

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

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۱۱/۰۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۰۴/۱۲

صفحات: ۷۶-۵۵

بررسی تکتونیک فعال حوضه اسکوچای با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک و شواهد ژئومورفولوژیکی

نسرین سمندر^۱، شهرام روستایی^{۲*}

چکیده

در این مطالعه با استفاده از مدل ارتفاع رقومی (DEM) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به ارزیابی نوزمین ساخت با بکارگیری شاخص‌های ژئومورفیک حوضه اسکوچای پرداخته ایم. با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی در محیط نرم افزار Arcgis 9.3 نقشه‌های شیب، توپوگرافی، زیر حوضه‌ها و شبکه زهکشی با درجه‌های مختلف به روش استرالر تهیه شد. بعد از تعیین مسیر کانال‌های جریان و تعداد آنها در هر مسیر، پارامترهای شاخص ناهنجاری برای ۳ رودخانه اصلی حوضه اسکوچای مورد استفاده قرار گرفت. شاخص شیب طولی رودخانه (SL) ابزاری برای مطالعه تکتونیک ژئومورفولوژی می‌باشد که با توجه به مقادیر بدست آمده نیمرخ طولی منطقه ی مورد مطالعه دارای تغییرات زیادی نمی‌باشد. مقادیر بدست آمده برای هر زهکش با استفاده از شاخص عدم تقارن آبراهه AF، بیشتر از ۳۰ می‌باشد که نشان دهنده فعال بودن منطقه و کج شدگی آن است. در منطقه ی مورد مطالعه مقادیر بدست آمده شاخص نسبت عرض کف بستر دره به ارتفاع آن (VF) نشان دهنده ی دره‌های تقریباً باز شده هستند که با توجه به نوع لیتولوژی منطقه که عموماً سازندهای آتشفشانی و دارای مقاومت متوسط تا کم در برابر فرسایش هستند لذا باید تاثیر فرسایش را هم در شکل‌گیری دره‌ها مدنظر داشت. شاخص شکل حوضه BS برای حوضه ی مورد مطالعه مقدار ۳ بدست آمده، با توجه به طبقه بندی ارائه شده توسط همدونی در کلاس ۲ و دارای تغییرات کم و تقریباً کشیده می‌باشد. داده‌های حاصل از تحلیل‌های توپوگرافی، بررسی سامانه‌های رودخانه‌ای منطقه و شواهد زمین-ریخت شناسی حاصل از مشاهدات میدانی و با بررسی پارامترها بر روی سه رودخانه اصلی حوضه اسکوچای و ارزیابی آنها با استفاده از شاخص IAT مشخص شد که وضعیت زمین ساخت زیر حوضه‌ها، در مورفولوژی کانال‌های جریان و مقدار شاخص‌های مورد بررسی در این پژوهش نقش موثری دارند در نهایت بر طبق بررسی‌های انجام شده مشخص شد که محدوده مورد مطالعه از مناطق فعال تکتونیک می‌باشد.

واژگان کلیدی: نوزمین ساخت، شاخص‌های ژئومورفیک، رودخانه اسکوچای.

Samandar_nasrin@yahoo.com

roostaei@tabrizu.ac.ir

^۱- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی (مخاطرات ژئومورفیک)، دانشگاه تبریز

^۲- استاد گروه ژئومورفولوژی، تبریز، دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول)

مقدمه

ارزیابی کامل فعالیت‌های تکتونیکی و به‌خصوص حرکات تکتونیکی معاصر و جوان و خطرات ناشی از آن نیاز به شناخت کامل از سرعت و آرایش فرایندهای ژئومورفولوژی دارد. برای این منظور روش‌های ژئومورفولوژی نقش مهمی را می‌توانند ایفا نمایند، زیرا بسیاری از عوارض ژئومورفولوژیکی در مقابل حرکات تکتونیکی فعال بسیار حساس می‌باشند و همزمان با آنها تغییر می‌کنند. اندازه‌گیری‌های کمی سبب محاسبه شاخص‌های زمین‌ریختی (ژئومورفیک) به عنوان ابزارهای مقدماتی و پایه برای تشخیص نواحی دچار دگرشکلی زمین‌ساختی و بررسی‌های نوزمین‌ساختی هستند. به‌طورکلی، شاخص‌های زمین‌ریخت‌شناسی در بررسی‌های زمین‌ساختی مفید هستند، زیرا می‌توانند برای ارزیابی سریع مناطق وسیع به کار گرفته شوند و داده‌های ضروری آن اغلب به سرعت از نقشه‌های رقومی و تصاویر ماهواره‌ای به دست می‌آیند (آبدیده و همکاران ۱۳۹۰). شاخص‌های ژئومورفیک ابزار سودمندی برای تحلیل اشکال زمینی و ارزیابی فعالیت‌های تکتونیکی در نواحی مختلف به شمار می‌آیند (گارنیری و پیروتا، ۲۰۰۸). کاربرد این شاخص‌ها مبتنی بر تحلیل شبکه‌های زهکشی و جبهه‌های کوهستانی است (مالیک و موهانتی^۱، ۲۰۰۷). لی و همکاران (۱۹۹۹)^۲ به بررسی تاثیر تکتونیک برلندفرمها رودخانه‌ی در شمال غرب چین پرداختند و دریافتند که حرکات زمین ساخت می‌تواند با تغییر سطح اساس رودخانه‌ها موجب تغییر شکل عوارض رودخانه‌ی گردد. جیمسون و همکاران (۲۰۰۴)^۳ تاثیر تکتونیک در نسبت انشعابات، تراکم زهکشی و انتگرال هیپسومتریک شبکه‌های رودخانه‌ی در شمال هند را مورد مطالعه قرار دادند و مشخص شد که عوامل تکتونیکی، نقش مهمی در تفاوت ویژگی‌های مورفومتری شبکه‌های زهکشی اعمال می‌کند. ولدایی و دورجسورن (۲۰۰۴)^۴ برای مطالعات نفوتکتونیک غرب مغولستان از داده‌های ASTER و TM استفاده کرده‌اند. این منطقه از مناطق فعال تکتونیکی درون‌قاره‌ای است و زلزله‌های آن عمدتاً بر اثر فعالیت گسل‌های آن منطقه ایجاد می‌شوند. اثر فرسایش با توجه به اقلیم منطقه در تکوین توپوگرافی بسیار ناچیز بوده و توپوگرافی عمدتاً در اثر تکتونیک ایجاد شده است. دلسیالو و همکاران (۲۰۰۶)^۵ در مطالعه‌ای در شمال غربی هندوستان، اثر رشد اخیر چین‌ها بر توسعه‌ی شبکه آبراهه را بررسی کرده‌اند. تحلیل کمی حرکات تاقدیس‌های منطقه و رشد پرتگاه‌های گسلی و بالآمدگی مخروط‌افکنه‌های کواترنری بخشی از این تحقیق است. گارنیری و پیروتا (۲۰۰۸) نیز از شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی، شاخص انشعابات، برای بررسی تاثیر تکتونیک در چهار حوضه‌ی زهکشی در شمال شرق سیسیلی ایتالیا استفاده کردند. بررسی آن‌ها نشان داد که تکتونیک‌های فعال، نظم شبکه‌ی زهکشی را به هم می‌زنند و مقدار شاخص ناهنجاری زهکشی حوضه‌های تکتونیکی با فعالیت بالا، بیشتر از حوضه‌های تکتونیکی با فعالیت پایین است. و در ایران نیز افرادی چون رادفر و پورکرمانی (۱۳۸۴)، رضایی مقدم و احمدی (۱۳۸۵)، رجبی و همکاران (۱۳۸۵)، مختاری (۱۳۸۵)، روستایی و همکاران

¹ - Guarnieri, P., Pirrotta, C

² - Malik & Muhanty 20007

³ - Li, Youli. et al.

⁴ - Jamieson, et al.

