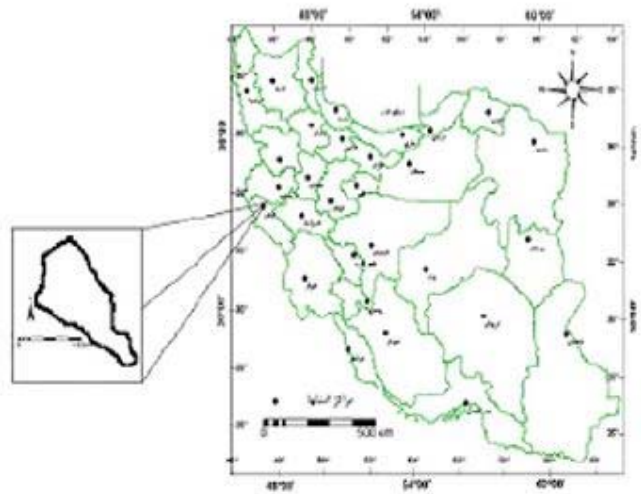
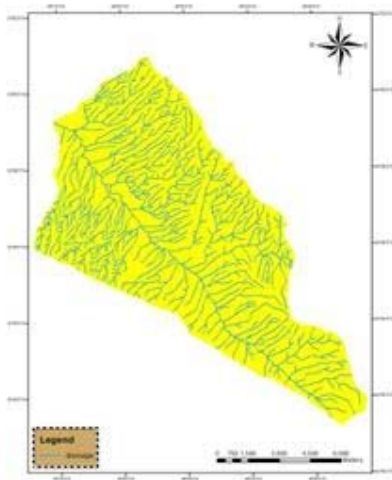
⁵ - Ramirez-Herrera

⁶ - Silva et al.

⁷ - Guarnieri & Pirrotta

حوضه را در بر گرفته‌اند که عموماً در قسمت‌های شمال باختری حوضه مورد مطالعه (اطراف شهر ایوان غرب) ظهور یافته‌اند. در نهایت رسوبات سیلابی بستر رودخانه کنگیر (Qa1) با مساحت ۰/۹۷، تنها ۰/۰۷ درصد از مساحت حوضه را به خود اختصاص داده است. از مهم‌ترین گسل‌های این حوضه می‌توان به گسل‌های بانکول با جهت شمال باختری - جنوب خاوری منطبق بر آب پخشان^۱ رشته کوه شمال خاوری (رشته کوه بانکول) و دو گسل در قسمت‌های شمالی و خاوری منطقه سراب ایوان به ترتیب با جهات شمالی - جنوبی و شمال خاوری - جنوب باختری می‌باشند که همگی این گسل‌ها در رشته کوه بانکول (شمال خاوری حوضه) قرار گرفته‌اند (شکل ۲، ب). سطح شهر ایوان غرب با مساحت ۱۵۵/۳۸ هکتار به میزان ۱/۲۶ درصد از کل حوضه را اشغال کرده است.

ناودیسی مرکب تظاهر پیدا کرده‌اند و اغلب، دشت‌ها و کوه‌ها به ترتیب بر ناودیس‌ها و طاق‌دیس‌ها منطبق هستند (علایی طالقانی، ۱۳۸۶). با توجه به قرارگیری حوضه آبخیز کنگیر در این بخش از زاگرس این حوضه نیز دارای همین ویژگی‌ها می‌باشد. بر اساس نقشه زمین‌شناسی منطقه (شکل ۲، ب) تمامی ارتفاعات حوضه از آهک آسماری (as) تشکیل شده است. مساحت این واحد لیتولوژیکی در حوضه ۹۵/۳ کیلومتر مربع معادل ۷۸ درصد از کل مساحت حوضه است. پادگانه‌ها و مخروط افکنه‌های قدیمی (Qt1) مساحتی حدود ۱۶/۶۵ کیلومتر مربع یعنی حدود ۱۴ درصد از مساحت حوضه را به خود اختصاص داده‌اند، به طوری که در نزدیکی‌های رودخانه کنگیر گسترش یافته‌اند. پادگانه‌ها و مخروط افکنه‌های جوان (Qt2) با مساحتی حدود ۸/۱۸ کیلومتر مربع، حدود ۶ درصد از کل



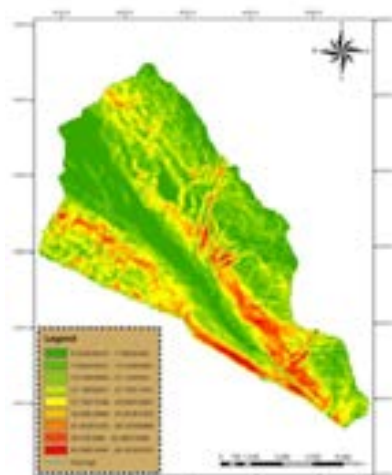
شکل ۱: (الف) موقعیت جغرافیایی

مأخذ: نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ ایلام و جوینر

^۱ - Divide



شکل ۲: (الف) شیب توپوگرافی



شکل ۲: (ب) واحدهای زمین‌شناسی حوضه آبخیز کنگیر (ایوان غرب)

مأخذ: نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ ایلام

جغرافیایی در قالب نرم‌افزار Arc GIS 10 به عنوان ابزارهای اصلی پژوهش استفاده شد. بازدیدهای متعدّد صحرایی از اشکال ژئومورفولوژیکی محدوده مورد مطالعه نیز به منظور بررسی مطابقت با نتایج حاصل از محاسبات مربوط به شاخص‌های ژئومورفیک صورت گرفت.

