

تحلیل کمی تأثیر تکتونیک و لیتولوژی بر نیمرخ طولی رودخانه‌ی قلعه چای

معصومه رجبی^۱، مریم انصاری^{۲*}

۱- گروه ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲- گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران،

ansarimaryam149@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۱

چکیده

سیستم‌های رودخانه‌ای به مقدار زیادی تحت تأثیر تکتونیک فعال قرار می‌گیرند و با استفاده از میزان انحراف آن‌ها می‌توان میزان و خصوصیات فعالیت‌های تکتونیکی اخیر را تعیین نمود. نیمرخ طولی رودخانه‌ها بوسیله‌ی لیتولوژی، تجدید فرآیندهای فرسایشی ناشی از تکتونیک و پایین رفتن سطح آب متأثر می‌گردند. تغییرات دبی، ابعاد بار بستر و مقاومت لیتولوژیکی، ورود شاخه‌های فرعی و حرکات تکتونیکی در تکامل نیمرخ و تفسیر شکل عمومی نیمرخ طولی اهمیت دارند که می‌تواند یافته‌های با ارزشی را در مورد تحول و تغییرات محیط‌های رودخانه‌ای در طول زمان در پی داشته باشد. بررسی‌های نیمرخ طولی رودخانه‌ها در بسیاری از جنبه‌های کاربردی مانند مهار سیل، کیفیت و کارایی مخازن سدها، آبخیزداری و ... اهمیت می‌یابد. پژوهش حاضر، نقش تکتونیک و لیتولوژی در نیمرخ طولی رودخانه‌ی قلعه‌چای را مورد بررسی قرار داده است که شامل بخشی از ارتفاعات غربی کوه سهند می‌باشد. برای دستیابی به اهداف تحقیق، از شاخص‌های مورفومتری استفاده شده است که شامل: شاخص شیب طولی رودخانه (SL)، شاخص استاندارد شده SL (SL/K)، شاخص تقعر، تجزیه و تحلیل منحنی هیپسومتری و انتگرال هیپسومتری می‌باشد. بررسی نتایج اندازه‌گیری شاخص‌ها نشان می‌دهد که منطقه از نظر تکتونیکی نسبتاً فعال است و مقدار فعالیت در بخش‌های مختلف منطقه متفاوت است؛ بدین معنی که مطابق نتایج همه شاخص‌ها قسمت پایین‌دست حوضه فعال‌تر از سایر بخش‌هاست و همچنین با بکارگیری شاخص SL و شاخص تقعر و تلاقی سازندهای زمین‌شناسی با نیمرخ رودخانه، تأثیر لیتولوژی در نیمرخ طولی رودخانه به وضوح مشخص است.

واژه‌های کلیدی: نیمرخ طولی رودخانه، تکتونیک، شاخص استاندارد شده، شاخص تقعر، حوضه‌ی قلعه چای

۴- مقدمه

بررسی و مطالعه اشکال و فرآیندهایی که بوسیله ی فعالیت درونی زمین یا تکنونیک در سطح زمین ایجاد می شود را ژئومورفولوژی تکتونیک یا مورفوتکتونیک می گویند (بول^۱، ۲۰۰۹). پدیده هایی که در نفوتکتونیک مطالعه می شود شامل تمام عوامل، فرایندها و عملکردهای ناشی از فعالیت های جدید زمین (در مقیاس زمین شناسی) و اشکال ایجاد شده توسط این فعالیت ها است. سیستم های رودخانه ای به مقدار زیادی تحت تأثیر تکتونیک فعال قرار می گیرند و به گسل خوردگی و تغییر شکل سطحی ناحیه ای حساس هستند. در نتیجه با استفاده از میزان انحراف آن ها می توان میزان و خصوصیات فعالیت های تکتونیکی اخیر را تعیین نمود (کلر و پینتر^۲، ۱۹۹۶: ۱۷۴).

یکی از ویژگی های مهم رودخانه، نیمرخ طولی بستر رودخانه می باشد که عبارت است از خط بزرگترین شیب رود، که شیب را در هر منطقه نسبت به محور افق نشان می دهد (سیمافر، ۱۳۸۴: ۷۵). در واقع شکل یک آبراهه، حاصل هماهنگی بین شرایط اعمال شده از جانب محیط و فرآیندهای انتقال جریان و رسوب است (جاودانی، ۱۳۹۹: ۱۲۸). به همین دلیل نیمرخ طولی به تغییرات در شیب رودخانه بسیار حساس است و با استفاده از این حساسیت می توان تاثیر فعالیت های تکتونیکی در بستر جریان رودخانه را ارزیابی نمود (خطیبی، ۱۳۸۸). نیمرخ طولی رودها معمولاً به سه قسمت مجزا که شامل سراب با شیب تند و فرسایش زیاد، قسمت میانی با نیمرخ تکامل یافته تر و شیب کمتر از سراب و پایاب که مرحله ی تکامل بستر و رسوب گذاری رود است، قابل تقسیم می باشد (علیزاده، ۱۳۸۲: ۴۸۱). آزمایشات تجربی نشان می دهد که تغییرات دبی، ابعاد بار بستر و مقاومت لیتولوژیکی، ورود شاخه های فرعی و حرکات تکتونیکی در تکامل نیمرخ و تفسیر شکل عمومی نیمرخ طولی اهمیت دارند (م. رادوان^۳، ۲۰۰۳). به نقل از روستایی و نیری (۱۳۹۰: ۱۳۹). با تغییر در هر یک از متغیرها، نظیر تغییر در نیروهای رودخانه ای مانند افزایش یا کاهش دبی و یا نیروی مقاومتی در بستر، شیب نیمرخ طولی و حتی ارتفاع شاخه های فرعی متصل به رودخانه اصلی نیز تغییر خواهد کرد (بیاتی خطیبی و حیدر زادگان، ۱۳۸۴: ۳۱). آلن کلاو و پتر کامفورت^۴ (۱۹۸۷) عدم یکنواختی نیمرخ طولی را به تغییرات ناشی از لیتولوژیکی نسبت دادند و به این نتیجه رسیدند که حتی وقتی رودخانه در بستر آبرفتی جاری است چنین عدم برابری وجود دارد که بوسیله ی مناطق کم عمق با جریان سریع و

¹ . Bull, 2009.

² . Keller and Pinter

³ M.Radoane

⁴ Alan Clows and Peter Comfort

مناطق عمیق با جریان آرام تر مشخص می‌شوند. نتایج مطالعات قبلی نشان‌دهنده‌ی آن است که نیمرخ طولی رودخانه‌ها بوسیله‌ی لیتولوژی، تجدید فرآیندهای فرسایشی ناشی از تکتونیک و پایین رفتن سطح آب متأثر می‌گردند (روستایی و نیری، ۱۳۹۰: ۱۳۹). بررسی‌های نیمرخ طولی رودخانه‌ها در بسیاری از جنبه‌های کاربردی مانند مهار سیل، کیفیت و کارایی مخازن سدها، آبخیزداری و ... اهمیت می‌یابد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۶).