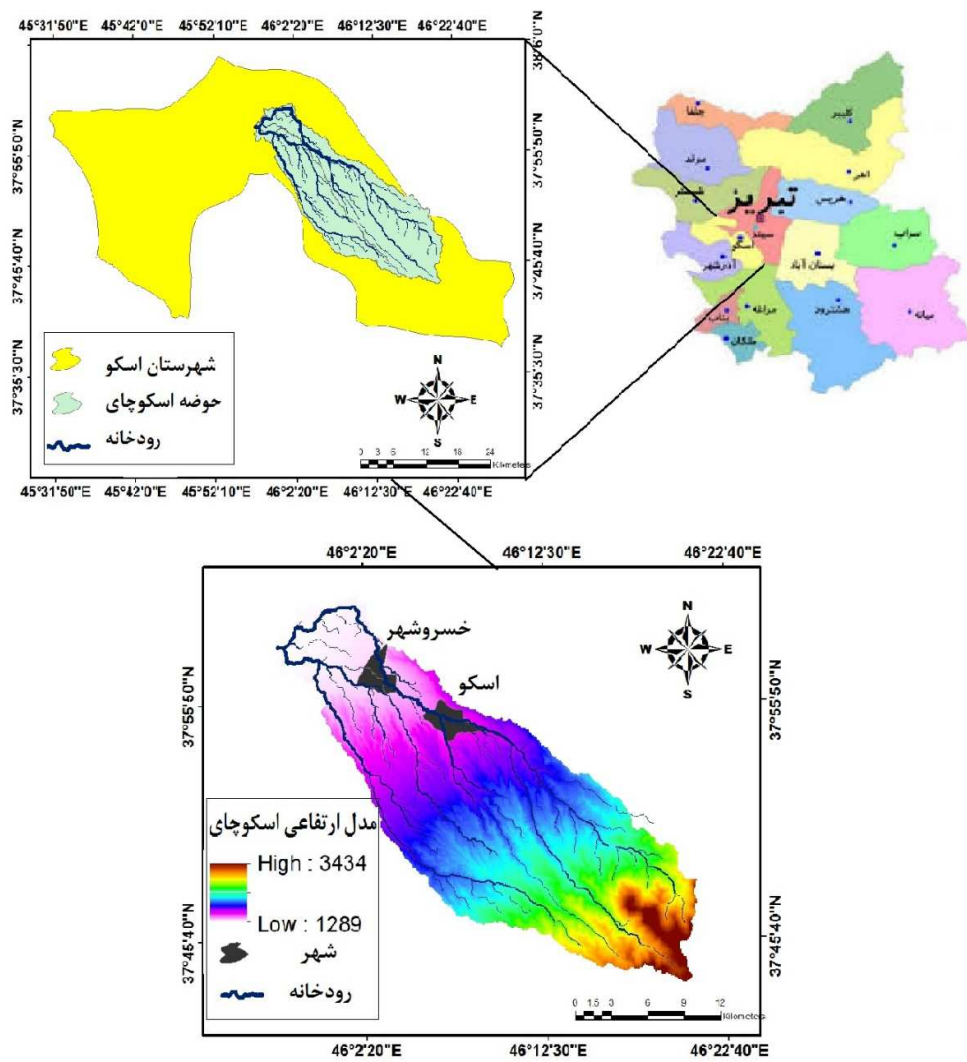
⁵ - Woldai, T., Dorjsuren, J.

⁶ - Delcaillau, et al.

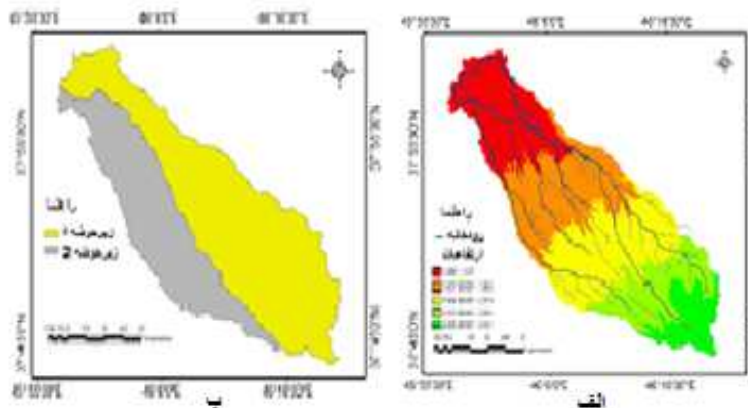
(۱۳۸۶)، کرمی (۱۳۸۸)، یمانی و علمی زاده (۱۳۹۰)، روستایی و همکاران (۱۳۹۴) و بسیاری دیگر به مطالعه‌ی نقش نئوتکتونیک با بکارگیری شاخص‌های ژئومورفولوژیکی پرداخته‌اند و به نتایج مورد انتظار دست یافته‌اند. حوضه آبریز اسکوچای در دامنه شمال شرق توده آتشفشانی سهند واقع شده است. مکانی است که فرصت مطالعه‌ی سیستماتیک را در مورد پیدایش و تحول کواترنری اشکال به وسیله فرآیندهای تکتونیک فراهم می‌سازد. در این زمینه قدم نخست، می‌تواند تحلیل شبکه‌های زهکشی و جبهه‌های کوهستانی با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک باشد. هدف از این پژوهش تعیین کمی شاخص‌های ژئومورفیک برای ارزیابی نسبی زمین‌ساخت فعال و توسعه توپوگرافی در گستره مورد بررسی است. به این منظور از داده‌های GIS مشاهدات صحرایی (ساختاری و ژئومورفولوژی) و... استفاده خواهد شد. آگاهی از شرایط نئوتکتونیک منطقه می‌تواند تا حدود زیادی از خسارت‌های جانی و مالی زمین‌لرزه‌ها کاسته و در کاهش خسارات ناشی از بلایای طبیعی دیگر نظیر حرکات دامنه‌ای موثر واقع شود. مطالعه و شناسایی فعالیت‌های نئوتکتونیک در رودخانه اسکوچای برای مقابله با تاثیرات احتمالی این حرکات مفید می‌باشد. با توجه به مطالب بالا این مطالعه سعی دارد تا با استفاده از چند شاخص ژئومورفولوژی میزان فعال بودن، نیروهای درونی را در حوضه اسکوچای مورد مطالعه و ارزیابی قرار دهد.

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز اسکوچای با مساحت ۴۵۵,۷۱ کیلومتر مربع در جنوب تبریز واقع شده است. دارای مختصات جغرافیایی ۳۷°۳۵' تا ۳۷°۵۵' درجه عرض شمالی و ۴۵°۴۲' تا ۴۶°۱۲' درجه طول شرقی کشیده شده است. رودخانه اسکو (اسکوچای) از جبهه ی شمالی سلطان داغی، که از رشته کوه‌های غربی سهند است، سرچشمه می‌گیرد. رودخانه کندوان هم که از ارتفاعات سهند غربی (ارشد داغی) جاری است به این رودخانه می‌پیوندد. دره اسکو یا چایپاره به علت جریان رودخانه اسکو دارای باغ‌های میوه حاصلخیز و مزارع و کشتزارهای پربرکت است و از مراکز عمده کشاورزی و باغداری حومه تبریز محسوب می‌شود. در این دره و در کنار اسکوچای، روستاهای با رونق و پُر جمعیتی نظیر میلان، باویل علیا، باویل سفلی، کله جاه، دیزج و بایرام قرار گرفته‌اند. عمده سنگ‌های تشکیل دهنده‌ی این حوضه آندزیت، خاکستر آتشفشانی، کنگلومرا که متعلق به دوران پلیوکواترنری هستند. آندزیت و داسیتیک آندزیت هم عمده سنگ تشکیل دهنده‌ی قلل مرتفع می‌باشد که متعلق به دوران ترشیاری (نئوژن) می‌باشد (نقشه‌ی زمین‌شناسی اسکو ۱:۱۰۰۰۰۰).



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی حوضه اسکوچای



شکل ۲: (الف) نقشه هیدرولوژی، (ب) نقشه زیرحوضه‌های حوضه‌ی اسکوچای

زمین‌شناسی و تکتونیک محدوده اسکوچای

اسکوچای از کوه سلطان داغی در شمال غرب رشته کوه سهند سرچشمه می‌گیرد. این رود از سازند Nga) آندزیت و داسیتیک آندزیت) شروع شده از روی سازندهای PLQ Ip (لاهار پامیسی) و PLQc (گنگلومرا همراه با لایه‌هایی از لاهار، توف، پامیس، خاکسترهای آتشفشانی همراه با آهک آب شیرین) می‌گذرد و رسوبات Qm (نهشته‌های بلوک ولکانیکی) را بجا گذاشته است و بر روی بستری از Qm (نهشته‌های بلوک ولکانیکی) در جریان است. این رود در مسیر خود از روستاهای آماقن، اسکندان، اسفنجان، فسقندیس و شهر اسکو و کلجاه و در نهایت از خسروشهر عبور کرده و به تلخه رود می‌ریزد. (نقشه زمین‌شناسی اسکو ۱:۱۰۰۰۰۰). در منطقه‌ی مورد مطالعه با بررسی نقشه‌ی زمین‌شناسی اسکو حدود ۸ گسل بزرگ و کوچک شناسی شد که البته در اطراف حوضه‌ی مورد مطالعه تعداد گسل‌ها بسیار بیشتر از این تعداد می‌باشد. یکی از گسل‌های شمال حوضه بر روی رودخانه اسکوچای قرار دارد و یکی دیگر از بزرگترین گسل‌ها در جنوب حوضه می‌باشد که دقیقاً از روی دو رود اصلی زیرحوضه‌ی پایین حوضه‌ی اسکوچای می‌گذرد. این گسل‌ها سازندهای آندزیت، پیروکسین آندزیت، داسیت و کنگلومرا را که متعلق به پلیوکواترنر و ترشیاری می‌باشند، قطع می‌کنند که نقش و تاثیر این گسل بر روی آبراهه‌ها با استفاده از شاخص‌هایی در این پژوهش بررسی خواهد (نقشه زمین‌شناسی اسکو ۱:۱۰۰۰۰۰).