بحث و یافته‌های تحقیق (بررسی شاخص‌های ژئومورفیک)

الف) شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (Vf) این شاخص به عنوان نسبت پهنای کف دره به میانگین ارتفاع آن تعریف شده (بال و مک فادن، ۱۹۷۷؛ بال، ۱۹۷۸) و از طریق رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

رابطه (۱)

$$Vf = 2Vf_w / [(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]$$

در این رابطه Vf نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن؛ Vf_w پهنای کف دره؛ Eld ارتفاع آب‌پخشان در سمت چپ دره؛ Erd ارتفاع آب‌پخشان در سمت راست

مواد و روش‌ها

در این پژوهش با هدف ارزیابی نسبی وضعیت زمین‌ساخت فعال حوضه کنگیر، شاخص‌های ژئومورفیک شامل شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن^۱ (Vf)، شاخص عدم تقارن^۲ (Af)، شاخص شیب طولی رود^۳ (Sl)، شاخص نسبت شکل حوضه^۴ (Bs)، شاخص درصد قسمت‌های بریده شده جبهه کوهستان^۵ (Fd)، شاخص درصد قسمت‌های بریده نشده جبهه کوهستان^۶ (Eu)، شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان^۷ (Smf) و شاخص سطوح چند وجهی جبهه کوهستان^۸ (Fmf) مورد بررسی و محاسبه قرار گرفت. از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای - برای تفسیر چشمی منطقه - و سامانه اطلاعات

^۱ - Valley floor – valley height ratio

^۲ - Asymmetric factor

^۳ - Stream length gradient index

^۴ - Drainage basin shape ratio

^۵ - Percentage dissected mountain fronts

^۶ - Percentage undissected escarpments

^۷ - Mountain front sinuosity

^۸ - Mountain front facet

برای محاسبه شاخص VF در حوضه آبخیز کنگیر ابتدا زیرحوضه‌های اصلی این حوضه با کمک نرم افزار مربوطه مشخص (شکل ۳) و به طور متوسط برای هر کدام از آنها ۲ یا ۳ دره اصلی انتخاب گردید و سپس این شاخص محاسبه شد. میانگین کل این شاخص برای حوضه مذکور برابر ۰/۴۸ به دست آمد (جدول ۱). مقادیر کمی حاصل از این شاخص حاکی از این است که حوضه کنگیر دارای فعالیت زمین‌ساختی شدیدی است و دره‌های عمیق و V شکل موجود در آن به عنوان شاهد ژئومورفولوژیکی، مقادیر بالای این شاخص را در این حوضه تأیید می‌کند (شکل ۴).

دره و Esc میانگین ارتفاع بستر دره می‌باشد (همدون و همکاران، ۲۰۰۸). این شاخص تفاوت میان دره‌های با بستر پهن (U شکل) در مقایسه با دره‌های پرشیب و باریک (V شکل) را نشان می‌دهد. دره‌های U شکل معمولاً با مقادیر بالایی از VF همراه هستند که حاکی از نرخ فراخاست کم در این نواحی است، در حالی که دره‌های V شکل مقادیر نسبتاً کمی از شاخص را دارا می‌باشند که نشان‌دهنده نرخ فراخاست زیاد و فعال بودن فعالیت‌های زمین‌ساختی در منطقه است. این شاخص برای دره‌های اصلی که جبهه‌های کوهستان را قطع می‌کنند، محاسبه می‌شود (سیلوا و همکاران، ۲۰۰۳).

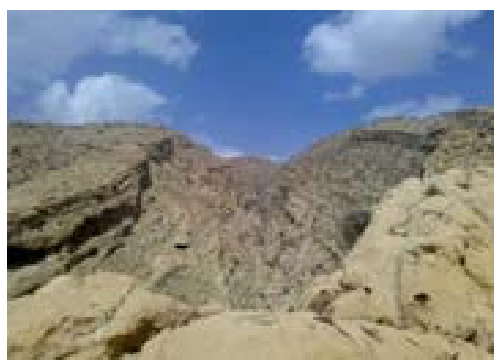
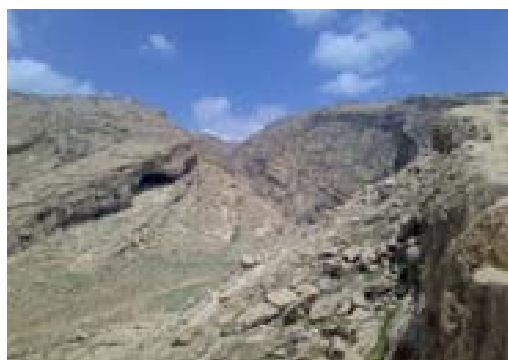


شکل ۳: زیرحوضه‌های حوضه کنگیر (ایوان غرب)

جدول ۱: مقادیر مربوط به محاسبه شاخص VF در حوضه کنگیر (ایوان غرب)

IAT	VF	ESC	ELR	ELD	VFW	زیر حوضه
۱	۰/۳۸	۲۲۴۷/۷	۲۲۵۳	۲۴۳۵/۵	۳۶/۵	۱
۱	۰/۳۱	۱۹۹۰/۳	۲۰۳۱/۷	۲۱۲۰/۱	۲۶/۹	
۱	۰/۳۴	۱۵۴۲/۳	۱۶۶۳/۱	۱۷۳۴/۴	۳۸/۶	
۱	۰/۳۸	۱۵۱۰/۲	۱۶۱۳/۱	۱۶۷۸/۹	۵۱/۷	۲
۱	۰/۴۲	۱۴۱۰/۹	۱۴۲۶/۸	۱۵۳۱/۴	۲۹/۱	
۱	۰/۴۶	۱۷۷۲/۵	۱۸۳۶/۲	۱۹۱۲/۹	۴۷/۸	
۱	۰/۲۲	۱۵۱۷/۵	۱۶۵۵/۱	۱۶۹۹/۴	۳۵/۴	۳
۱	۰/۴۷	۱۵۹۵/۵	۱۶۳۸/۹	۱۶۸۰/۱	۳۰/۴	
۲	۰/۷۲	۱۴۷۷/۱	۱۵۰۱	۱۵۲۵/۳	۲۶/۱	
۱	۰/۴۳	۱۵۷۸/۸	۱۵۹۸	۱۶۵۶/۵	۲۱/۲	۴
۱	۰/۲۹	۱۳۱۸/۱	۱۳۷۲/۸	۱۴۵۰/۲	۲۷/۳	
۲	۰/۷۸	۱۸۲۱/۲	۱۸۳۹/۸	۱۸۵۳/۷	۲۰/۱	
۲	۰/۷۵	۱۸۰۰/۳	۱۸۳۱/۷	۱۸۶۰/۴	۳۴/۳	۵
۲	۰/۶۳	۱۶۰۶	۱۶۳۷/۱	۱۶۸۶/۷	۳۵/۶	
۲	۰/۷۵	۱۸۰۰/۳	۱۸۳۱/۷	۱۸۶۰/۴	۳۴/۳	
۱	۰/۴۸	۱۶۶۵/۹	۱۷۱۵/۳	۱۷۷۹/۰۶	۳۳/۲	میانگین

مأخذ: نقشه‌های ۱/۵۰۰۰۰ ایلام و جویر و محاسبات نگارندگان



شکل ۴: نمای از دره‌های ژرف در تاق‌دیس بانکول (دید رو به شمال خاوری)

شاخص برای کل زیرحوضه‌ها محاسبه شد. بر این اساس زیرحوضه شماره ۱ از لحاظ فعالیت زمین‌ساختی در وضعیت فعال (کلاس ۱)، زیرحوضه‌های شماره ۲، ۳، ۴ در وضعیت غیرفعال (کلاس ۳) و زیرحوضه‌های شماره ۵، ۶ در وضعیت نیمه فعال (کلاس ۲) قرار دارند. مقدار محاسبه شده این شاخص برای کل حوضه برابر عدد ۶۸/۷۲ به دست آمد که حاکی از وجود فراخاست ساحل سمت راست و کج‌شدگی این حوضه به سمت چپ می‌باشد (شکل ۵). حوضه کنگیر بر اساس روش ابداعی همدونی و همکاران (۲۰۰۸) در کلاس ۱ فعالیت قرار می‌گیرد که نشانگر فعالیت زمین‌ساختی شدید می‌باشد (جدول ۲).