بررسی فعالیت‌های تکتونیک با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک از سابقه‌ی طولانی برخوردار است. در این مورد مطالعات زیادی در ایران و در سطح جهان انجام گرفته است به طور مثال رضایی مقدم (۱۳۷۴)، بیاتی خطیبی (۱۳۸۷)، روستای و همکاران (۱۳۸۸)، مقصودی و همکاران (۱۳۹۰)، ثروتی و همکاران (۱۳۹۱)، رجبی و سلیمانی (۱۳۹۲)، علایی طالقانی و همکاران (۱۳۹۲)، بهرامی (۱۳۹۳) و ... تکتونیک مناطق مختلف را مورد ارزیابی قرار داده‌اند و برای پیشبرد تحقیق از شاخص‌های مختلف ژئومورفیک استفاده نموده‌اند. در رابطه با موضوع تکتونیک و لیتولوژی روستایی و نیری (۱۳۹۰) تأثیر لیتولوژی و تکتونیک بر نیمرخ طولی رودخانه‌ی مهاباد را با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک تحلیل کرده‌اند که نتایج بدست آمده نشان می‌دهد در بعضی قسمت‌های محدوده‌ی مورد مطالعه نیمرخ طولی رودخانه به شدت متأثر از لیتولوژی منطقه می‌باشد و از نظر تکتونیک بالآمدگی تکتونیک از تأثیر سنگ بستر بر نیمرخ طولی می‌کاهد. در سطح جهانی نیز کلر و همکاران (۱۹۹۹)، پیتر و کلر (۲۰۰۰)، سیلوا (۲۰۰۳ و ۲۰۰۸)، سینگ و جین (۲۰۰۸)، گاروته و همکاران (۲۰۰۸)، فیگوروا و همکاران (۲۰۱۰)، بیهات و همکاران (۲۰۱۳)، ریاض احمد و همکاران (۲۰۱۴) و ... در زمینه تکتونیک پژوهش‌هایی را انجام داده‌اند. هدف از این پژوهش با توجه به اعتبار شاخص‌های ژئومورفیک در مطالعات برای ارزیابی فعالیت‌های تکتونیک و تأثیر لیتولوژی، بررسی فعالیت‌های تکتونیک حوضه آبریز قلعه‌چای و تأثیر لیتولوژی در نیمرخ طولی رودخانه‌ی قلعه‌چای با رویکرد کمی مورد نظر خواهد بود.

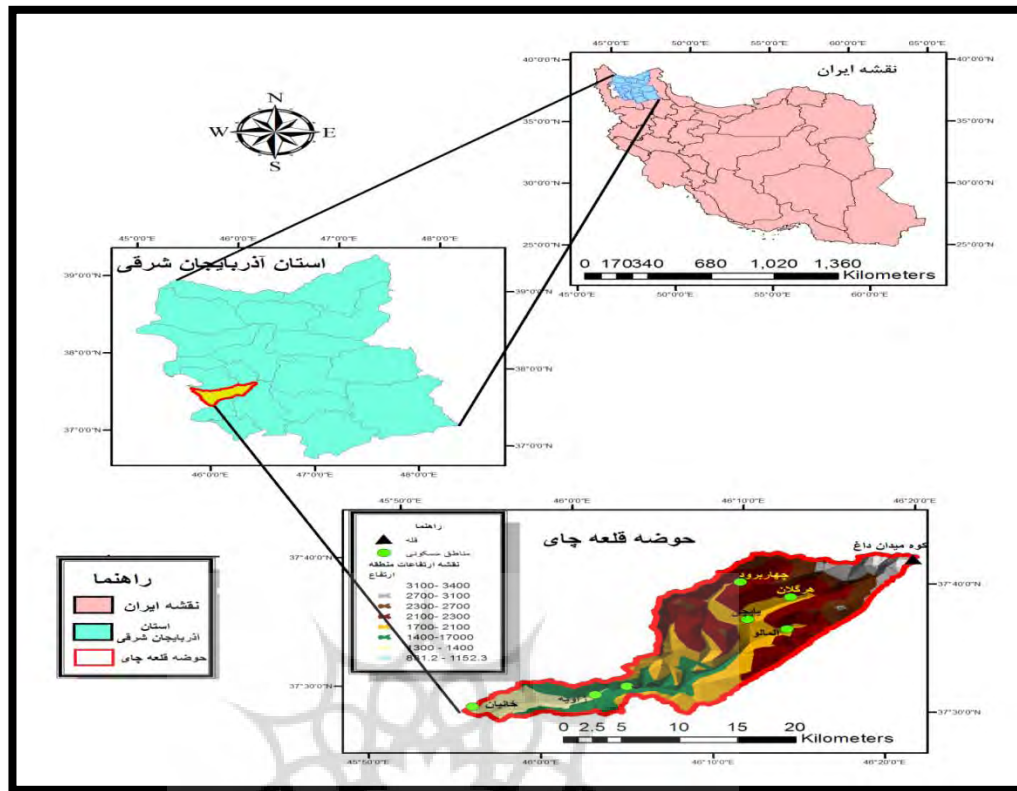
۱- موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

قلعه‌چای یکی از زیرحوضه‌های دریاچه‌ی ارومیه می‌باشد و در شرق این دریاچه واقع شده است که از شمال به حوضه‌ی گنبرچای (آذرشهرچای)، از شرق و جنوب به حوضه‌ی صوفی‌چای (مراغه) و چوان‌چای و از غرب به دریاچه‌ی ارومیه محدود می‌شود و با مساحتی بالغ بر ۳۴۶ کیلومترمربع در استان آذربایجان شرقی و شهرستان عجبشیر و در شمال غربی این شهر قرار گرفته است. حوضه آبریز قلعه‌چای از نظر موقعیت جغرافیایی بین ۵۵

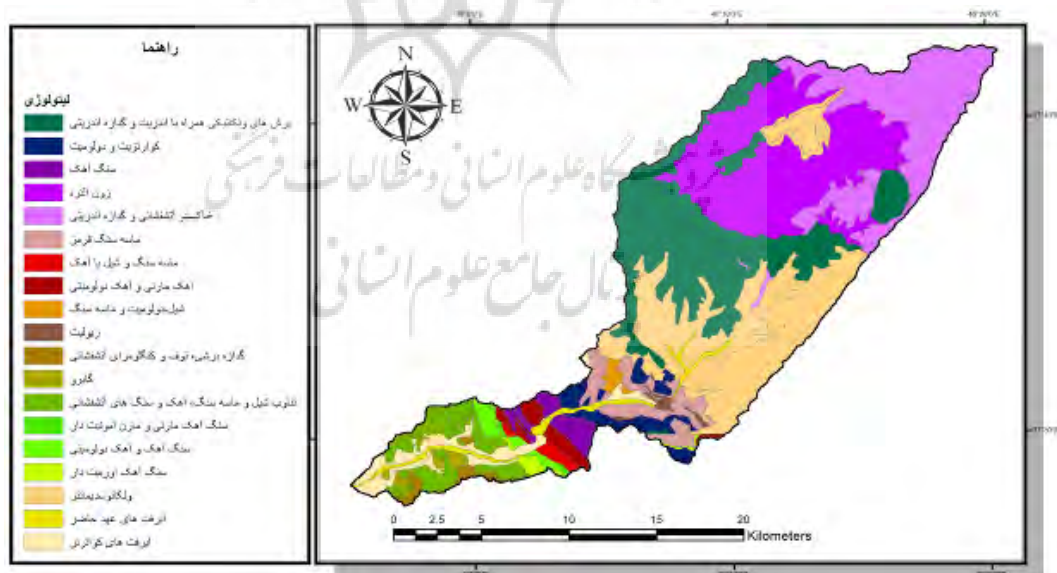
۴۵° الی ۲۰' ۴۶° طول شرقی و ۲۷' ۳۷° الی ۴۲' ۳۷° عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوضه کوه میدان داغ با ارتفاع ۳۴۱۲ متر که سرچشمه‌ی حوضه در آن قرار دارد و حداقل ارتفاع آن ۱۳۰۰ متر در کنار روستای خانیان و گل تپه است. (شکل ۱).