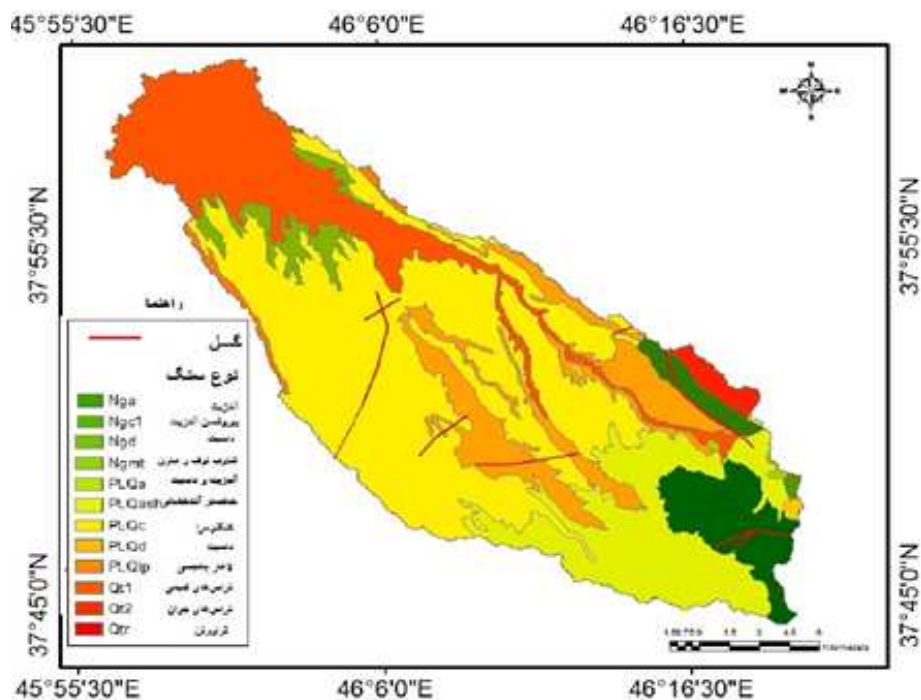
نقش تکتونیک جدید در مورفولوژی حوضه اسکوچای

نقش تکتونیک در شکل‌گیری و تغییر شکل مورفولوژی منطقه مورد مطالعه را میتوان حداقل در دو مقوله متذکر شد:

تنش‌های داخلی: بعد از خروج مواد گدازه‌ای ولکانیکی و انفجار آنها در سطح زمین در مرحله انجماد بنا به عللی از قبیل تغییرات شیمیایی گدازه‌ها و عکس‌العمل متفاوت کانی‌های متشکله در مقابل پدیده‌های انجماد و مهم‌تر از همه

در اثر تنش‌های داخلی، شکافها و درزهای اولیه سنگ‌های داسیتی و آندزیتی بوجود آمده‌اند. وجود این شکافها و درزهای بزرگ و حتی میکروسکوپی اولیه برای نفوذ آب و در نتیجه تخریب مکانیکی و متلاشی کردن سنگ‌های ولکانیکی مقاوم (داسیت و آندزیت) بهترین شرایط را فراهم آورده‌اند (رسولی، ۱۳۶۷). بعنوان مثال داسیت‌های موجود سلطان داغی حالتی متورق و فلسی را دارا هستند که ناشی از نحوه بجاگذاری این سنگ‌ها در زمان‌های متفاوت و نیز عملکرد تنش‌های داخلی در مرحله انجماد میباشد (رسولی، ۱۳۶۷).

تکتونیک شکننده: بعد از آخرین مرحله آتشفشانی و انجماد مواد گدازه ای در اثر عملکرد نیروهای داخلی تشکیلات مذکور در جهات مختلف و مقیاس‌های متفاوت تکتونیزه شده‌اند. اثرات ژئومورفولوژی تکتونیک در سنگ‌های مختلف یکسان نمی‌باشد. بعنوان مثال در مجاورت چوبان دره‌سی کوه سلطان داغی در اثر عملکرد نیروهای تکتونیک گسلی با جهت‌گیری جنوب‌غربی شمال‌غربی بوجود آمده است. در اثر این گسل دیواره‌ای عمود با ارتفاع بیشتر از ۴۰ متر را ایجاد کرده است، روی این دیواره آئینه گسل قابل تشخیص است (رسولی، ۱۳۶۷).



شکل ۳: نقشه زمین‌شناسی و گسل‌های حوضه اسکوچای (مأخذ: نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اسکو)

داده‌ها و روش‌ها

این پژوهش یک تحقیق بنیادی- کاربردی است که در آن برای بررسی تاثیرات نوزمین ساخت بر تغییرات بستر و ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی حوضه‌ی اسکوچای از روش‌های کتابخانه‌ای، تاریخی، شاخص‌های ژئومورفیک، شواهد

ژئومورفولوژیکی، بازدیدهای میدانی و... استفاده شده است. داده‌های مورد نیاز برای بررسی فعالیت‌های زمین ساختی منطقه از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ به دست آمده‌اند. نقشه‌ها با استفاده از نرم افزار Arc GIS ترسیم شدند. برای تحلیل و ارزیابی حرکات زمین‌ساختی در حوضه‌ی مورد مطالعه با توجه به اعتبار شاخص‌های ژئومورفیک در مطالعات، برای ارزیابی فعالیت‌های کواترنری حوضه اسکوچای از شاخص‌های ژئومورفیک مربوط به جبهه کوهستان، مانند نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (VF)^۱، شاخص‌های تحلیل شبکه‌های زهکشی از قبیل گرادیان طولی رودخانه (SL)^۲، عامل عدم تقارن حوضه (AF)^۳ و نسبت شکل حوضه (BS)^۴ استفاده شد و پس از محاسبه شاخص‌های مورد نظر، با استفاده از شاخص lat فعالیت نسبی تکنیک در حوضه اسکوچای ارزیابی شد.

شاخص شیب طولی رودخانه (SL)

شاخص SL به تغییرات شیب طولی رودخانه و شیب آبراهه حساس است و می‌تواند هرگونه بی‌نظمی را که در اثر فعالیت‌های تکنونیک یا مقاومت سنگ در شیب طولی آبراهه ایجاد شده است، نشان می‌دهد (کرمی، ۱۳۸۸). شاخص مذکور به قدرت رودخانه بستگی داشته و در سنگ‌های دارای مقاومت کم و یا در سنگ‌های یکسان از لحاظ مقاومت می‌تواند بیانگر حرکات تکنونیک فعال و جوان باشد (کلر و پینتر^۵، ۱۹۹۶). در این شاخص SL شیب طولی رودخانه (متر)، ΔH اختلاف ارتفاع بین دو نقطه اندازه‌گیری (متر)، ΔL طول مسیر اندازه‌گیری شده بین دو نقطه (متر) و L طول رودخانه از وسط منطقه‌ی اندازه‌گیری شده تا مرتفع‌ترین نقطه آبراهه در بالادست (متر) (گارسیا و تورتوسا^۶، ۲۰۰۸). این شاخص بالآمدگی منطقه را بر اثر فعالیت‌های تکنونیک نمایان می‌کند. میزان SL در مناطقی که حرکات تکنونیک فعال در تغییر شکل زمین موثر باشند، زیاد است. (کلر و پینتر، ۱۹۹۶). این شاخص به وسیله‌ی رابطه (۱) بیان می‌شود.

$$SL = (\Delta H / \Delta L) L \quad \text{رابطه (۱)}$$

^۱ - Ratio Of Valley-Floor Width To Valley Height

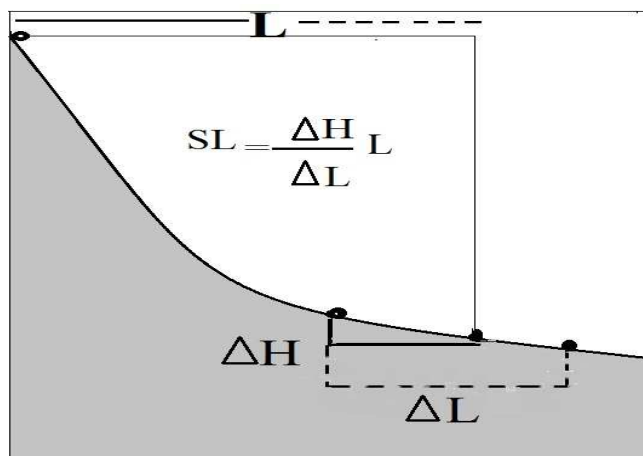
^۲ - Stream length- gradient Index

^۳ - Drainage Basin Asymmetry (Asymmetric Factor)

^۴ - Index of Drainage Basin Shape

^۵ - Keller & Pinter 1996

^۶ - Garsia-tortosa, F. J at el 2008



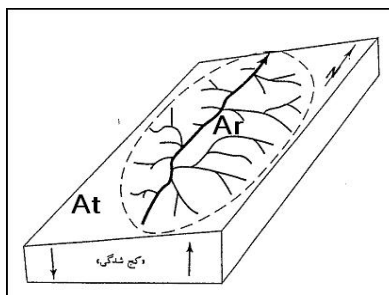
شکل ۴: محاسبه شاخص SL (سلیمانی، ۱۳۷۷)

شاخص عدم تقارن حوضه زهکشی AF

شاخص عدم تقارن روشی برای تشخیص کج شدگی ناشی از فعالیت های تکتونیکی در حوضه های زهکشی می باشد (همدونی و همکاران^۱، ۲۰۰۸: ۱۵۶). این شاخص امکان می دهد کج شدگی جانبی یک حوضه نسبت به مسیر اصلی رودخانه ثابت شود. این کج شدگی ممکن است با فعالیت گسل نرمال که موازی با جهت رودخانه اصلی است در ارتباط باشد (گارنیری و پیروتا، ۲۰۰۸). و با رابطه ۲ تعریف می شود.

$$AF = |50 - ([A_r \times 100] \div A_t)| \quad \text{رابطه (۲)}$$

AF = شاخص عدم تقارن حوضه A_r = مساحت حوضه (کیلومتر مربع) در سمت راست آبراهه اصلی، tA = مساحت کل حوضه (کیلومتر مربع)



شکل ۵: نحوه محاسبه شاخص Af (منبع: سلیمانی ۱۳۷۷)