شکل ۵: نمای از عدم تقارن توپوگرافی و کج‌شدگی

حوضه کنگیر

مأخذ: نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ ایلام و جوینر

(ب) شاخص عدم تقارن (Af)

شاخص عدم تقارن روشی برای ارزیابی وجود کج‌شدگی‌های ناشی از فعالیت‌های زمین‌ساختی در مقیاس حوضه‌های زهکشی است (همدونی و همکاران، ۲۰۰۸)؛ و از طریق رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$\text{رابطه (۲)} \quad Af = 100(Ar / At)$$

که در آن Af شاخص عدم تقارن، Ar مساحت قسمت سمت راست رود اصلی (دید رو به سمت پایاب) و At مساحت کل حوضه زهکشی است. اگر حوضه زهکشی در شرایط پایدار با کج‌شدگی کم و یا فاقد آن باشد، Af برابر ۵۰ می‌باشد که نشانگر وجود تقارن زهکش‌های فرعی نسبت به آبراهه‌های اصلی و در نتیجه عدم وجود کج‌شدگی در اثر فراخاست است. مقادیر بیشتر یا کمتر از ۵۰ نشانگر کج‌شدگی حوضه می‌باشند که می‌تواند در نتیجه فعالیت زمین‌ساختی یا ساختارهای حاصل از ویژگی‌های سنگ‌شناسی باشد (همدونی و همکاران، ۲۰۰۸). مقادیر بیشتر از ۵۰ نشانگر عمل فراخاست در ساحل سمت راست و کمتر از ۵۰ نشانگر عمل فراخاست در ساحل سمت چپ زهکش اصلی است. این شاخص به تغییر در امتداد عمود بر مسیر آبراهه بسیار حساس است. به منظور محاسبه شاخص Af در حوضه آبخیز کنگیر ابتدا این

جدول ۲: مقادیر مربوط به محاسبه شاخص Af در حوضه کنگیر (ایوان غرب)

Iat	Af-50	Af	At (Km2)	Ar (Km2)	مختصات شاخص
					زیر حوضه
۱	۱۵/۶	۷۵/۶	۴۱/۳	۳۱/۳	۱
۳	-۳۲/۸	۱۷/۲	۷/۸	۱/۳	۲
۳	-۱۰/۵	۳۹/۵	۲۰/۸	۸/۲	۳
۳	-۱۳/۱	۳۶/۹	۶/۶	۲/۴	۴
۲	۷/۷	۵۷/۷	۱۴/۸	۸/۵	۵
۲	۱۴/۳	۶۴/۳	۳۱/۴	۲۰/۲	۶
۱	۱۸/۷۲	۶۸/۷۲	۱۲۲/۷	۸۴/۴	کل حوضه

مأخذ: نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ ایلام و جویزر و محاسبات نگارندگان

به تغییرات شیب آبراهه بسیار حساس است، امکان ارزیابی ارتباط بین فعالیت‌های زمین‌ساختی با مقاومت سنگ و توپوگرافی را مهیا می‌سازد. هرگونه فراخاست و کج شدگی ناشی از فعالیت گسل‌ها و چین‌های فعال می‌تواند به افزایش گرادیان آبراهه‌ها و در نتیجه به افزایش SI بینجامد (خادمی، ۱۳۸۹). مقادیر شاخص شیب طولی رود برای حوضه کنگیر با استفاده از مدل رقومی ارتفاع و سیستم اطلاعات جغرافیایی تعیین گردیده است. برای محاسبه شاخص SI در حوضه ابتدا نیمرخ طولی رودخانه ترسیم شد (شکل ۶)، سپس در فواصل مشخص ۱۰۰ متری میزان این شاخص برای تمام مسیر رودخانه از خروجی تا سرچشمه در ۱۱ مقطع محاسبه گردید (جدول ۳).

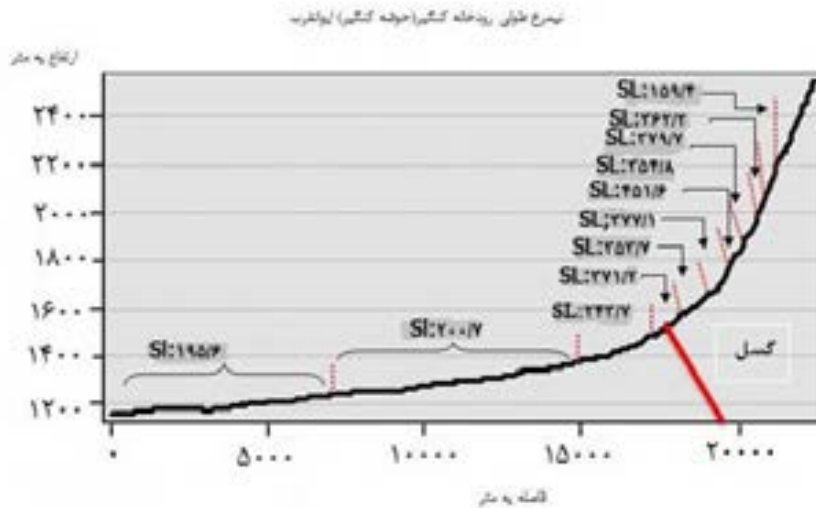
ج) شاخص شیب طولی رود (SI)