۲- لیتولوژی منطقه

بررسی نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ اسکو، آذرشهر، مراغه و عجب‌شیر نشان می‌دهد در حوضه مورد مطالعه سنگ‌ها در سه گروه لیتولوژی جای گرفته‌اند: پراکنش سنگ‌های نامقاوم در منطقه کم بوده و تنها رسوبات تراس‌های جوان و پادگانه‌های آبرفتی را شامل می‌شود که بیشتر در پایین دست حوضه در مجاورت روستاهای ینگجه و بارازلو دیده می‌شود. سنگ‌های نیمه مقاوم که از نظر جنس و پراکندگی آن‌ها در حوضه می‌توان به سنگ‌های آهکی حوضه‌ی قلعه‌چای که بیشتر از نوع دولومیتی و دارای اوربیتولین می‌باشند اشاره نمود و بیشتر در قسمت‌های مرکزی حوضه و شمال‌غرب آن گسترش دارند. آهک‌های دولومیتی و اوربیتولین‌دار کامبرین و پرمین بیشتر در نزدیکی روستای زاویه و گنبد تا نزدیکی حوری در شمال حوضه گسترش دارند. پامیس و خاکستر آتشفشانی در شمال روستای هرگلان و نیز در جنوب‌شرقی حوضه گسترش یافته‌اند که وجود این گونه واحدهای لیتولوژی سبب شده تا دره‌ها، دامنه‌های نسبتاً تندی داشته و در نهایت سنگ‌های آتشفشانی که بیشتر در منطقه بین روستای تجرق و هرگلان واقع شده‌اند از جمله سازندهای سخت حوضه‌ی قلعه‌چای می‌باشند و سنگ‌های رسوبی مقاوم مثل ماسه‌سنگ نیز از جمله سنگ‌های مقاوم حوضه بشمار می‌آید. از جمله آن‌ها می‌توان در قلعه‌چای آندزیت، داسیت و ماسه‌سنگ را نام برد. گسترش عمده‌ی آندزیت‌ها در قسمت شمالی حوضه بین روستای هرگلان و چهاربرود و کوه اولیا می‌باشد. سنگ‌های داسیتی در قسمت‌های میانی حوضه برونزد دارند (روستایی، ۱۳۷۳) سنگ‌های پلیوکواترنر شامل لاهار پامیسی در شمال روستای هرگلان و برش‌های نوع پله و گدازه‌های آندزیتی واقع در شمال‌شرقی حوضه و سنگ‌های دوره کامبرین در جنوب حوضه که شامل آندزیت، ماسه‌سنگ قرمز رنگ آرکوزی و ریولیت می‌باشد نیز در این گروه قرار می‌گیرند (شکل ۲).



شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز قلعه چای

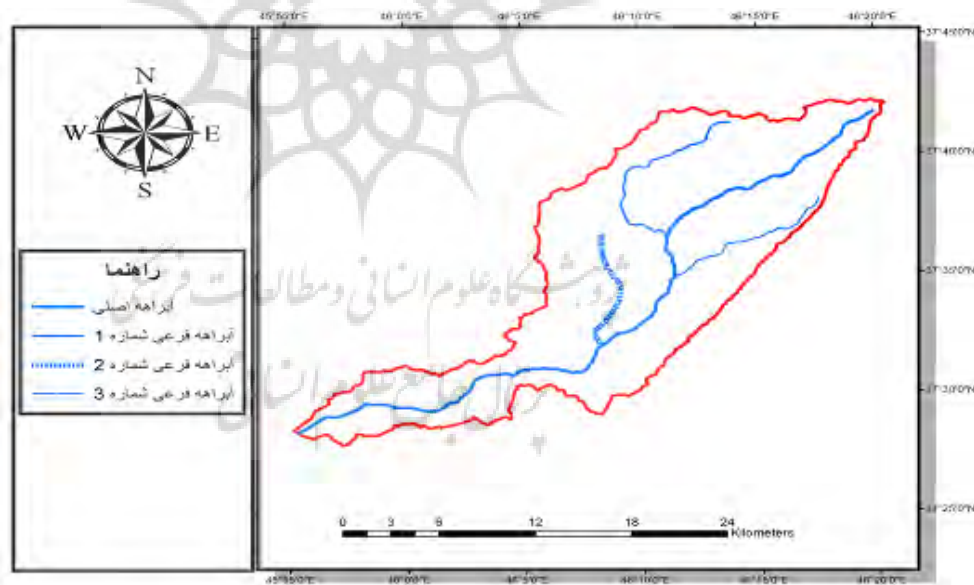


شکل ۲- نقشه لیتولوژی حوضه آبریز قلعه چای

۳- مواد و روش ها

در این پژوهش از عکسهای هوایی با مقیاس ۱/۵۵۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰۰ شیت های آذرشهر، اسکو، عجب شیر و مراغه و نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰۰ هرگلان برگ شماره III ۵۲۶۵، شیرامین برگ شماره II ۵۱۶۵، مراغه برگ شماره IV ۵۲۶۴ و عجب شیر برگ شماره I ۵۱۶۴ استفاده و برای رسم نمودارها و جداول، مورد استفاده قرار گرفت. همچنین در این تحقیق از مدل ارتفاعی رقومی (DEM) برای تحلیل‌ها و استخراج شاخص های فعالیت تکتونیکی و شبکه آبراهه ها و از نرم افزارهای Arc GIS 10.2 ، Excell برای تهیه نقشه های مختلف، استخراج اطلاعات مورد نظر و تجزیه و تحلیل داده ها استفاده شد.

در این پژوهش با استفاده از شاخص SL، شاخص استاندارد شده SL ، شاخص تقعر، تجزیه و تحلیل منحنی هیپسومترى و انتگرال هیپسومترى، اثر فعالیت های تکتونیکی بر دره ها و مسیر رودخانه مورد بررسی قرار گرفت و جهت محاسبه شاخص های مورد نظر در حوضه آبریز قلعه چای، آبراهه اصلی و ۳ آبراهه فرعی (به روش استرالر) در نظر گرفته شده است. (شکل ۳)



شکل ۳- آبراهه های مورد مطالعه در حوضه آبریز قلعه چای

(SL)^۱ - ۱-۳ شاخص شیب طولی رودخانه

یکی از شاخص‌های ارزیابی نیروهای تکتونیکی می‌باشد که هر گونه بی‌نظمی را در نیمرخ طولی رودخانه نشان می‌دهد و به وسیله رابطه زیر بیان می‌شود:

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

SL = شاخص شیب طولی رودخانه

$\Delta H / \Delta L$ = شیب آبراهه یا گرادیان یک قطعه

ΔH = اختلاف ارتفاع قطعه مورد نظر

ΔL = طول شاخه مورد نظر

= طول رودخانه از نقطه‌ی مرکزی مقطع اندازه‌گیری شده تا سرچشمه‌ی رودخانه (هک، ۱۹۷۳). L .

این پارامترها با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی یا مدل رقومی ارتفاع (DEM) اندازه‌گیری می‌شوند. این شاخص براساس طبقه‌بندی ده بزرگی و همکاران (۲۰۱۰) در ۳ کلاس طبقه‌بندی می‌شود (جدول ۱)

جدول ۱- کلاس شاخص SL

کلاس ۱	کلاس ۲	کلاس ۳
$SL > 500$	$300 < SL < 500$	$SL < 300$
فعال	نیمه فعال	غیر فعال

منبع: ده بزرگی و همکاران، ۲۰۱۰

۲-۳- شاخص استاندارد شده

و شاخص قدرت SL سیبر و گارنتز^۲ (۱۹۸۳) در رودخانه‌ی آسور^۳ با تقسیم

^۱ Stream length Gradient (SL)

^۲ Seeber and Gornitz 1983: 344-346

^۳ Assor

ارائه نمودند. میزان بالای آن اغلب نشان‌دهنده‌ی فعالیت (SL/K) مدلی تحت عنوان شاخص K رودخانه بیشتر استاندارد تکتونیکی است (روستایی و نیری، ۱۳۹۰: ۱۴۴).

$K =$ شیب خط که از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$K = (H_i - H_j) / (\ln L_j - \ln L_i) \quad \text{رابطه ۲}$$

آن محاسبه شده است. K ابتدا و انتهای خطی هستند که در طول رودخانه j و i که

این شاخص که با فعالیت تکتونیکی در ارتباط است، میزان بالای آن اغلب نشان‌دهنده‌ی فعالیت بیشتر تکتونیکی است. در شاخص شیب رودخانه (K) تعادل شیب رودخانه در نظر گرفته می‌شود (هک، ۱۹۷۳). حوادث تکتونیکی، آب و هوا و تاریخ زمین‌ریختی هنگامی که از رابطه بین شیب جریان و شاخص شیب رودخانه (SL/K) استفاده می‌شود، باید در نظر گرفته شود (کولومبو^۱ و همکاران، ۲۰۰۰: ۶۲۲). این شاخص بر اساس مطالعات سیبر و گورنتز (۱۹۸۳) در ۳ حالت از تعادل طبقه بندی می‌شود (جدول ۲).