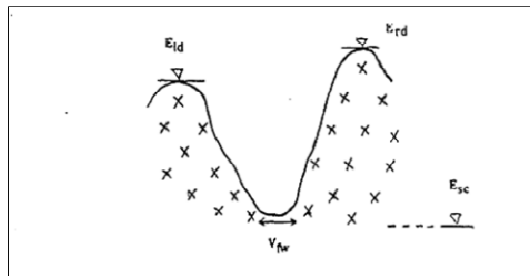
^۱ - Hamduni et al. 2008

شاخص نسبت پهناى کف دره به ارتفاع آن VF

شاخص نسبت پهناى کف دره به ارتفاع آن، دره‌های V شکلی را که در پاسخ به بالآمدگی، پایین دست خود را حفر می‌کنند، از دره‌های U شکلی که در اثر ثبات سطح اساس و آرامش تکنونیکى، فرسایش کناری در آن‌ها برتری دارد، متمایز می‌سازد (گارسیا-تورتوسا^۱، ۲۰۰۸). این شاخص به صورت رابطه ۳ بیان می‌شود.

$$VF = 2V_{fw} / [E_{ld} + E_{rd}] - 2E_{sc} \quad \text{رابطه (۳)}$$

VF = شاخص نسبت پهناى کف دره به ارتفاع آن = V_{FW} = پهناى کف دره (متر) ، E_{ld} و E_{rd} = ارتفاع متوسط خط تقسیم آب در سمت چپ و راست دره (متر) ، E_{sc} = ارتفاع متوسط کف دره از سطح آبهای آزاد (متر).



شکل ۶: نحوه محاسبه VF (سلیمانى، ۱۳۷۷)

نسبت شکل حوضه BS

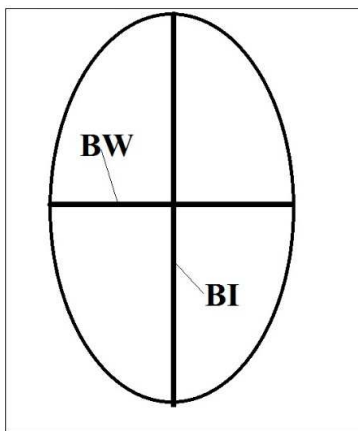
حوضه‌های فعال تکنونیکى شکل کشیده‌ای دارند. شکل حوضه در طول زمان با توقف میزان بالآمدگی، به تدریج دایره‌ای می‌شود (بوربک و اندرسون^۲، ۲۰۰۱). حوضه‌هایی که با مقادیر زیاد BS یعنی بیشتر از ۴ مشخص می‌شوند، از نظر تکنونیکى فعال هستند. زمانی که BS بین ۳ تا ۴ باشد از نظر فعالیت زمین‌ساختی در کلاس ۲ قرار دارند و مقادیر کمتر از ۳، حوضه‌های دایره‌ای شکل را نشان می‌دهند که از نظر فعالیت غیرفعال‌اند (همدونى و همکاران، ۲۰۰۸). این شاخص با رابطه ۴ بدست می‌آید.

$$BS = Bi / Bw \quad \text{رابطه (۴)}$$

BS = شاخص شکل حوضه = Bi = طول حوضه، فاصله پایین ترین ارتفاع حوضه تا دورترین نقطه از آن = Bw = عرض حوضه، در عرض ترین بخش آن.

¹ - Garsia-tortosa, F. J. at al. 2008

² - Burbank and Anderson, 2001



شکل ۷: محاسبه شاخص Bs (سلیمانی، ۱۳۷۷)

طبقه بندی شاخص ها بر اساس شاخص LAT

در طبقه بندی ارائه شده برای شاخص های Af، BS، Vf، Sl توسط همدونی و همکاران (۲۰۰۸)، این شاخص ها بر اساس مقدار کمی بدست آمده در سه کلاس ۱، ۲، ۳ طبقه بندی شده اند. در این طبقه بندی کلاس ۱ بالاترین فعالیت و کلاس ۳ کمترین فعالیت نئوتکتونیکی را دارا می باشند (جدول شماره ۱).

جدول ۱: طبقه بندی ارائه شده توسط همدونی و همکاران (۲۰۰۸)

شاخص ها	کلاس ۱	کلاس ۲	کلاس ۳
SL	میزان تغییرات	میزان تغییرات	بدون تغییرات
VF	$Vf < 0.5$	$Vf: 0.5 - 1$	$Vf > 1$
BS	$Bs > 4$	$Bs: 3 - 4$	$Bs > 3$
AF	$15 > Af - 50$	$15 - 70: Af - 50$	$70 < Af - 50$

شاخص lat بوسیله میانگین کلاس های مختلف شاخص های ژئومورفیک (S/n) بدست می آید و براساس مقدار بدست آمده از (S/n) به چهار کلاس تقسیم می گردد (جدول ۲) که در این تقسیم بندی کلاس ۱ با فعالیت بسیار بالای نئوتکتونیکی، کلاس ۲ با فعالیت نئوتکتونیکی بالا، کلاس ۳ با فعالیت نئوتکتونیکی متوسط و کلاس ۴ با فعالیت نئوتکتونیکی کمی فعال مشخص می شوند.

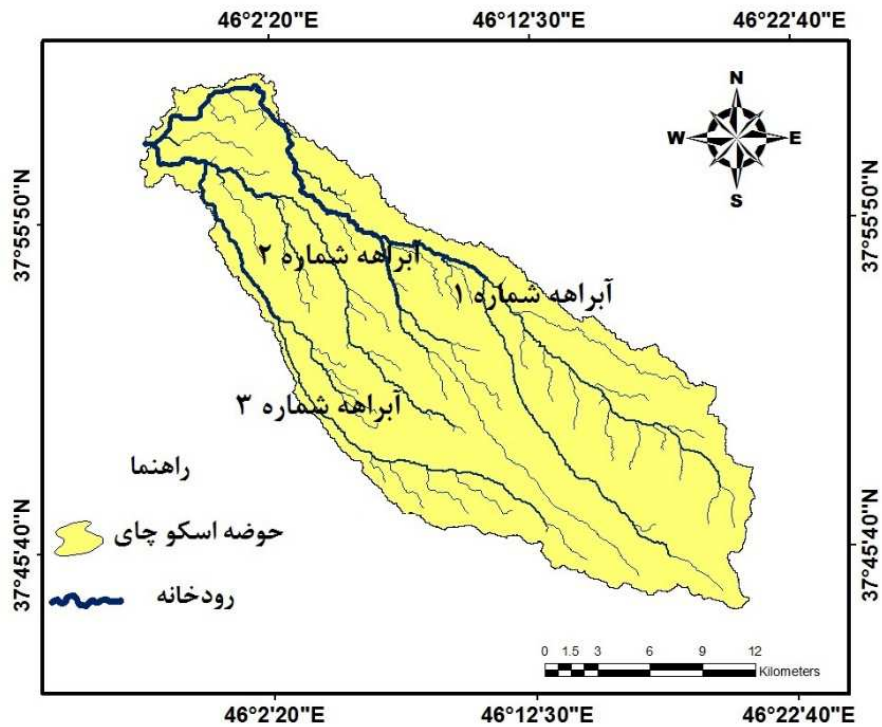
جدول ۲: طبقه بندی شاخص lat (ممدونی و همکاران ۲۰۰۸)

s/n	فعالیت زمین ساختی	رده
۱-۱,۵	خیلی بالا	۱
۱,۵-۲	بالا	۲
۲-۲,۵	متوسط	۳
>۲,۵	پایین	۴

نتایج و بحث

شاخص شیب طولی رودخانه SL

در این پژوهش شاخص SL برای ۳ رودخانه حوضه‌ی اسکوچای محاسبه شد. در این محاسبه ابتدا نیمرخ طولی رودخانه‌ها ترسیم شد (شکل ۱۰) و در فواصل معین ۲۰۰ متری میزان این شاخص برای تمام مسیر آبراهه‌های اصلی در محدوده دره اندازه گیری شده و از تمام SL های بدست آمده میانگین گرفته شد (جدول شماره ۳، ۴ و ۵).



شکل ۹: آبراهه‌های اصلی حوضه‌ی اسکوچای

جدول ۳: محاسبه شاخص SL برای آبراهه اصلی شماره ۱ حوضه اسکوچای

ارتفاع (m)	$\Delta H (m)$	$\Delta L (m)$	L(m)	SI
۲۸۰۰-۲۶۰۰	۲۰۰	۱۶۷۴,۶۶	۱۲۴۶,۷۷	۱۴۸,۸۹
۲۶۰۰-۲۴۰۰	۲۰۰	۲۴۲۱,۳۵	۳۶۰۳,۷۰	۲۹۷,۶۶
۲۴۰۰-۲۲۰۰	۲۰۰	۳۱۶۷,۰۰	۶۳۱۷,۱۰	۳۹۸,۹۳
۲۲۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰	۳۵۲۲,۱۴	۹۲۸۷,۶۳	۵۲۷,۳۸
۲۰۰۰-۱۸۰۰	۲۰۰	۵۱۵۸,۱۵	۱۴۰۹۰,۷۱	۵۴۶,۳۴
۱۸۰۰-۱۶۰۰	۲۰۰	۶۱۱۷,۲۸	۱۹۸۴۵,۴۸	۶۴۸,۸۳
۱۶۰۰-۱۴۰۰	۲۰۰	۷۶۷۹,۳۹	۲۶۱۴۹,۵۱	۶۸۱,۰۳

$$\Sigma = ۴۶۴,۱۵ \text{ m}$$

بر اساس تقسیم بندی همدونی (۲۰۰۸) برای شاخص SL، با مقدار نتیجه حاصله این منطقه جز کلاس ۲ قرار می گیرد و منطقه با ناهنجاری کم شناخته می شود. شاخص شیب رودخانه از پارامترهای ژئومتریک مهم برای بیان تفاوت های نسبی بالآمدگی در مناطق مختلف بوده ولی صرفاً بیانگر فعالیت تکتونیکی نیست؛ بلکه نقش عوامل دیگر مثل لیتولوژی را نیز بیان می کند. در حالت کلی این شاخص برای نشان دادن تغییرات شیب بستر رودخانه ها به کار می رود. در آبراهه شماره ۱ یکی از دلایل بالا بودن مقدار شاخص را می توان تاثیرات لیتولوژی منطقه در نظر گرفت زیرا آبراهه در روی بستری قرار دارد که تغییرات لیتولوژیکی در آن زیاد است. بنابراین علاوه بر عامل تکتونیک، تفاوت لیتولوژیکی هم در مقدار این شاخص تأثیر دارد (مأخذ: نویسندگان).