توسعه توپوگرافی پیامد توازن بین فرآیندهای فرسایشی مانند جریان جویبارها و رودخانه‌ها بر روی سنگ‌ها و خاک‌ها با مقاومت متغیر است (هک^۱، ۱۹۷۳). شاخص شیب طولی رود توسط هک در سال ۱۹۷۳ در بررسی رودخانه‌های کوه‌های آپالاش در جنوب خاوری آمریکا مطرح شده است. و از طریق رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

$$SI = (\Delta h / \Delta l)L \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن SI شیب طولی رودخانه، Δh اختلاف ارتفاع بین دو نقطه اندازه‌گیری شده، Δl طول مسیر اندازه‌گیری شده بین دو نقطه و L طول رودخانه از وسط منطقه اندازه‌گیری شده تا مرز حوضه در سرچشمه می‌باشد. این شاخص می‌تواند برای ارزیابی زمین‌ساخت فعال نسبی مورد استفاده قرار گیرد. شاخص SI در جریان رودخانه‌ها و جویبارها بر روی فراخاست‌های فعال دارای مقدار افزایشی است و ممکن است مقادیر پایین‌تر آن مربوط به جریان‌های موازی با عوارضی مانند دره‌های گسلی امتدادگز باشد (همدونی و همکاران، ۲۰۰۸). این شاخص هرگونه بی‌نظمی در نیمرخ طولی رودخانه را نشان می‌دهد و از آنجایی که

¹ - Hack



شکل ۶: نیمرخ طولی رودخانه کنگیر

مأخذ: نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ ایلام و جوینر و محاسبات نگارندگان

مقاومت سنگ بستر، وقوع زمین لغزش در حد فاصل بین این واحدها و نیز عملکرد گسل‌های بالادست حوضه در محل تلاقی دو رشته کوه بانکول و شره زویل در دامنه شمال باختری کوه مانشت بر این قسمت از حوضه می‌باشد.

باتوجه به نیمرخ طولی رودخانه کنگیر ملاحظه می‌شود که بیشترین و بالاترین تغییر در طول نیمرخ متوجه قسمت بالادست رودخانه و در محل ورود رودخانه از سازند آسماری به پادگانه‌ها و مخروط افکنه‌های جوان می‌باشد که خود ناشی از اختلاف

جدول ۳: مقادیر مربوط به محاسبه شاخص SI در حوضه کنگیر (ایوان غرب)

SI	I (m)	ΔI (m)	Δh (m)	مختصات شاخص	
				ارتفاع (متر)	
۱۹۵/۶	۱۶۸۸۹/۵	۸۶۳۴/۷	۱۰۰	۱ (۱۱۶۰-۱۲۶۰)	
۲۰۰/۷	۱۰۰۵۹/۳	۵۰۰۹/۸	۱۰۰	۲ (۱۲۶۰-۱۳۶۰)	
۲۴۳/۷	۶۲۶۹/۵	۲۵۷۱/۷	۱۰۰	۳ (۱۳۶۰-۱۴۶۰)	
۳۷۱/۲	۴۳۹۲/۱	۱۱۸۳/۱	۱۰۰	۴ (۱۴۶۰-۱۵۶۰)	
۳۵۳/۷	۳۳۴۶/۸	۹۴۶/۱	۱۰۰	۵ (۱۵۶۰-۱۶۶۰)	
۳۷۷/۱	۲۵۱۹/۷	۶۶۸/۰۲	۱۰۰	۶ (۱۶۶۰-۱۷۶۰)	
۴۵۱/۶	۱۹۶۷/۱	۴۳۵/۵	۱۰۰	۷ (۱۷۶۰-۱۸۶۰)	
۳۵۴/۸	۱۵۳۳/۹	۴۳۲/۳	۱۰۰	۸ (۱۸۶۰-۱۹۶۰)	
۳۷۹/۷	۱۱۶۴/۴	۳۰۶/۶	۱۰۰	۹ (۱۹۶۰-۲۰۶۰)	
۳۶۲/۲	۸۸۶/۷	۲۴۴/۸	۱۰۰	۱۰ (۲۰۶۰-۲۱۶۰)	
۱۵۹/۴	۵۸۱/۴	۳۶۴/۶	۱۰۰	۱۱ (۲۱۶۰-۲۲۶۰)	

مأخذ: نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ ایلام و جوینر و محاسبات نگارندگان

افقی بین بالاترین و پایین‌ترین ارتفاع حوضه)، و B_w پهناهای حوضه است که در وسیع‌ترین نقطه آن اندازه‌گیری می‌شود. مقادیر بالای شاخص B_s مربوط به حوضه‌های کشیده در نواحی با فعالیت‌های زمین‌ساختی فعال می‌باشد، در حالی که مقادیر پایین این شاخص بیشتر حوضه‌های دایره‌ای شکل نواحی با فعالیت‌های زمین‌ساختی کم (غیر فعال) را نشان می‌دهد. فراخاست‌های سریع جبهه‌های کوهستانی، حوضه‌های کشیده و تندی را تولید می‌کند و هنگامی که فعالیت‌های زمین‌ساختی کاهش یابند یا متوقف شوند، پهن‌شدگی حوضه رخ می‌دهد (رامیرز-هریرا ۱۹۹۸). مقدار این شاخص برای هر یک از زیرحوضه‌ها محاسبه شد (جدول ۴).

جدول ۴: مقادیر مربوط به محاسبه شاخص B_s در حوضه کنگیر (ایوان غرب)

Iat	Bs	Bw(km)	Bl(km)	مختصات شاخص
				زیرحوضه
۳	۱/۵	۷/۳	۱۱/۰۱	۱
۳	۱/۸	۲/۷	۴/۹	۲
۳	۰/۵	۸/۱	۴/۱	۳
۲	۲/۸	۱/۸	۵/۰۷	۴
۳	۰/۱۸	۹/۵	۱/۸	۵
۳	۰/۳۸	۱۰/۷	۴/۰۷	۶

مأخذ: نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ ایلام و جویرز و محاسبات نگارندگان

نتایج این محاسبات نشان داد که زیرحوضه شماره ۱ که در بالادست حوضه کنگیر و در محل تلاقی دو رشته کوه شمال خاوری (بانکول) و جنوب باختری (شهر زویل) واقع شده، دارای شکل کشیده نامنظمی است و دچار کج‌شدگی ناشی از حرکات زمین‌ساختی شده است. دلیل آن می‌تواند حرکات گسل‌های منطبق بر رشته کوه بانکول باشد؛ به طوری که این فعالیت باعث شده رودخانه به سمت جنوب خاوری تمایل پیدا کند. مقدار عددی شاخص B_s برای این زیرحوضه ۱/۵ می‌باشد (جدول ۴).