جدول ۲- کلاس شاخص SL/K

شیب کمتر از حالت تعادل	در حالت تعادل	شیب تندتر از حالت تعادل
$SL/K < ۱$	۱	$SL/K > ۱$

منبع: (سیبر و گورنتز، ۱۹۸۳: ۳۴۶)

۳-۳- تجزیه و تحلیل منحنی هیپسومتری

منحنی‌های هیپسومتری توزیع ارتفاعی سطح زمین را در یک منطقه مانند حوضه زهکشی نمایش می‌دهند و امکان تعیین مرحله تحول حوضه‌های زهکشی را فراهم می‌آورند (گارنیر و پیروتا، ۲۰۰۸: ۲۶۷)

¹ F. Colomboa, P. Busquetsa, E. Ramosa, J. Verge'sb, D. Ragonac

² Guarnieri and Pirrota

به این ترتیب متغیرهای اساسی موردنیاز در ترسیم منحنی‌های هیپسومتری عبارتند از:

h: ارتفاع یک سطح کانتوری خاص

H: ارتفاع کل حوضه زهکشی

A: مساحت کل حوضه زهکشی

a: مساحت یک منحنی میزان خاص از بلندترین نقطه‌ی حوضه تا آن منحنی میزان (گارنیر و پیروتا، ۲۰۰۸: ۲۶۷)

برای بی‌بعد کردن پارامترهای اساسی **X** و **Y**، مولفه‌های هر کدام نسبت به کل سنجیده می‌شوند، به طوری که ارقام بی‌بعد **X**، از نسبت مساحت جزئی به مساحت کل به دست می‌آید (گارنیر و پیروتا، ۲۰۰۸: ۲۶۷).

$$X = a / A \quad \text{رابطه ۳}$$

ارقام بی‌بعد **Y** هم از نسبت اختلاف ارتفاع جزئی به اختلاف ارتفاع کل حاصل می‌شود:

$$Y = h / H \quad \text{رابطه ۴}$$

۳-۴- انتگرال هیپسومتری

یک روش ساده برای شناخت کل منحنی هیپسومتری یک حوضه محاسبه انتگرال هیپسومتری است (کلر و پیتر، ۲۰۰۲). انتگرال شاخصی است که به مساحت حوضه وابسته است و به صورت مساحت زیر منحنی تعریف می‌شود.

از طریق رابطه ساده زیر می‌توان میزان انتگرال هیپسومتری را در هر حوضه محاسبه نمود.

$$Hi = (\text{حداقل ارتفاع} - \text{حداکثر ارتفاع}) / (\text{حداقل ارتفاع متوسط})$$

داده‌های موردنیاز برای محاسبه انتگرال به آسانی از نقشه‌های توپوگرافی به دست می‌آیند. حداقل و حداکثر ارتفاع به طور مستقیم از روی نقشه‌های توپوگرافی خوانده می‌شوند. ارتفاع متوسط نیز از طریق قرائت حداقل ۵۰ نقطه ارتفاعی از روی نقشه توپوگرافی یا با استفاده از مدل رقمی ارتفاع (DEM) محاسبه می‌شود (کلر و پیتر، ۲۰۰۲). همچنین مقادیر انتگرال، مراحل تحول چشم‌اندازها را در چرخه فرسایشی بیان می‌کند. به طوری که مقدار انتگرال

بزرگ‌تر از ۰/۵ با منحنی محدب به توپوگرافی جوان چشم‌انداز (بصورت زمین‌های مرتفع با دره‌های عمیق) اشاره می‌کند و توپوگرافی جوان، حکایت از بالآمدگی منطقه و فعالیت جدید تکتونیکی است. مقدار متوسط انتگرال ۰/۵-۰/۴ و شکل زیگموتید منحنی، مرحله بلوغ ناهمواری‌ها را نشان می‌دهد و در نهایت مقدار کم این شاخص (کوچک‌تر از ۰/۴) با منحنی مقعر مرحله پیری حوضه‌های زهکشی را نمایش می‌دهد که این مورد نیز می‌تواند دلیلی بر فعالیت کم منطقه، از نظر تکتونیکی باشد (گارنیر و پیروتا، ۲۰۰۸).

۳-۵- شاخص تقعر Ca

نیمرخ طولی یک رودخانه نشان‌دهنده‌ی شیب در سراسر طول رودخانه است. شیب رودخانه به طور کلی در قسمت بالادست بیشتر و به تدریج به طرف پایین دست کمتر می‌شود. چنین ویژگی سبب تقعر شکل نیمرخ طولی می‌شود که میزان آن به عنوان شاخص منعکس‌کننده ویژگی‌های ژئومورفیک متفاوت است.

برای رسم آن از نسبت‌های h/H و a/A برای بدست آوردن نقاط x و y استفاده می‌شود که $y=h/H$ و $x=a/A$ است.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار بی بعد شده سپس با استفاده از توابع ریاضی از جمله انتگرال مساحت زیر منحنی (A) به دست آمده و در نهایت، شاخص تقعر به عنوان نسبتی از مساحت‌های اندازه‌گیری شده نیمرخ با استفاده از رابطه ۵ و کم نمودن آن از عدد یک محاسبه می‌شود (اهمیری، ۱۹۹۱ و ۱۹۹۴ به نقل از نیری، ۱۳۸۹) (شکل ۴).

$$\text{رابطه ۵)} \quad Ca = A_1 / (A_1 + A_2)$$

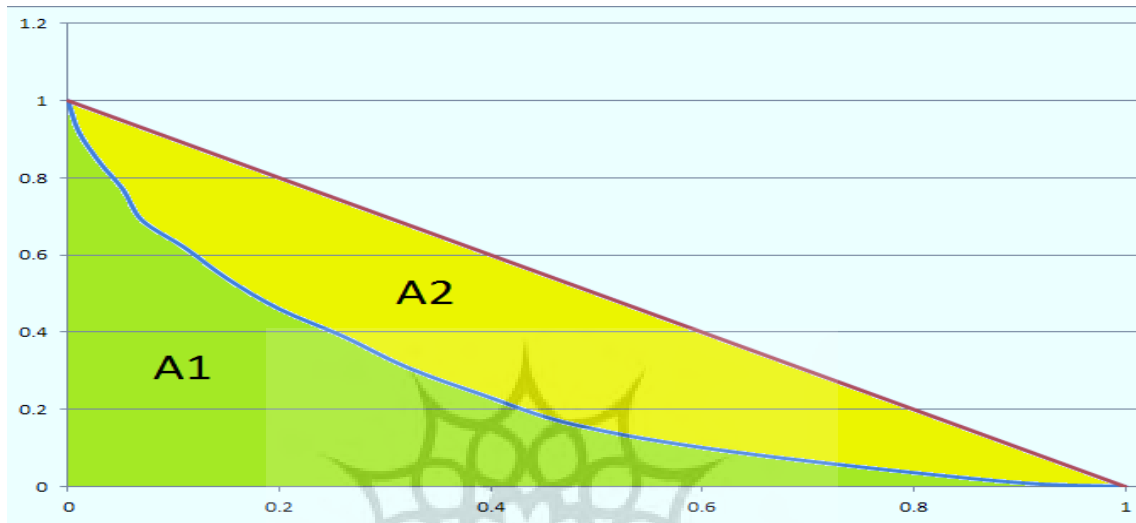
در این پژوهش برای تعیین نوع شکستگی^۱ نیمرخ طولی، روش روی هم قرار دادن و تلاقی سازندهای مختلف از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ با نیمرخ طولی رودخانه می‌باشد و آنالیز نیمرخ طولی همراه با نوع سنگ نشان‌دهنده‌ی دو نوع شکستگی می‌باشد:

- شکستگی‌هایی که منطبق با تغییر لیتولوژی است.

^۱ Ohmori

- شکستگی‌هایی که کاملاً در داخل لیتولوژی قرار می‌گیرند.

شکستگی‌های نوع اول که با لیتولوژی منطبق هستند به تغییر لیتولوژی نسبت داده می‌شوند. ولی آنهایی که منطبق با لیتولوژی نیستند به عنوان معلول عامل غیر لیتولوژی تفسیر می‌شوند (روستایی و نیری، ۱۳۹۰).