جدول ۴: محاسبه شاخص SL برای آبراهه اصلی شماره ۲ حوضه اسکوچای

ارتفاع (m)	$\Delta H (m)$	$\Delta L (m)$	L(m)	SI
۲۰۰۰-۱۸۰۰	۲۰۰	۵۱۴۶,۳۰	۳۷۹۵,۰۸	۱۴۷,۴۸
۱۸۰۰-۱۶۰۰	۲۰۰	۴۰۵۴,۳۸	۸۲۵۱,۵۹	۴۰۷,۰۴
۱۶۰۰-۱۴۰۰	۲۰۰	۶۱۷۵,۵۷	۱۲۶۰۹,۷۹	۴۰۸,۳۷

$$\Sigma = ۳۲۰,۹۶ \text{ m}$$

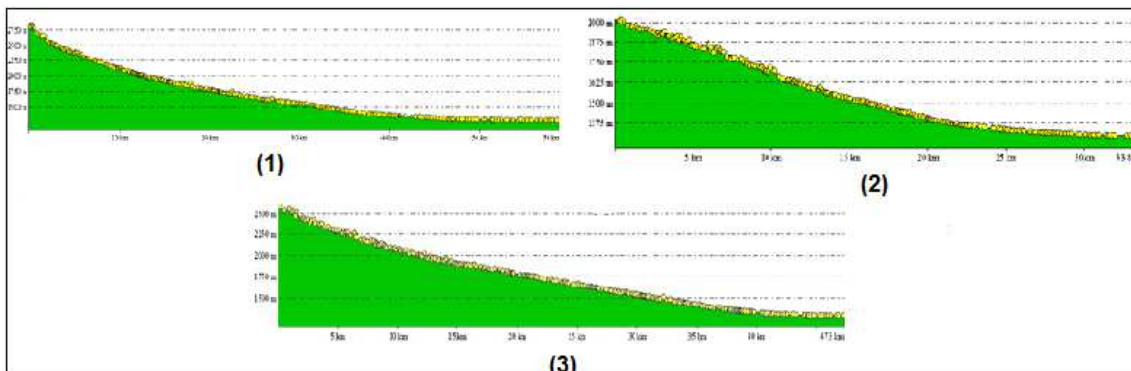
مقدار به دست آمده از شاخص SL برای آبراهه ۲ با توجه به طبقه بندی همدونی (۲۰۰۸) در کلاس ۲ یعنی با تغییرات کم قرار می گیرد (مأخذ: نویسندگان).

جدول ۵: محاسبه شاخص SL برای آبراهه اصلی شماره ۳ حوضه‌ی اسکوچای

ارتفاع (m)	$\Delta H (m)$	$\Delta L (m)$	L(m)	SI
۲۶۰۰-۲۴۰۰	۲۰۰	۲۱۴۲٫۸۵	۱۴۳۶٫۶۷	۱۳۴٫۰۸
۲۴۰۰-۲۲۰۰	۲۰۰	۳۳۴۹٫۷۶	۴۳۸۹٫۵۷	۲۶۲٫۰۸
۲۲۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰	۴۳۴۲٫۷۲	۷۹۹۰٫۴۲	۳۶۷٫۹۹
۲۰۰۰-۱۸۰۰	۲۰۰	۵۱۵۸٫۶۴	۱۳۶۸۱٫۴۱	۵۳۰٫۴۲
۱۸۰۰-۱۶۰۰	۲۰۰	۶۲۲۵٫۸۲	۱۹۱۴۷٫۵۰	۶۱۵٫۱۹
۱۶۰۰-۱۴۰۰	۲۰۰	۶۹۱۴٫۵۸	۲۴۸۸۳٫۳۰	۷۱۹٫۷۳

$$\Sigma = ۴۳۸٫۲۴ \text{ m}$$

با توجه به مقدار به دست آمده از شاخص SL می‌توان آبراهه‌ی ۳ را با توجه به طبقه‌بندی همدونی (۲۰۰۸) در کلاس ۲ یعنی با تغییرات کم طبقه‌بندی کرد (مأخذ: نویسندگان).



شکل ۱۰: نیمرخ‌های طولی آبراهه حوضه‌ی اسکوچای (مأخذ: نویسندگان)

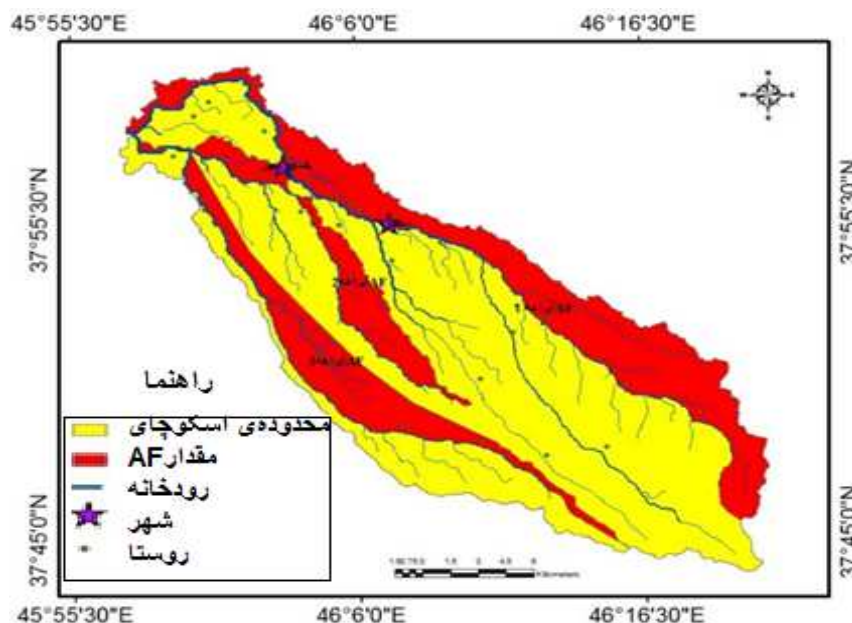
شاخص عدم تقارن حوضه زهکشی AF

چنانچه حوضه‌ای تحت شرایط ثابت، بدون کج شدگی و یا انحراف اندک تحول یابد، مقدار AF مساوی یا نزدیک ۵۰ است و مقادیر بیشتر یا کمتر از ۵۰ کج شدگی یا انحراف را مشخص می‌سازد. از نظر فعالیت‌های تکتونیکی، AF-50 > 15 کلاس یک و فعال را نشان می‌دهد. در حالی که 7 < AF-50 < 15 باشد کلاس دو و فعالیت متوسط آن حوضه را بیان می‌کند. توقف فعالیت و آرامش تکتونیکی، زمانی مشخص می‌شود که 7 < AF-50 است (همدونی و همکاران، ۲۰۰۸).

جدول ۶: مقادیر محاسبه شده شاخص AF برای سه آبراهه اصلی حوضه اسکوچای

نام منطقه	$A_t \text{ Km}^2$	$A_r \text{ Km}^2$	Af %	وضعیت تکنیکی
آبراهه شماره ۱	۲۹۰,۳۳	۸۲,۹۸	۲۸,۴۰	فعال
آبراهه شماره ۲	۱۶۴,۹۸	۲۷,۷۹	۱۶,۵۴	فعال
آبراهه شماره ۳	۱۶۴,۹۸	۴۵,۱۳	۲۷	فعال

مقادیر محاسبه شده این شاخص برای ۳ آبراهه اصلی حوضه اسکوچای در جدول ۶ آورده شده است و همچنین شکل ۱۱ نیز نمایش گرافیکی از وضعیت این شاخص را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل دیده می‌شود، میزان عدم تقارن در همهی بخش‌های یک حوضه معین یکسان نیست. با توجه به مقادیر بدست آمده برای هر سه آبراهه و با استفاده از طبقه‌بندی همدونی (۲۰۰۸) تمام آبراهه‌ها در کلاس ۱ و فعال قرار می‌گیرند (مأخذ، نویسندگان).