همچنین در قسمت‌های پایین دست حوضه نیز تغییراتی، هر چند جزئی‌تر، به چشم می‌خورد که ناشی از اختلاف مقاومت بین جنس پادگانه‌ها و مخروط افکنه‌های جدید و قدیمی موجود در این قسمت از حوضه و نیز عملکرد گسل‌هایی است که شهر سراب ایوانغرب را از دو جهت شمال خاوری و جنوب باختری در بر گرفته و با جهت شمالی-جنوبی تا نزدیکی‌های شهر امتداد یافته‌اند، به طوری که طول و تأثیرگذاری گسل اولی (منطبق بر تاقدیس بانکول) از دومی بیشتر است. تغییرات این شاخص در طول مسیر رودخانه (حدود ۲۲ کیلومتر) تحت تأثیر جنس بستر که عمدتاً نهشته‌های کواترنری (QT^1 & QT^2) است و همچنین وجود گسل‌های اصلی و فرعی می‌باشد. این مقادیر نشانگر بالآمدگی و فعالیت نسبی نو زمین‌ساختی است.

د) شاخص نسبت شکل حوضه (B_s)

فعالیت‌های زمین‌ساختی معمولاً منجر به کشیدگی شکل حوضه‌ها خواهند شد. حوضه‌های زهکشی نسبتاً جوان در مناطق فعال زمین‌ساختی به شکل‌های طبیعی وجود دارند. شکل این حوضه‌ها معمولاً با تداوم کم و بیش فرآیندهای زمین‌ساختی فعال، به صورت کشیده شده در می‌آید. کاهش این فعالیت‌ها باعث گردش‌دگی بیشتر حوضه‌ها می‌شود (بال و مک فادن، ۱۹۷۷). شاخص تغییرات شکل حوضه به وسیله نسبت کشیدگی آن و از طریق رابطه (۴) محاسبه می‌شود (کانون^۱، ۱۹۷۶؛ رامیرز-هریرا، ۱۹۹۸):

$$B_s = B_l / B_w \quad \text{رابطه (۴)}$$

در این رابطه B_s شاخص شکل حوضه، B_l طول حوضه اندازه‌گیری شده از سرچشمه تا دهانه (فاصله

¹ - Cannon

آنها پایین خواهد بود (ولز و همکاران، ۱۹۹۸). به عبارت دیگر در جبهه‌های کوهستانی مناطق فعال به دلیل این که نیروهای زمین‌ساختی معمولاً پیشانی‌های خطی و مستقیمی ایجاد می‌کنند، کمتر بریده می‌شوند. مقادیر حاصل از این شاخص معمولاً به صورت کمیتی بین ۰-۱ تعریف می‌شود، به طوری که هر چقدر مقدار این شاخص به عدد صفر نزدیک باشد، نشانگر فعال بودن جبهه‌های کوهستانی و هر چقدر مقدار این شاخص به عدد یک نزدیک‌تر باشد، حاکی از غیر فعال بودن جبهه‌های کوهستانی از لحاظ فعالیت‌های زمین‌ساختی می‌باشد. این شاخص از طریق رابطه (۵) محاسبه می‌شود:

$$Fd = Lmfd / Ls \quad \text{رابطه (۵)}$$

که در آن Fd شاخص درصد قسمت‌های بریده شده جبهه کوهستان، $Lmfd$ طول بخش‌های بریده شده جبهه کوهستان ناشی از جریان آبراهه‌ها و Ls طول جبهه کوهستان به خط مستقیم می‌باشد.

محاسبه این شاخص برای حوضه کنگیر برابر عدد ۰/۳۳ به دست آمد (جدول ۵ و شکل ۷) که حاکی از فعال بودن جبهه کوهستانی بانکول در این حوضه می‌باشد. در واقع با توجه به گسل خوردگی این کوهستان و وجود فعالیت‌های زمین‌ساختی فاصله بین قسمت‌های بریده شده به عنوان دره که دارای پهنای کمی نیز می‌باشند، زیاد است که این موضوع نشانه‌ای از وجود زمین‌ساخت فعال در این منطقه می‌باشد (شکل ۸).

جدول ۵: مقادیر مربوط به محاسبه شاخص Fd در حوضه

کنگیر (ایوان غرب)

نام حوضه	$Lmfd$	Ls	Fd
کنگیر	۶۱۵۵/۴	۱۸۵۲۱/۶	۰/۳۳

مأخذ: نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ ایلام و جوینر و محاسبات

نگارندگان

زیرحوضه شماره ۲ که کاملاً منطبق بر رشته کوه بانکول می‌باشد، تا ورود به دشت ایوان و پیوستن به رودخانه کنگیر امتداد یافته و شکلی شبیه گوه نامنظم دارد. شواهد فرسایشی حاکی از آن است که با کاهش نیروهای زمین‌ساختی، نیروهای فرسایشی بر این زیرحوضه تسلط پیدا کرده‌اند. مقدار شاخص Bs برای این زیرحوضه ۱/۸ می‌باشد.

زیرحوضه شماره ۳ که تقریباً در مرکز حوضه کنگیر قرار گرفته به استثنای زبانه‌ای که بر روی تاقدیس بانکول دارد، به نوعی دچار گردشگری شده است. مقدار عددی شاخص Bs برای این زیرحوضه ۰/۵ می‌باشد.

زیرحوضه شماره ۴ نیز همانند زیرحوضه شماره ۲ منطبق بر تاقدیس شمال خاوری (بانکول) حوضه بوده و به عنوان کوچک‌ترین زیرحوضه دارای شکلی کشیده می‌باشد، مقدار عددی ($BS=۲/۸۱$) به دست آمده حاکی از فعالیت زمین‌ساختی نیمه فعال در این زیرحوضه می‌باشد.

باریک این زیرحوضه‌ها مشخص می‌شود که آنها از لحاظ فعالیت زمین‌ساختی در وضعیت غیر فعال قرار دارند.

در مجموع با توجه به مقادیر به دست آمده برای این شاخص در هر یک از زیرحوضه‌ها می‌توان نتیجه گرفت که زیرحوضه‌های شماره ۲ و ۴ وضعیت نیمه فعال و سایر زیرحوضه‌ها (شماره‌های ۱، ۳، ۵ و ۶) وضعیت غیر فعالی را از نظر این شاخص نشان می‌دهند.