شکل ۴- نحوه محاسبه شاخص تععر، در اینجا A_1 مساحت بین نیمرخ طولی و محور افقی سطح اساس و A_2 مساحت بین نیمرخ طولی و خط مستقیمی است که بالاترین قسمت نیمرخ را به پایین‌ترین قسمت نیمرخ مرتبط می‌کند.

۴- بحث

جهت محاسبه مقدار شیب طولی رودخانه و شاخص استاندارد شده در حوضه آبریز قلعه چای در ۹ محدوده ارتفاعی بر روی آبراهه اصلی، ۵ محدوده ارتفاعی بر روی آبراهه فرعی ۱ و در نهایت ۴ محدوده ارتفاعی بر روی آبراهه‌های فرعی ۲ و ۳ در نظر گرفته شد و نیمرخ‌های طولی ترسیم و مقادیر SL و شاخص استاندارد شده برای هر یک محاسبه و نتایج حاصله در جداول مربوطه (جداول ۳ الی ۶) آورده شده است.

جدول ۳- مقادیر شاخص SL و شاخص استاندارد شده در ۹ محدوده ارتفاعی در آبراهه اصلی

محدوده ارتفاعی	مقادیر SL (m)	کلاس فعالیت	K	SL/K	حالت تعادل
۱۳۰۰ - ۱۵۰۰	۷۴۵/۰۷	فعال	۷۴۰/۷۴	۱/۰۰۶	شیب تندتر از حالت تعادل
۱۵۰۰ - ۱۷۰۰	۵۷۳/۳۴	فعال	۵۷۱/۴۲	۱/۰۰۳	شیب تندتر از حالت تعادل
۱۷۰۰ - ۱۹۰۰	۴۷۵/۱۲	نیمه فعال	۴۶۵/۱	۱/۰۲	شیب تندتر از حالت تعادل
۱۹۰۰ - ۲۱۰۰	۴۴۶/۷۷	نیمه فعال	۴۳۴/۷۸	۱/۰۲	شیب تندتر از حالت تعادل
۲۱۰۰ - ۲۳۰۰	۵۰۳/۸۵	فعال	۵۰۰	۱/۰۰۷	شیب تندتر از حالت تعادل
۲۳۰۰ - ۲۵۰۰	۱۲۲۶/۲۳	فعال	۱۲۵۰	۰/۹۸	شیب کمتر از حالت تعادل
۲۵۰۰ - ۲۷۰۰	۴۸۶/۶۹	نیمه فعال	۴۷۶/۱۹	۱/۰۲	شیب تندتر از حالت تعادل
۲۷۰۰ - ۲۹۰۰	۳۰۷/۲۷	نیمه فعال	۲۹۸/۵	۱/۰۳	شیب تندتر از حالت تعادل
۲۹۰۰ - ۳۱۰۰	۳۰۵/۱۶	نیمه فعال	۲۹۴/۱۱	۱/۰۳	شیب تندتر از حالت تعادل

∑ : ۵۶۳/۲۷

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۴- مقادیر شاخص SL در ۵ محدوده ارتفاعی در آبراهه فرعی شماره ۱

محدوده ارتفاعی	مقادیر SL (m)	کلاس فعالیت	K	SL/K	حالت تعادل
۱۹۰۰ - ۲۰۰۰	۴۶۶/۱۳	نیمه فعال	۴۵۴/۵	۱/۰۲	شیب تندتر از حالت تعادل
۲۰۰۰ - ۲۱۰۰	۲۵۷/۱۸	غیر فعال	۲۵۶/۴	۱/۰۰۳	شیب تندتر از حالت تعادل
۲۱۰۰ - ۲۲۰۰	۱۷۰/۴۲	غیر فعال	۱۶۳/۹۳	۱/۰۳	شیب تندتر از حالت تعادل
۲۲۰۰ - ۲۳۰۰	۱۴۶/۶	غیر فعال	۱۴۰/۸۴	۱/۰۴	شیب تندتر از حالت تعادل
۲۳۰۰ - ۲۴۰۰	۱۳۰	غیر فعال	۱۲۳/۴۵	۱/۰۵	شیب تندتر از حالت تعادل

∑ : ۲۳۴/۰۶

جدول ۵- مقادیر شاخص SL در ۴ محدوده ارتفاعی در آبراهه فرعی شماره ۲

محدوده ارتفاعی	مقادیر SL (m)	کلاس فعالیت	K	SL/K	حالت تعادل
۱۷۰۰ - ۱۸۰۰	۴۱۹/۱۸	نیمه فعال	۴۱۶/۶۶	۱/۰۰۶	شیب تندتر از حالت تعادل
۱۸۰۰ - ۱۹۰۰	۳۴۳/۶۳	نیمه فعال	۳۴۴/۸	۰/۹۹	شیب کمتر از حالت تعادل
۱۹۰۰ - ۲۰۰۰	۲۵۶/۱۴	غیر فعال	۲۵۰	۱/۰۲	شیب تندتر از حالت تعادل
۲۰۰۰ - ۲۱۰۰	۱۵۹/۱۸	غیر فعال	۱۵۳/۸۴	۱/۰۳	شیب تندتر از حالت تعادل

∑ : ۲۹۴/۵۳

جدول ۶- مقادیر شاخص SL در محدوده ارتفاعی در آبراهه فرعی شماره ۳

محدوده ارتفاعی	مقادیر SL (m)	کلاس فعالیت	K	SL/K	حالت تعادل
۱۹۰۰ - ۲۰۰۰	۵۳۰/۷۲	فعال	۵۲۶/۳۱	۱/۰۰۸	شیب تندتر از حالت تعادل
۲۰۰۰ - ۲۱۰۰	۴۰۲/۲	نیمه فعال	۴۰۰	۱/۰۰۵	شیب تندتر از حالت تعادل
۲۱۰۰ - ۲۲۰۰	۴۵۳/۸۸	نیمه فعال	۴۵۴/۵۴	۰/۹۹	شیب کمتر از حالت تعادل
۲۲۰۰ - ۲۳۰۰	۴۱۲/۱۵	نیمه فعال	۴۱۶/۶۶	۰/۹۸	شیب کمتر از حالت تعادل

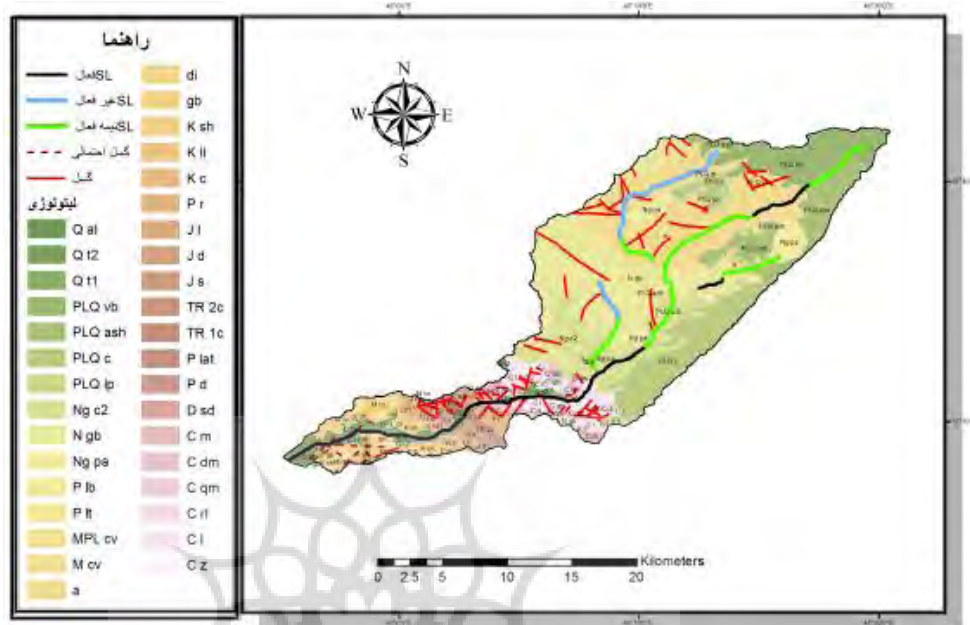
∑ : ۴۴۹/۷۳

با توجه به مقدار بدست آمده از شاخص SL می توان آبراهه اصلی را با توجه به طبقه بندی حمدونی (۲۰۰۸) در کلاس ۱ یعنی با تغییرات بالا، آبراهه فرعی شماره ۱ را در کلاس ۳ یعنی با آرامش تکتونیکی و نیمرخ های منظم و بدون تغییرات طبقه بندی نمود. آبراهه فرعی شماره ۲ از ارتفاعات ۱۷۰۰ تا ۱۹۰۰ دارای فعالیت تکتونیکی متوسط و از ارتفاع ۱۹۰۰ تا ۲۱۰۰ فاقد فعالیت تکتونیکی می باشد ولی به طور متوسط مقدار بدست آمده از شاخص SL در کلاس ۳ یعنی با آرامش تکتونیکی و نیمرخ های منظم و بدون تغییرات و آبراهه فرعی شماره ۳ را در کلاس ۲ با تغییرات کم و نیمه فعال طبقه بندی می شوند.