شکل ۱۱: نقشه شاخص عدم تقارن حوضه برای سه رود اصلی حوضه اسکوچای (مأخذ: نویسندگان)

شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن VF

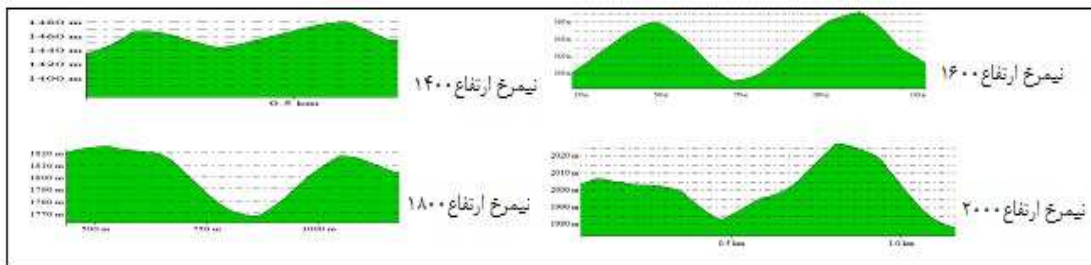
نیمرخ عرضی دره‌ها با استفاده از نسبت کف به ارتفاع (VF) تعریف می‌شود. این نسبت شاخصی را فراهم می‌کند که حفر پایین دست رودخانه در اثر پایین افتادن سطح اساس و فرسایش کناری دامنه‌های مجاور رودخانه را نشان می‌دهد. این شاخص دره‌ها را براساس نسبت پهنای بستر به ارتفاع آن به صورت دره‌های U شکل با کف نسبتاً پهن و دره‌های V شکل از همدیگر متمایز می‌سازند. از آنجایی که بالآمدگی با حفر بستر آبراهه‌ها ارتباط دارد، کم بودن

مقدار شاخص VF نشان‌دهنده‌ی مقادیر زیاد بالآمدگی، حفر دره و وجود فعالیت تکتونیکی است. جداول ۷، ۸ و ۹ مقادیر محاسبه شده این شاخص برای ۳ آبراهه‌ی اصلی حوضه‌ی اسکوچای را نشان می‌دهد. شکل‌های ۱۲، ۱۳ و ۱۴ نیمرخ‌های عرضی دره‌هایی که محل انجام محاسبات بوده را نشان می‌دهند.

جدول ۷: مقادیر شاخص Vf رود اصلی شماره ۱ حوضه‌ی اسکوچای

Eld(m)	Erd(m)	Esc(m)	Vfw(m)	VF
۲۹۴۹,۱۰	۲۹۴۱,۶۲	۲۷۷۷,۲۲	۸۴,۳۵	۰,۵۰
۲۵۶۴,۳۹	۲۶۷۷,۲۲	۲۴۹۶,۶۹	۳۹,۰۶	۰,۳۱
۲۲۲۹,۰۴	۲۲۲۵,۱۹	۲۱۵۳,۲۹	۵۱,۰۶	۰,۶۹
۱۸۰۸,۳۲	۱۷۸۰,۴۵	۱۷۶۵,۸۹	۳۲,۰۶	۱,۱۲
۱۳۹۰,۶۲	۱۳۸۸	۱۳۸۴,۹۳	۳۰,۵۵	۶,۹۷

برای محاسبه این شاخص ابتدا برای اولین آبراهه‌ی اصلی با توجه به منحنی‌میزان‌ها در فواصل ۴۰۰ متری در ارتفاعات ۱۴۰۰، ۱۸۰۰، ۲۲۰۰، ۲۶۰۰، ۳۰۰۰ متر، نیمرخ‌های عرضی ترسیم شد و سپس محاسبات روی آن‌ها صورت گرفت. که در زیر نیمرخ‌ها آورده شده است. با توجه به میانگین بدست آمده از مقادیر محاسبه شده شاخص VF برای آبراهه شماره ۱ حوضه‌ی اسکوچای مقدار ۱,۹۱ بدست آمد که در طبقه‌بندی همدونی (۲۰۰۸) در کلاس ۳ و بودن تغییرات قرار می‌گیرد (مأخذ: نویسندگان).

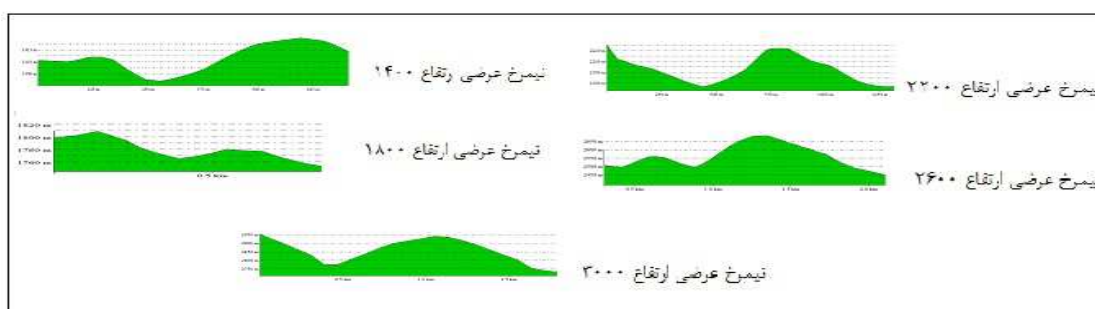


شکل ۱۲: نیمرخ‌های عرضی محل محاسبه شاخص VF آبراهه شماره ۱ (مأخذ: نویسندگان)

جدول ۸: مقادیر شاخص Vf رود اصلی شماره ۲ حوضه‌ی اسکوچای

Eld(m)	Erd(m)	Esc(m)	Vfw(m)	VF
۲۰۰۰,۵۲	۲۰۲۶,۳۲	۱۹۸۳,۱۱	۱۷,۸۳	۰,۵۸
۱۸۱۹,۵۰	۱۸۱۶,۹۴	۱۷۶۷,۰۷	۳۰,۷۶	۰,۶۰
۱۶۶۰,۱۹	۱۶۷۰,۱۲	۱۵۹۲,۹۷	۴۱,۱۶	۰,۵۷
۱۴۶۸,۷۷	۱۴۷۹,۹۲	۱۴۴۵,۱۲	۴۷,۳۵	۱,۶۲

برای دومین آبراهه اصلی در حوضه اسکوچای با توجه به فواصل منحنی میزانها در فواصل ۲۰۰ متری در ارتفاعات ۲۰۰۰، ۱۸۰۰، ۱۶۰۰، ۱۴۰۰ متری نیمرخهای عرضی ترسیم شد و محاسبات روی آنها صورت گرفت که در زیر آمده است. با توجه به میانگین بدست آمده از مقادیر محاسبه شده شاخص VF برای آبراهه شماره ۲ حوضه اسکوچای مقدار ۰٫۸۴ بدست آمد که در طبقه‌بندی همدونی (۲۰۰۸) در کلاس ۲ و با تغییرات کم قرار می‌گیرد (مأخذ: نویسندگان).

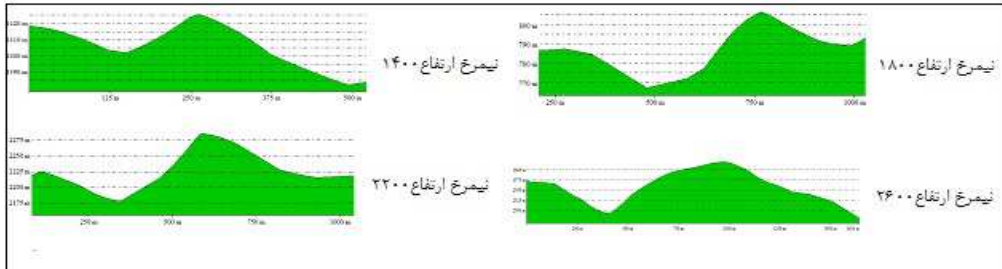


شکل ۱۵: نیمرخهای عرضی محل محاسبه شاخص VF آبراهه شماره ۲ (مأخذ: نویسندگان)

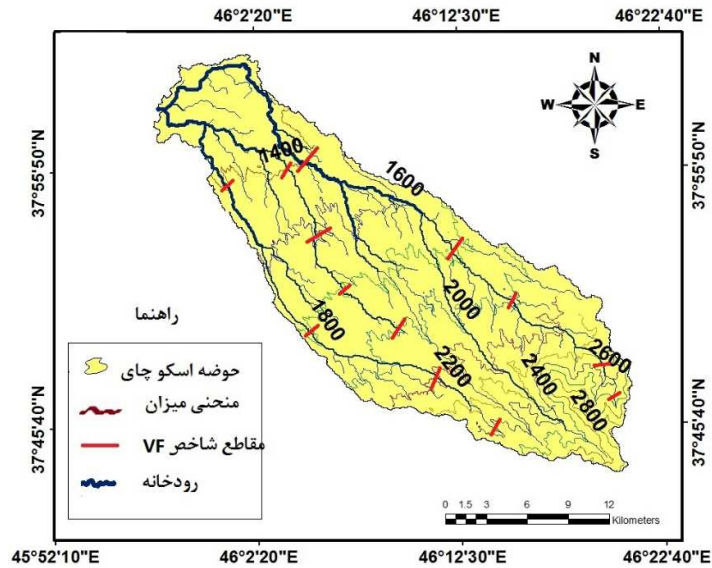
جدول ۹: مقادیر شاخص Vf رود اصلی شماره ۳ حوضه اسکوچای

Eld(m)	Erd(m)	Esc(m)	Vfw(m)	VF
۲۵۶۶٫۵۴	۲۶۱۶٫۸۲	۲۴۹۱٫۵۰	۴۰٫۱۹	۰٫۴۰
۲۲۲۵٫۷۱	۲۲۸۲٫۷۷	۲۱۷۹٫۱۵	۲۴٫۰۷	۰٫۳۲
۱۷۸۷٫۳۶	۱۸۰۶٫۱۶	۱۷۶۷٫۲۲	۲۴٫۵	۰٫۹۴
۱۴۱۷٫۶۱	۱۴۲۴٫۶۱	۱۴۰۱٫۶۸	۳۱٫۰۱	۱٫۵۹

برای سومین آبراهه اصلی در حوضه اسکوچای نیز با توجه به منحنی‌میزانهای منطقه با فاصله ۴۰۰ متری در ارتفاعات ۲۶۰۰، ۲۲۰۰، ۱۸۰۰، ۱۴۰۰ متری نیمرخهای عرضی ترسیم و محاسبات مربوط به آنها انجام شد. با توجه به میانگین بدست آمده از مقادیر محاسبه شده شاخص VF برای آبراهه شماره ۳ حوضه اسکوچای مقدار ۰٫۸۱ بدست آمد که در طبقه‌بندی همدونی (۲۰۰۸) در کلاس ۲ و با تغییرات کم قرار می‌گیرد (مأخذ: نویسندگان).