ه) شاخص درصد قسمت‌های بریده شده جبهه کوهستان (Fd)

در مناطق فعال زمین‌ساختی جبهه‌های کوهستانی کمتر دچار بریدگی می‌شوند و بنابراین مقادیر شاخص درصد قسمت‌های بریده شده جبهه کوهستان (Fd) در



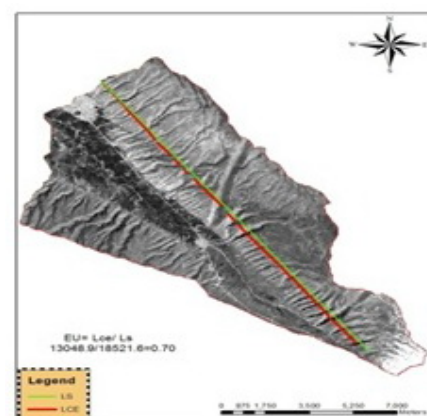
شکل ۷: نحوه ارزیابی شاخص **Fd** در حوضه کنگیر (ایوان غرب) شکل ۸: نمایی از قسمت‌های بریده شده کوهستان بانکول، دید رو به شمال
مأخذ: تصویر ماهواره‌ای استان ایلام

$$Eu = Lce / Ls \quad \text{رابطه (۶)}$$

که در آن Eu شاخص درصد قسمت‌های بریده نشده جبهه کوهستان، Lce طول بخش‌های بریده نشده کوهستان و Ls طول مستقیم جبهه کوهستان می‌باشد. میزان این شاخص برای حوضه کنگیر برابر با عدد 0.63 محاسبه شده است و همانند سایر شاخص‌ها دلالت بر فعالیت زیاد زمین‌ساختی در حوضه کنگیر دارد (شکل‌های ۹ و ۱۰).

و) شاخص درصد قسمت‌های بریده نشده جبهه کوهستان (**Eu**)

معمولاً در مناطق فعال زمین‌ساختی، در امتداد جبهه کوهستانی، پرتگاه‌های ممتد و بدون بریدگی دیده می‌شوند و لذا مقدار شاخص Eu در این مناطق بالاست. اگر در امتداد جبهه کوهستان پرتگاه‌های بریده شده بیشتر رویت شوند، این شاخص مقادیر پایینی خواهد داشت (رامیرز-هریرا، ۱۹۹۸؛ نقل از کریمی، ۱۳۸۸). این شاخص از طریق رابطه (۶) زیر محاسبه می‌شود:



شکل ۹: نحوه ارزیابی شاخص **Eu** در حوضه کنگیر (ایوان غرب) شکل ۱۰: نمایی از قسمت‌های بریده نشده کوهستان بانکول، دید رو به شمال
مأخذ: تصویر ماهواره‌ای استان ایلام

بالتر آن (معمولاً بیشتر از ۳) به طور معمول در ارتباط با جبهه غیر فعال است (راکول و همکاران، ۱۹۸۵؛ کله، ۱۹۸۶). این شاخص با استفاده از رابطه (۷) محاسبه می‌شود:

$$\text{Smf} = \text{Lmf} / \text{Ls} \quad \text{رابطه (۷)}$$

که در آن Smf شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان، Lmf طول جبهه کوهستان در امتداد کوهپایه و در محل شکست شیب (خط کنیک) و Ls طول مستقیم جبهه کوهستان است.

شاخص Smf برای حوضه آبخیز کنگیر در دو جبهه کوهستانی بانکول و شره زویل محاسبه گردید و میانگین $1/0.4$ برای این شاخص به دست آمد که حاکی از وجود فعالیت زمین‌ساختی شدید در حوضه کنگیر می‌باشد و آن را در کلاس یک فعالیت قرار می‌دهد (جدول ۶). شواهد ژئومورفولوژیکی محدوده مورد مطالعه نظیر عدم تشکیل کوهپایه‌ها (شکل ۱۱) مقدار کم شاخص Smf حوضه کنگیر را تأیید می‌کنند.

ز) شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان (Smf)

شاخص سینوسی جبهه کوهستان نشان‌دهنده تعادل بین فرایندهای فرسایشی که تمایل به فرسایش و ایجاد فرو رفتگی در جبهه کوهستان دارند و نیروهای زمین‌ساختی رو به بالا که ایجادکننده جبهه‌های کوهستانی مستقیم هم زمان با چین‌ها و گسل‌های فعال هستند، می‌باشد (بال و مک فادن، ۱۹۷۷؛ کله، ۱۹۸۶). جبهه‌های کوهستانی دارای فعالیت زمین‌ساختی فعال که به طور نسبی قائم هستند، با مقادیر کم Smf همراه می‌باشند؛ در حالی که اگر نرخ فراخاست کاهش یابد و یا متوقف شده باشد، فرایندهای فرسایشی جبهه کوهستان را به صورت قهقرایی فرسایش می‌دهد و در نتیجه مقدار Smf افزایش خواهد یافت. مقادیر این شاخص به آسانی از طریق نقشه‌های توپوگرافی و یا عکس‌های هوایی قابل محاسبه است. البته این موضوع به مقیاس نقشه‌ها و تصاویر مورد استفاده بستگی دارد (بال و مک فادن، ۱۹۷۷). مقادیر کمتر از $1/4$ برای این شاخص نشان‌دهنده جبهه زمین‌ساختی فعال است و مقادیر

جدول ۶: مقادیر مربوط به محاسبه شاخص Smf در حوضه کنگیر (ایوان غرب)

نام	Lmf	Ls	Smf	Iat	میانگین
جبهه شمال خاوری کوهستان بانکول	۱۸۷۹۵/۹۹	۱۷۳۰۰/۵۰	۱/۰۱	۱	۱/۰۴
جبهه جنوب باختری کوهستان شره زویل	۱۷۶۴۶/۰۴	۱۷۳۰۰/۵۰	۱/۰۸	۱	

مأخذ: نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ ایلام و جوینز و محاسبات نگارندگان



شکل ۱۱: نمایی از عدم تشکیل کوهپایه در تاقدیس بانکول در حوضه کنگیر (ایوان غرب)



شکل ۱۲: نحوه ارزیابی شاخص Fmf در حوضه کنگیر (ایوان غرب)