بر طبق شاخص استاندارد شده در هیچ قسمت از طول رودخانه حالت تعادل مشاهده نمی شود و اکثر قسمت های رودخانه اصلی و شاخه های فرعی دارای شیبی تندتر از حالت تعادل می باشند که می تواند متأثر از تکتونیک فعال حوضه و لیتولوژی حوضه باشد.

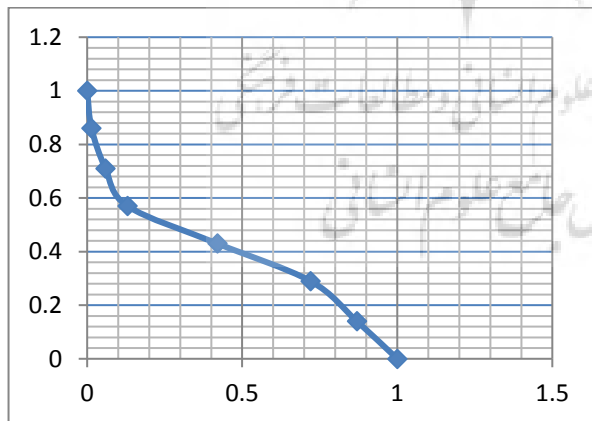
برای مشخص کردن شکل منحنی هیپسومتری حوضه ی مورد مطالعه، لازم است انتگرال هیپسومتری حوضه محاسبه شود. مقادیر بزرگ انتگرال بزرگ تر از ۰/۵ به معنی این است که سرزمین های مرتفع کمتر دستخوش فرسایش قرار گرفته اند. و یا ممکن است بیانگر یک چشم انداز جوانی باشد که به وسیله فعالیت های تکتونیکی به وجود آمده اند. همچنین دلالت بر وجود پستی، بلندی و توپوگرافی بالا نسبت به میانگین حوضه زهکشی همچون سطوح بالا آمده و فلاتی که به وسیله رودها بریده شده اند. مقدار متوسط انتگرال هیپسومتری و یا منحنی هیپسومتری با شکل تقریباً

خطی نشان‌دهنده مرحله رسیده از تحول منطقه است و در مرحله پیری یا تحول بیشتر منطقه، مقدار H_i کمتر یا مساوی $0/4$ است. مگر این که فرسایش، توپوگرافی جدیدی حفظ کند (کلرو پینتر، ۲۰۰۰)



شکل ۵- نقشه شاخص SL

جدول ۷- جدول هیپسومتری آبراهه اصلی



h(m)	X=a/A	Y=h/H
۱۳۰۰	۱	۰
۱۶۰۰	۰/۸۷	۰/۱۴
۱۹۰۰	۰/۷۲	۰/۲۹
۲۲۰۰	۰/۴۲	۰/۴۳
۲۵۰۰	۰/۱۳	۰/۵۷
۲۸۰۰	۰/۰۵۹	۰/۷۱
۳۱۰۰	۰/۰۱۴	۰/۸۶
۳۴۰۰	۰	۱

شکل ۶- منحنی هیپسومتری آبراهه اصلی

در این پژوهش با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه و استفاده از DEM در محیط GIS، حداکثر و حداقل ارتفاع و ارتفاع متوسط حوضه محاسبه شده است. شاخص هیپسومتری ۰/۵. آبراهه اصلی منطقه حالت جوانی رو به سمت بلوغ آن را نشان می‌دهد که از روند متعادل فرایندهای ژئومورفیک حکایت می‌کند ولی برای رسیدن به مرحله پیری و هموارتر شدن توپوگرافی به زمان نیاز دارد. شکل ۶ و جدول ۷ خصوصیات آن را نشان می‌دهند.

جهت بدست آوردن میزان تقعر (انحنا) ابتدا داده‌ها با استفاده از رابطه ۳ و ۴ بی بعد شده‌اند و اعداد مربوطه بر روی محور مختصات انتقال و منحنی مربوطه ترسیم و مساحت زیرمنحنی با استفاده از انتگرال در محیط نرم‌افزار Excell با فرمول $(B1+B2)/2*(A2-A1)$ محاسبه گشته است که با کسر نمودن داده حاصله از عدد یک میزان انحنا محاسبه شده است.

$$0.76 = (0.407 + 0.12345) / 0.407 Ca = \rightarrow Ca = A1 / (A1 + A2)$$

بر این اساس شاخص تقعر حوضه ۰/۲۴ می‌باشد که فعالیت تکتونیکی متوسطی را در سطح حوضه نشان می‌دهد (شکل ۷). با توجه به نیمرخ طولی تقعر به طرف بالادست شدت می‌یابد که مهمترین دلیل را می‌توان لیتولوژی مقاوم این محدوده معرفی کرد و حالت تحذب در پایین‌دست می‌تواند به وجود گسل‌های متعدد در این محدوده در ارتباط باشد.

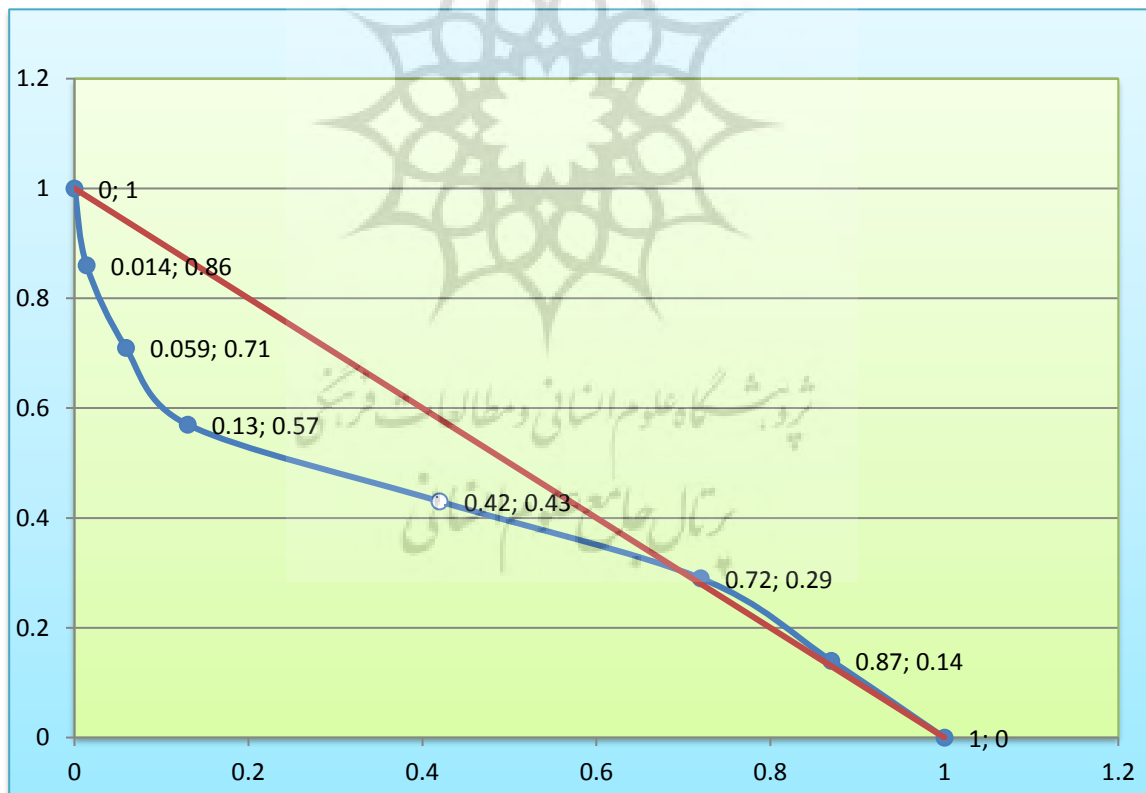
برای تعیین نوع شکستگی نیمرخ طولی، روش روی هم قرار دادن و تلاقی سازندهای مختلف از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ با نیمرخ طولی رودخانه می‌باشد و آنالیز نیمرخ طولی همراه با نوع سنگ نشان‌دهنده‌ی دو نوع شکستگی می‌باشد:

- شکستگی‌هایی که منطبق با تغییر لیتولوژی است.