شکل ۱۶: نیمرخ‌های عرضی محل محاسبه شاخص VF آبراهه شماره ۳ (مأخذ: نویسندگان)

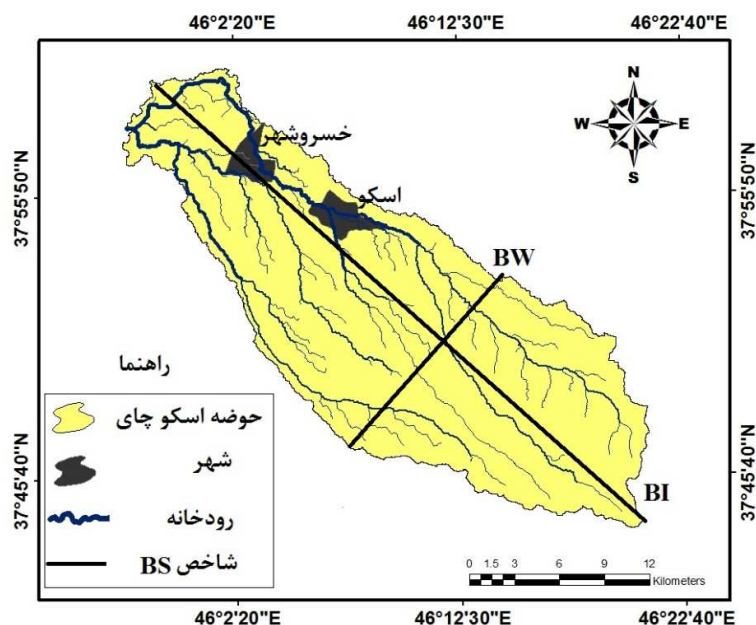


شکل ۱۷: مقاطع شاخص VF سه آبراهه‌ی حوضه‌ی اسکوچای (مأخذ: نویسندگان)

نسبت شکل حوضه (BS)

جدول ۱۰: مقادیر شاخص BS در حوضه‌ی مورد مطالعه

نام حوضه	Bi	Bw	Bs	طبقه بندی
اسکوچای	m۴۴۶۷۴,۹۵۶	m۱۴۷۷۴,۶۱۶	۳,۰۲	کلاس ۲



شکل ۱۸: نقشه شاخص BS اسکوچای (مأخذ: نویسندگان)

طبقه‌بندی شاخص‌ها بر اساس شاخص LAT

بر اساس شاخص lat فعالیت های نئوتکتونیکی منطقه مورد مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن در جدول شماره ۱۱ آمده است.

جدول ۱۱: طبقه بندی شاخص ها ژئومورفیک منطقه مورد مطالعه بر اساس شاخص lat

نام حوضه	کلاس شاخص ها				S/n	LAT
	Sl	Af	Vf	Bs		
اسکوچای	کلاس ۲	کلاس ۲	کلاس ۲	کلاس ۲	۲	۲

بر اساس محاسبات صورت گرفته و ارزیابی مقادیر بدست آمده از شاخص‌های محاسبه شده بر روی سه رودخانه اصلی موجود در حوضه‌ی اسکوچای و با ارزیابی مقادیر بدست آمده با جدول ۱ و ۲ حوضه مورد مطالعه دارای فعالیت تکتونیکی بالا می باشد و در رده ی ۲ قرار می گیرد (جدول ۱۱).

نتیجه‌گیری

هر یک از شاخص‌های فوق یک طبقه‌بندی نسبی از فعالیت‌های نئوتکتونیک را ارائه می‌دهد. برای اطمینان از صحت عدد کمی بدست آمده از این شاخص‌ها نتایج آنها توسط شاخص LAT و شواهد ژئومورفولوژیکی حاصل از تکنونیک فعال مورد ارزیابی قرار گرفتند. در اینجا بر طبق محاسبات صورت گرفته و مقادیر به دست آمده از شاخص‌های ژئومورفیک و طبقه‌بندی میزان آنها، نشان‌دهنده‌ی فعال بودن نئوتکتونیک در حوضه به صورت بالآمدگی و فعالیت گسل‌ها می‌باشد و حوضه‌ی اسکوچای دارای فعالیت بالای نئوتکتونیک می‌باشد و براساس طبقه‌بندی LAT در کلاس ۲ قرار می‌گیرد. براین اساس، شواهد ژئومورفولوژیکی حاصل از فعالیت گسل و سطوح آبرفتی شکل گرفته و تحول یافته توسط حرکات نئوتکتونیک نشان‌دهنده‌ی وجود و ادامه‌ی حرکات نئوتکتونیک فعال در دوران کواترنری و عصر حاضر در حوضه‌ی مورد مطالعه می‌باشد. در میان شاخص‌های اندازه‌گیری شده شاخص SL (۴۰۷,۷۳) در مقایسه با دیگر شاخص‌ها نتیجه‌ی خوبی نداشت که همانطور که گفته شد از دلایل آن واقع شدن رودخانه در دره و کم بودن شیب رودخانه و همینطور شیب توپوگرافی منطقه و وجود رودخانه در بستری از رسوبات دوران کواترنری دانست که این عوامل همگی در میزان شاخص SL تاثیر گذار است.

همانطور که در نیمرخ‌های طولی رودخانه‌ها و مقادیر محاسبه شده شاخص SL در جدول ۳، ۴ و ۵ آورده شده است، تغییر و توزیع آن در همه‌ی بخش‌های منطقه یکسان نیست که حاکی از تنوع شرایط تکتونیک و لیتولوژیکی منطقه است. در زیر حوضه شماره ۱ در بالادست حوضه میزان تغییرات SL به دلیل تغییرات شیب زیاد است که در این بخش به دلیل تفاوت لیتولوژیکی و اختلاف فرسایش واحدهای لیتولوژیکی است. در زیر حوضه‌ی شماره ۲ تغییرات ناگهانی SL در رود اصلی شماره ۲ به دلیل وجود گسل بزرگی است که از روی این رود می‌گذرد همچنین تغییرات شدید SL در بخش میانی رود شماره ۳ در زیرحوضه ۲ نیز به دلیل وجود همین گسل بزرگ در جنوب حوضه اسکوچای است. تغییرات SL در بخش‌های میانی حوضه به دلیل اختلاف فرسایش واحدهای لیتولوژیکی است که واحدهای اصلی عمدتاً دارای مقاومت کم تا متوسط در برابر فرسایش می‌باشند. به طور کلی با ارزیابی شاخص SL منطقه با استفاده از شاخص IAT، منطقه در کلاس ۲ و با تغییرات کم طبقه‌بندی شد.

شاخص VF برای هر رود در چند نقطه اندازه‌گیری شده است و مقادیر محاسبه شده برای هر رودخانه در هر زیرحوضه تفاوت زیادی باهم دارند که نشان‌دهنده‌ی این است که میزان فعالیت تکتونیک و فرسایشی در همه بخش‌های یک حوضه باهم برابر نیست، اما می‌توان روند کلی تغییرات را بدست آورد (جدول ۷، ۸ و ۹). بخش‌های شمالی حوضه دارای مقادیر VF کوچکتری هستند که نشان‌دهنده‌ی فعالیت تکتونیک بیشتر در بخش‌های شمالی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. همچنین مقادیر محاسبه شده در زیرحوضه شماره ۲ کمتر از زیرحوضه شماره ۱ می‌باشد که این نیز نمایانگر فعالیت تکتونیک بیشتر در سمت چپ منطقه مورد مطالعه می‌باشد. مقدار بدست آمده میانگین شاخص VF هر سه رود ۱,۱۸ است که در طبقه بندی توسط شاخص IAT در کلاس ۳ یعنی بدون تغییرات ارزیابی شد که البته به مقدار بدست آمده تاثیر فرسایش را هم در شکل‌گیری دره‌ها نباید نادیده گرفت. با توجه به اینکه محدوده‌ی مورد مطالعه در دامنه کوه آتشفشانی قرار دارد و سنگ‌های تشکیل دهنده‌ی آن عمدتاً دارای

مقاومت متوسط تا کم در برابر فرسایش هستند (داسیتیک، کنگاومرا با میان لایه های توف و مارن و ...) لذا در مقادیر بدست آمده تاثیر فرسایش بسیار مهم است. مقدار شاخص شکل حوضه BS در منطقه‌ی مورد مطالعه ۳,۰۲ بدست آمد که با استفاده از شاخص IAT در کلاس ۲ یعنی با میزان تغییرات کم ارزیابی می‌شود و شکل حوضه تقریباً کشیده است (شکل ۱۸).