مأخذ: نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰ ایلام و جوینز

نتیجه گیری

هدف اصلی این مقاله ارزیابی نسبی وضعیت زمین ساخت فعال حوضه کنگیر (ایوان غرب) واقع در شمال باختری استان ایلام از طریق بررسی و محاسبه شاخص‌های ژئومورفیک V_f , A_f , S_l , B_s , F_d , E_u , S_{mf} و F_{mf} و نیز شواهد ژئومورفولوژیکی محدوده مورد مطالعه می‌باشد. تحلیل‌های توپوگرافیکی، از ابزارهای مفید در اندازه‌گیری شکل‌های چشم‌اندازها محسوب می‌شوند زیرا اثر فعالیت‌های زمین ساختی بر توپوگرافی زمین بسیار گسترده است. در حوضه کنگیر وجود پرتگاه‌های گسلی تند، پیچ و خم جبهه کوهستان، جبهه کوهستانی بریده نشده، وجود اشکال مثلثی شکل، کج‌شدگی آبراهه اصلی، دره‌های ژرف، تند و V شکل، عدم شکل‌گیری کوهپایه‌ها حاکی از وجود فعالیت شدید زمین ساختی در این منطقه می‌باشد. هر یک از شاخص‌های ژئومورفولوژیکی مورد استفاده در این پژوهش، یک نوع طبقه‌بندی نسبی از این فعالیت‌ها را ارائه می‌دهند و می‌توانند برای مطالعات اولیه و مقدماتی متمر ثمر واقع گردند. ارزیابی و تجزیه

ح) شاخص سطوح چند وجهی جبهه کوهستان (Fmf)

این شاخص به صورت نسبتی از یک جبهه کوهستان که به علت‌های متفاوت مثل گسل خوردگی به صورت اشکال چند وجهی درآمده است، تعریف شده (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۰) و از طریق رابطه (۸) محاسبه می‌شود:

$$\text{رابطه (۸)} \quad F_{mf} = (L_f / L_s) 100$$

در این رابطه F_{mf} شاخص سطوح چند وجهی جبهه کوهستان، L_f مجموع طول اشکال چند وجهی و L_s طول جبهه کوهستان به خط مستقیم می‌باشد. در مناطق فعال زمین ساختی تداوم فعالیت گسل‌ها موجب بزرگی و پیوستگی اشکال چند وجهی می‌شود؛ به عبارت دیگر درصد بالایی از چند وجهی شدن مشاهده می‌گردد (ولز و همکاران، ۱۹۸۸؛ نقل از مختاری، ۱۳۸۵).

مقدار شاخص F_{mf} در حوضه کنگیر برابر با ۹۲/۴ به دست آمد (شکل ۱۲) که نتایج سایر شاخص‌ها مبنی بر وجود فعالیت زمین ساختی زیاد در این حوضه را تأیید می‌کند. از دلایل بالا بودن مقدار شاخص F_{mf} در حوضه کنگیر می‌توان به وجود گسل‌ها (بویژه گسل معکوس)، پرتگاه‌های گسلی و نیز لیتولوژی مقاوم آهک آسماری در این حوضه اشاره کرد. از شواهد ژئومورفولوژیکی موجود در منطقه نیز که مقدار بالای این شاخص را تأیید می‌نمایند، می‌توان سطوح مثلثی شکل^۱ و عدم تشکیل کوهپایه را ذکر نمود (شکل‌های ۱۱ و ۱۲).

^۱ - Triangular facet

۵- شاخص Fd متأثر از عملکرد گسل‌هایی است که در مناطق حاشیه‌ای جبهه‌های کوهستان‌های کوهستانی فعالیت دارند. در مناطق فعال زمین‌ساختی، جبهه‌های کوهستانی کمتر بریده شده و بنابراین مقدار این شاخص پایین خواهد بود. این شاخص در حوضه کنگیر فقط در تاق‌دیس بانکول و در امتداد یکی از شاخه‌های فرعی گسل بانکول محاسبه گردید. مقدار به دست آمده برای این شاخص برابر $0/۳۳$ است که حاکی از فعال بودن این حوضه می‌باشد.

۶- در مناطق فعال زمین‌ساختی، در امتداد جبهه‌های کوهستانی، پرتگاه‌های ممتد و بدون بریدگی دیده می‌شود و بنابراین مقدار Eu در این مناطق زیاد خواهد بود. میزان این شاخص نیز تنها در تاق‌دیس بانکول و در امتداد یکی از شاخه‌های فرعی گسل بانکول محاسبه گردید. مقدار به دست آمده برای این شاخص برابر با ۶۳ است که حاکی از وجود فعالیت زمین‌ساختی زیاد در این حوضه می‌باشد.

۷- شاخص Smf برای حوضه آبخیز کنگیر در دو جبهه کوهستان شمال خاوری (بانکول) و جنوب باختری (شره زویل) محاسبه گردید و میانگین محاسبه شده برای این شاخص در حوضه کنگیر برابر $۱/۰۴$ به دست آمد. این مقدار نشانه فعالیت نسبتاً زیاد زمین‌ساختی در این حوضه است و آن را در کلاس یک فعالیت زمین‌ساختی قرار می‌دهد. شواهد ژئومورفولوژیکی نظیر عدم تشکیل کوهپایه در منطقه مورد مطالعه، مقادیر پایین این شاخص را نیز تأیید می‌کنند.

۸- مقدار شاخص Fmf در حوضه کنگیر برابر با $۹۲/۴$ به دست آمد که بیانگر فعالیت زمین‌ساختی در این حوضه می‌باشد. از دلایل بالا بودن مقدار شاخص Fmf در این حوضه می‌توان به وجود گسل‌ها (بویژه گسل معکوس)، پرتگاه‌های گسلی و نیز لیتولوژی مقاوم آهک آسماری اشاره کرد.

منابع و مآخذ

- ۱- بهرامی، شهرام (۱۳۸۶)؛ ارزیابی مدل هیدروگراف واحد لحظه‌ای ژئومورفولوژیکی (GIUH) در حوضه آبخیز کنگیر (ایوان غرب)، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۰.

و تحلیل فعالیت‌های زمین‌ساختی در یک ناحیه خاص، با به کارگیری چندین شاخص، نتایج دقیق‌تر و بهتری را ارائه می‌دهند. برای این منظور در پژوهش حاضر برای ارزیابی نقش زمین‌ساخت فعال در حوضه آبخیز کنگیر (ایوان غرب) از طریق محاسبه شاخص‌های مذکور اقدام گردید که نتایج حاصل از این بررسی‌ها به شرح ذیل می‌باشد:

۱- براساس شاخص Vf حوضه آبخیز کنگیر دارای فعالیت شدید زمین‌ساختی می‌باشد و در رده $Iat = 1$ قرار دارد.

۲- نتایج حاصل از محاسبه شاخص Af در حوضه آبخیز کنگیر حاکی از وجود کج‌شدگی این حوضه به سمت چپ می‌باشد و با توجه به مقدار عددی به دست آمده برای کل حوضه، در رده ۱ فعالیت زمین‌ساختی قرار می‌گیرد.