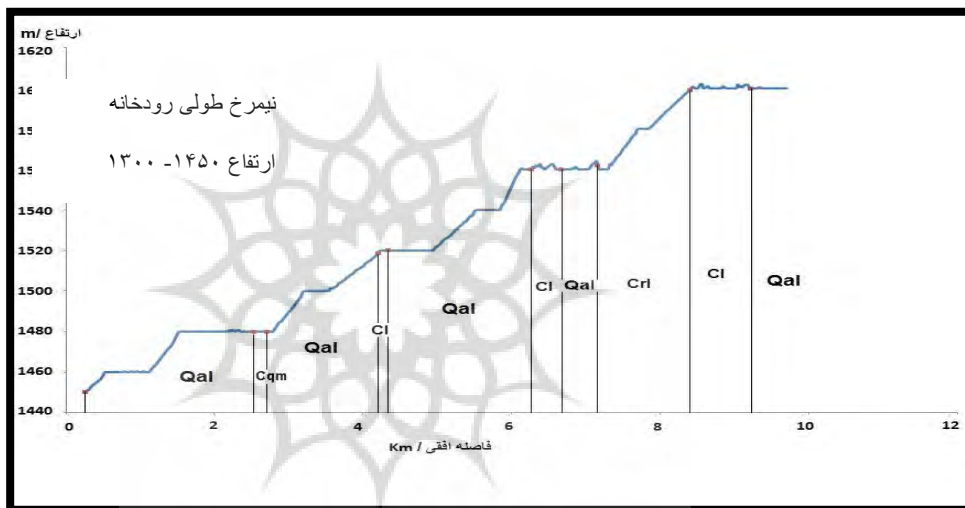
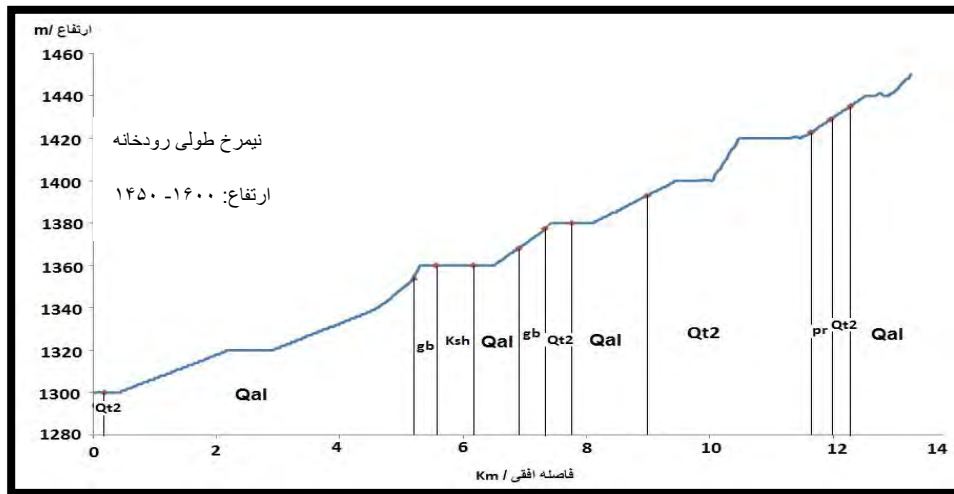
- شکستگی‌هایی که کاملاً در داخل لیتولوژی قرار می‌گیرند.

شکستگی‌های نوع اول که با لیتولوژی منطبق هستند به تغییر لیتولوژی نسبت داده می‌شوند. ولی آن‌هایی که منطبق با لیتولوژی نیستند به عنوان معلول عامل غیر لیتولوژی تفسیر می‌شوند (روستایی و نیری، ۱۳۹۰).

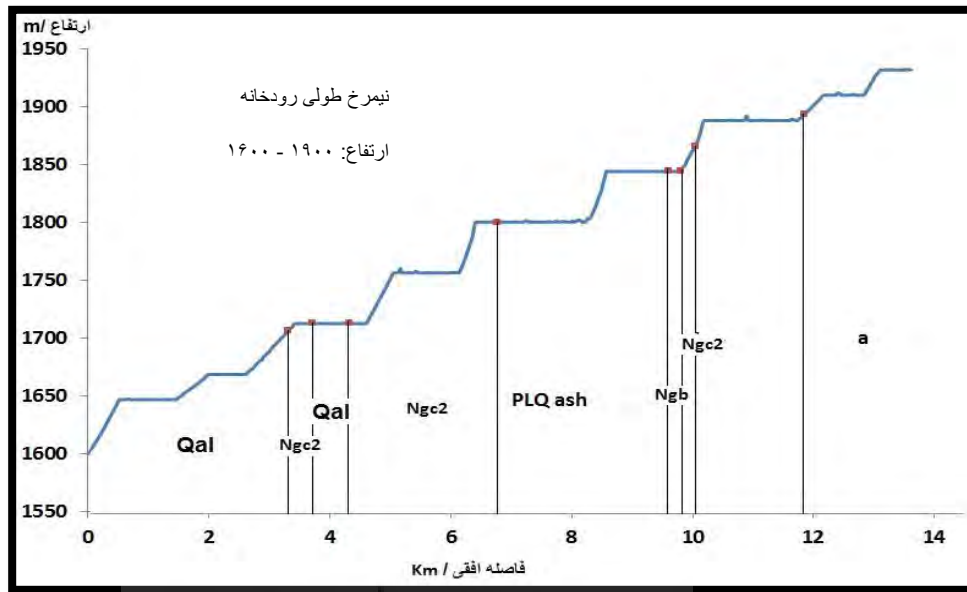
در طول آبراهه‌ی اصلی تفاوت‌های زیادی در پراکندگی این دو نوع شکستگی مجاری دیده می‌شود. در محل تغییر لیتولوژی شکستگی‌های متعددی قابل مشاهده است بطوری که در پایین دست حوضه بین ارتفاع ۱۴۵۰ تا ۱۶۰۰ انطباق شکستگی‌ها با لیتولوژی بیشتر است چون در این محدوده بین انواع سنگ‌ها اختلاف دیده می‌شود و تغییر از یک سازند مقاوم به سازند نامقاوم بایستی با شکستگی همراه باشد (زاویانو ۱۹۸۵: ۱۹۵). در این محدوده در مرز کوارتزیت، ماسه‌سنگ قرمز و ریولیت با آبرفت‌های عهد حاضر شکستگی ایجاد شده است. همچنین در ارتفاعات ۱۷۰۰ تا ۱۹۰۰ شکستگی‌هایی بین برش‌های ولکانیکی همراه با آندزیت با زون آلتزه و کنگلومرا، آگلومرا دیده می‌شود، ولی در پایین دست حوضه در مرز سنگ آهک، گابرو، شیل و ماسه سنگ با تراس‌های جوان و آبرفت‌های عهد حاضر شکستگی محسوسی دیده نمی‌شود و شکستگی‌های بوجود آمده در داخل لیتولوژی می‌تواند ناشی از گسل‌های منطقه باشد. و در نهایت در بالادست حوضه بعد از زون آلتزه به دلیل تشابه جنس و مقاومت سنگ‌ها نسبت به هم، شکستگی‌ها بسیار کمتر از میانه و پایین دست حوضه می‌باشد (شکل ۸).