شاخص AF برای هر سه رود اصلی محاسبه شد و با توجه به جدول ۶ و شکل ۱۱ مقادیر نشان‌دهنده‌ی عدم تقارن هر سه رود اصلی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. با ارزیابی مقادیر بدست آمده توسط شاخص LAT منطقه از نظر تکتونیکی فعال می‌باشد. اما میزان فعالیت‌های تکتونیکی در سمت راست حوضه بیشتر از سمت چپ حوضه ارزیابی می‌شود میانگین مقدار شاخص AF هر سه رود (۳۸,۵۳) که با میزان متوسطی که بدست آمده نشانگر کج شدگی تکتونیکی حوضه می‌باشد. به طور کلی مقادیر کمی به دست آمده از شاخص‌های ژئومورفیک توسط شواهد ژئومورفیک همچون تغییرات در نیمرخ طولی رودخانه، عدم تقارن رودخانه اصلی، عدم تقارن شبکه زهکشی، طول بیشتر رودخانه‌ها در سمت چپ رودخانه اصلی، تغییرات میزان عمق و پهنای بستر رودخانه همگی حاکی از ادامه فعالیت‌های نئوتکتونیکی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. با توجه به اینکه حوضه آبریز مورد بر روی دامنه آتشفشانی قرار گرفته است در نتیجه یکی از عمده ترین عوامل موثر در تغییر پارامترهای مورفومتریک ویژگی های فیزیوگرافیک آتشفشان و نوع رخساره های خروجی از دهانه آتشفشان (گدازه ، خاکستر ، ایگنبریت و...) می باشد . لذا نتیجه گیری محض فعالیت های تکتونیکی از آن نمی تواند چندان صحیح باشد ولی با این حال بکارگیری شاخص های مورفومتریک ابزاری مناسبی برای برآورد فعالیت حوضه های آبریز می باشد.

منابع

- آبدیده، محمد، قرشی، منوچهر، رنگزن، کاظم، آرن، مهران (۱۳۹۰)، ارزیابی نسبی زمین‌ساخت فعال با استفاده از تحلیل ریخت‌سنجی، بررسی موردی حوضه آبریز رودخانه دز، جنوب باختری ایران، علوم زمین، شماره ۸۰، تهران.
- سلیمانی، شهریار (۱۳۷۷)، رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیکی فعال و جوان با نگرشی بر مقدمات دیرینه شناسی، چاپ اول، تهران، انتشارات موسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- کرمی، فریبا (۱۳۸۸)، ارزیابی ژئومورفیک فعالیت‌های تکتونیکی در حوضه زهکشی سعیدآبادچای، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۹، تهران.
- رادفر، شهباز، پورکرمانی، محسن (۱۳۸۴)، ریخت زمین ساخت گسل کوهبنان، علوم زمین، شماره ۵۷، تهران.
- رجبی، معصومه، روستایی، شهرام، مقامی مقیم، غلامرضا (۱۳۸۵)، تحلیل فعالیت‌های نئوتکتونیکی در دامنه‌های جنوبی ارتفاعات آلاداغ در جنوب شرق ایران، جغرافیا و توسعه، زاهدان.
- رسولی، علی اکبر (۱۳۶۷)، بررسی ژئومورفولوژی دامنه‌های شمال غرب سهند حوضه‌ی اسکوچای، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تبریز
- رضایی مقدم، محمدحسین، احمدی، محمد (۱۳۸۵)، تحلیل ژئومورفولوژی کمی الگوی زهکشی شبکه آبراه‌های به کمک زاویه برخورد آنها در زیر حوضه سرباس، استان کرمانشاه، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۱، مشهد.

- روستایی، شهرام، رجبی، معصومه، زمردیان، محمدجعفر، مقامی مقیم، غلامرضا (۱۳۸۶)، نقش فعالیت‌های تکتونیکی در شکل‌گیری و گسترش مخروط‌افکنه‌های دامنه‌های جنوبی آلاداغ، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۳، زاهدان.
- روستایی، شهرام، رجبی، معصومه، سمندر، نسرين (۱۳۹۴)، بررسی نقش عوامل مؤثر در تحول ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه و بستر حوضه‌ی اسکوچای، هیدروژئومورفولوژی، شماره ۲، صص ۴۱-۶۰.
- مختاری کشکی، داود (۱۳۸۵)، کاربرد شاخص‌های ریخت‌سنجی در تعیین میزان فعالیت گسل‌ها، مورد نمونه: گسل شمالی میشو، علوم زمین، شماره ۵۹، تهران.
- یمانی، مجتبی، علمی زاده، هیوا (۱۳۹۰)، بررسی علل ناپایداری آبراهه‌ها در سطح دلتای رود کل، غرب بندرعباس، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، شماره ۷۸، تهران.
- نقشه‌ی زمین‌شناسی اسکو ۱:۵۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی.
- نقشه توپوگرافی اسکو ۱:۵۰۰۰۰، برگ 5265IV.

- Burbank, D. W., Anderson, R.S, (2001), Tectonic Geomorphology, Blackwell Science
- Delcaillau, B., Carozza, J.M., Laville, E., (2006), Recent fold growth and drainage development: The Janauri and Chandigarh anticlines in the Siwalik foothills, northwest India, journal of Geomorphology, 76, 241-256
- Garsia-tortosa, F. J., Alfaro, P., Galindo-Zaldivar, J., Gilbert, Lopez- Garrido A.C., Sanz de Galdeano. C., Urena, M., (2008), Geomorphologic Evdence of the Avtive Baza Fault (Betic Cordillera, South Spain), Journal of Geomorphology, 97, 374-391
- 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), Journal of Geomorphology, 95, 260-273.
- Hamdouni, R. E., Irigaray, C. Fernandaz, T., Chacon, T., Keller, E. A., (2008), Assessment of Relative Active Tectonic, South West Border of the Sierra Nevada (Southern Spain), Journal of Geomorphology, 96, 150-173.
- Jamieson, S.S.R., Sinclair, H.D., Kirstein, L.A., Purves, R.S, (2004), Tectonic Forcing of Longitudinal Valleys in the Himalaya, morphological Analysis of the Ladakh Batholith, North India, Journal of Geomorphology, 58, 49-65.
- Keller, E. A. & Pinter, N., (1996), Active tectonics, earthquake, uplift and landscape, Prentice Hall Publication, London .338
- Li, Youli. Yang, Jingchun. Tan, Lihua. Duan, Fengian. (1999), Impact of tectonics on alluvial landforms in Hexi corridor, Northwest China, Journal of Geomorphology Vol 28.
- Malik, J.N., Mohanty, C. (2007), Active tectonic influence on the evolution of drainage and landscape: geomorphic signature from frontal and hinterland areas along the northwestern Himalaya, India, Journal of Asian Earth Sciences, 29, 604-618.
- Woldai, T., Dorjsuren, J. (2004), Application of Remotely Sensed Data for Neotectonics Study in Western Mongolia, ISPRS XX congress, 12- 23 july2004, Istanbul, Turkey.

Study of active tectonic Osku chay basin with using indicators Geomorphic and evidence Geomorphologic

Nasrin Samandar¹, Shahram roostaei*²

1- PhD student of Geomorphology (Geomorphic Hazards), University of Tabriz

2- Professor of Geomorphology, Tabriz, University of Tabriz

Email: roostaei@tabrizu.ac.ir

Received: 2015.01.29

Accepted: 2016.07.02

Abstract

Changes bed rivers feature the main river geomorphology are the most discussion. A river system is highly sensitive to changes in response to movement of the Earth's land, build geomorphologic features of structural changes with substrate and substrate changes be self. Geomorphologic parameters are allowed to geomorphologists to be able to evaluate different areas of tectonic activity and enable them to identify shapes and transformation. In this study, using digital elevation model (DEM) and satellite image and GIS (GIS to assess the potential of making a new field of application geomorphic changes of the river bed and geomorphological features will Osku chay. Using Digital Elevation Model DEM application environment Arcgis9.3 maps of slope, topography, and drainage sub-basins with different degrees estrahler method will provide, for mapping faults from maps 1/100000 Geological Survey will use. After determining the direction of the flow channel and the number of them in any way, the parameters of the anomaly index will be used for Osku chay River. River sinuosity S, River defines the extent of the balance. Stream length gradient index river SL, tool for the study of tectonic geomorphology, Drainage basin asymmetry index channel AF, evaluation drainage in terms of tilting of tectonic, Ratio of valley floor width to valley height VF, indication of the valley floor of the V or U shape and the resulting impact tectonic activity in the formation of the valley V-shaped, shape index Basin BS show that represents a circular or elongate the basin, the influence of tectonic activity. data analysis of topographic, river systems region and geomorphologic evidence of field observations and by parameters on three major river osku chay basin and evaluate them using LAT indicators that the situation in the morphology sub-basin geomorphology, a channels and the indicators in the study have an effective role in the end, according to surveys found that back as recently as 1990 of the study active tectonic zones.

Key words: Neo Structure, Geomorphic Indicators, River Osku chay.