۳- باتوجه به نیم‌رخ طولی رودخانه کنگیر ملاحظه می‌شود که بیشترین و بالاترین تغییر در طول نیم‌رخ متوجه قسمت بالادست حوضه و در محل ورود رودخانه از سازند آهک آسماری به پادگانه‌ها و مخروط افکنه‌های جوان می‌باشد. همچنین در قسمت‌های پایین دست حوضه نیز تغییراتی، هر چند جزئی، به چشم می‌خورد که می‌تواند ناشی از اختلاف مقاومت سنگ‌ها و نیز عملکرد گسل‌های فرعی بویژه در اطراف شهر سراب ایوان غرب باشد. رودخانه این حوضه طولی حدود ۲۲ کیلومتر دارد و در این مسیر تغییرات قابل توجهی برای مقادیر SI محاسبه شده است که این موضوع مربوط به جنس نهشته‌های رسوبی کواترنری ($QT1$ & $QT2$) و همچنین وجود گسل‌های اصلی و فرعی، می‌باشد. این مقادیر نشانگر بالآمدگی و فعالیت نسبی نو زمین‌ساختی است.

۴- محاسبات مربوط به شاخص شکل (BS) در زیرحوضه‌های حوضه کنگیر نشان داد که زیرحوضه‌های شماره ۲ و ۴ دارای وضعیت نسبتاً فعال زمین‌ساختی بوده و زیرحوضه‌های شماره ۱، ۳، ۵ و ۶ فعالیت زمین‌ساختی زیادی را از خود نشان نمی‌دهند. این نتیجه می‌تواند به دلیل وجود اشکال نامتقارن زیرحوضه‌ها باشد.

- 15- 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
- 16- Bull, W. B., 1984- Tectonic geomorphology. *Journal of Geological Education*, v. 32, p. 310-324.
- 17- Cannon, P.J., 1976. Generation of explicit parameters for a quantitative geomorphic study of Mill Creek drainage basin. *Oklahoma Geology Notes* 36 (1), 3-16.
- 18- 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*, 95, 260-273.
- 19- Hack, J.T., 1973. Stream-profiles analysis and stream-gradient index. *Journal of Research of the U.S. Geological Survey* 1 (4), 421-429.
- 20- Hamdouni, R.E., Irigaray, C., Fernandez, T., Chacon, J. , Keller E.A., 2008, Assessment of Relative Active Tectonic, South West Border of the Sierra Nevada (Southern Spain), *Geomorphology*, 96, 150-173.
- 21- Keller, E. A., 1986-Investigation of active tectonic: use of surficial Earth processes. In: Wallace, R. E. (Ed), *Active tectonics, Studies in Gephysics*. National Academy Press, Washington, DC, pp. 136-147.
- 22- Keller, E.A., Pinter, N., 1996, *Active, Tectonics: Earthquake, Uplift and Landscape*, Prentice Hall Publication, London.
- 23- Mirzaei, N (1997). Seismic zoning of Iran, dissertation for Ph.d degree in Geophysics, Institute of Geophysics, state semi logical Bureau, Beijne, people Republic of china, publisher.
- 24- Moghimi, 2009, Comparative Study of Changing Drainage Basins System with Tectonic Forms, Case Study: Lut Block, *American Journal of Applied Science*, Iran, 6(6) pp. 1270-1276.
- 25- Ramirez-Herrera, MT., 1998. Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay Graben, Mexican volcanic belt. *Earth Surface Processes and Landforms* 23, 317-332.
- 26- 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.
- 27- 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* 250, 203-226.
- 28- Stanley A. Schumm, Jean F. document & John M. Holbrook (2000). *Active Tectonics and Alluvial Rivers*. Cambridge university press
- 29- Wells, S.G., Bullard, T.F., Menges, T.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* 1, 239-265.
- ۲- حبیب‌اللهیان، محمود و رامشت، محمدحسین (۱۳۹۱)؛ کاربرد شاخص‌های ارزیابی تکتونیک جنبه در برآورد وضعیت تکتونیک بخش علیای زاینده‌رود، فصلنامه جغرافیا و توسعه، سال دهم، شماره ۲۶، بهار ۹۱.
- ۳- خاوری، رضوان و همکاران (۱۳۸۹)؛ نشانه‌های زمین‌ریختی فعال حوضه رودخانه کرج در دامنه جنوبی البرز مرکزی، شمال ایران، *مجله علوم زمین*، شماره ۷.
- ۴- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح کشور (۱۳۵۰)، نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ ایلام، برگ شماره ۵۲۵۷II.
- ۵- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح کشور (۱۳۵۰)، نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ جویزر، برگ شماره ۵۲۵۷I.
- ۶- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور (۱۳۷۵)، نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ ایلام، برگ شماره ۵۲۵۷.
- ۷- سلیمانی، شهریار (۱۳۷۸)؛ رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیک فعال و جوان با نگرشی بر مقدمات دیرینه لرزه‌شناسی، موسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، چاپ اول.
- ۸- علایی طالقانی، محمود (۱۳۸۶)؛ ژئومورفولوژی ایران، نشر قومس، تهران.
- ۹- کرمی، فریبا (۱۳۸۸)؛ ارزیابی ژئومورفیک فعالیت‌های تکتونیک در حوضه زهکشی سعیدآبادچای، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، شماره ۶۹.
- ۱۰- گورابی، ابوالقاسم و نوحه‌گر، احمد (۱۳۸۶)؛ شواهد ژئومورفولوژیکی تکتونیک فعال حوضه آبخیز درکه، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۰.
- ۱۱- مختاری، داوود (۱۳۸۵)؛ کاربرد شاخص‌های ریخت‌سنجی در تعیین میزان فعالیت گسل‌ها؛ مورد نمونه: گسل شمالی میشو، *مجله علوم زمین*، شماره ۵۹.
- ۱۲- مددی، عقیل و همکاران (۱۳۸۳)؛ تحلیل فعالیت‌های نئوتکتونیک با استفاده از روش‌های ژئومورفولوژی در دامنه‌های شمال غربی تالش (باغرو داغ)، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۸.
- ۱۳- مقصدی، مهران و همکاران (۱۳۹۰)؛ بررسی تکتونیک فعال حوضه آبخیز کفرآر با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک و شواهد ژئومورفولوژیکی، *مجله جغرافیا و توسعه*، شماره ۲۵.
- 14- 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 Eighth Annual Geomorphology Symposium. State University of New York, Binghamton, pp. 115-138.