شکل ۷- نمودار داده‌های بی بعد شاخص تقعر

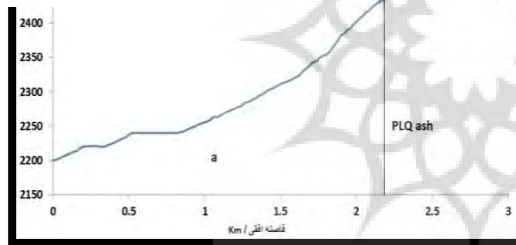


پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
 رتال جامع علوم انسانی



نیمرخ طولی رودخانه

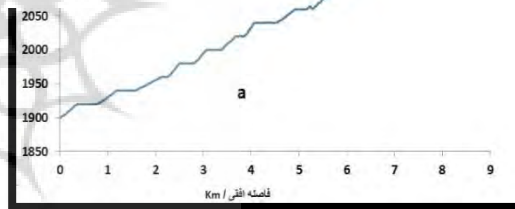
ارتفاع: ۱۹۰۰ - ۲۲۰۰



ارتفاع / m

نیمرخ طولی رودخانه

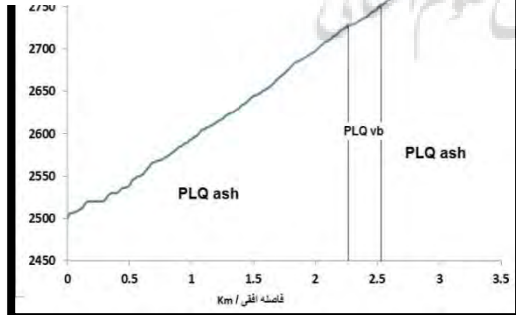
ارتفاع: ۲۵۰۰ - ۲۸۰۰



ارتفاع / m

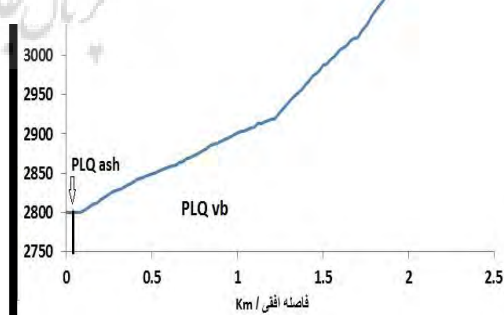
نیمرخ طولی رودخانه

ارتفاع: ۲۲۰۰ - ۲۵۰۰



نیمرخ طولی رودخانه

ارتفاع: ۲۸۰۰ - ۳۱۰۰



شکل ۸- تلاقی نیمرخ طولی آبراهه اصلی و لیتولوژی: Qal: آبرفت‌های عهد حاضر ، gb: گابرو ، Ksh : تناوب شیل و ماسه سنگ و آهک و سنگ‌های آتشفشانی ، Qt2 : تراس‌های جوان ، Pr : سنگ آهک (سازند روته) ، Cqm : کوارتزیت (سازند میلا) ، Cl : ماسه سنگ قرمز، Crl: ریولیت ، Ngc2 : کنگلومرا، آگلومرا و برش‌های ولکانیکی ، PLQ ash : خاکسترهای آتشفشانی ، Ngb : برش‌های ولکانیکی همراه با آندزیت ، a : زون آلتزه، PLQvb : برش و گدازه آندزیتی.

۵- نتیجه گیری

سیستم‌های رودخانه‌ای به مقدار زیادی تحت تأثیر تکتونیک فعال قرار می‌گیرند و به گسل خوردگی و تغییر شکل سطحی ناحیه‌ای حساس هستند. در این پژوهش بر اساس شاخص‌های ژئومورفیک نقش تکتونیک و لیتولوژی بر نیمرخ طولی رودخانه‌ی قلعه چای مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به شکل ۵ مشاهده می‌شود شاخص SL در بالادست حوضه نیمه فعال می‌باشد با تغییر لیتولوژی و در بدو ورود رودخانه به زون آلتزه شاخص SL فعال شده و شیب تند می‌گردد و رودخانه پس از طی مسافتی به حالت نیمه فعال باز می‌گردد و در میانه‌ی حوضه در بدو ورود به محدوده‌ی آبرفت‌های عهد حاضر تا پایین دست حوضه بصورت فعال باقی می‌ماند. همچنین در پایین دست حوضه تأثیر گسل‌های فراوان بر فعال بودن شاخص SL کاملاً مشهود می‌باشد. بر اساس شاخص استاندارد شده نیز در هیچ قسمتی از طول رودخانه حالت تعادل، مشاهده نمی‌شود و اکثر قسمت‌های رودخانه اصلی و شاخه‌های فرعی دارای شیبی تندتر از حالت تعادل می‌باشند که می‌تواند متأثر از تکتونیک فعال حوضه و لیتولوژی حوضه باشد.

برای مشخص کردن شکل منحنی هیپسومتری حوضه‌ی مورد مطالعه، انتگرال هیپسومتری حوضه محاسبه شد که شاخص‌های هیپسومتریک حالت جوانی رو به سمت بلوغ حوضه را نشان می‌دهند که از روند متعادل فرایندهای ژئومورفیک حکایت می‌کند ولی برای رسیدن به مرحله پیری و هموارتر شدن توپوگرافی به زمان نیاز دارد. شاخص تقعر با فعالیت‌های تکتونیکی در ارتباط است و میزان بالای آن فعالیت بالای تکتونیکی را نشان می‌دهد. بر این اساس شاخص تقعر حوضه ۰/۲۴ می‌باشد که فعالیت تکتونیکی متوسطی را در سطح حوضه نشان می‌دهد. با توجه به نیمرخ طولی، تقعر به طرف بالادست شدت می‌یابد که مهمترین دلیل را می‌توان لیتولوژی مقاوم این محدوده معرفی کرد و حالت تحدب در پایین دست می‌تواند به وجود گسل‌های متعدد در این محدوده در ارتباط باشد و بر اساس شاخص‌های مورد مطالعه حوضه‌ی قلعه‌چای را می‌توان با فعالیت‌های تکتونیکی نسبتاً فعال در نظر گرفت.

برای بررسی تأثیر لیتولوژی بر نیمرخ طولی رودخانه، روش روی هم قرار دادن و تلاقی سازندهای مختلف از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ با نیمرخ طولی رودخانه استفاده و مشاهده شد که در پایین دست حوضه انطباق شکستگی‌ها با لیتولوژی بیشتر است چون در این محدوده بین انواع سنگ‌ها اختلاف دیده می‌شود و در بالادست حوضه بعد از زون آتره به دلیل تشابه جنس و مقاومت سنگ‌ها نسبت به هم، شکستگی‌ها بسیار کمتر از میانه و پایین دست حوضه می‌باشد.

۶- منابع

- ۱- بهرامی، شهرام (۱۳۹۳)؛ برآورد حجم مخروط افکنه های واقع در حاشیه طاق‌دیس دنه خشک و ارتباط آن با تکتونیک، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۹، شماره اول، شماره پیاپی ۱۱۲، صص ۷۲-۵۹
- ۲- بیاتی خطیبی، مریم، رجبی، معصومه (۱۳۸۵)؛ تحلیل تحول ژئومورفیکی نیمرخ طولی دره‌ها در نواحی کوهستانی مطالعه موردی: یازده دره اصلی توده سهند، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۷، پاییز ۱۳۸۵، صص ۴۳-۵۹
- ۳- بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸۸)؛ تحلیل اثرات فعالیت های تکتونیکی در نیمرخ طولی رودخانه های حوضه فرنقوچای در دامنه های شرقی سهند، نشریه فضای جغرافیایی، شماره ۲۷، صص ۷۹-۱۱۳
- ۴- جاودانی، مهناز. (۱۳۹۹). بررسی وضعیت لیتولوژی و مورفولوژی زیرحوضه های کشف رود. *جغرافیا و روابط انسانی*، ۴(۲)، ۱۴۱-۱۲۷
- ۵- خیام، مقصودی، مختاری کشکی، داوود (۱۳۸۲)؛ ارزیابی عملکرد فعالیت های تکتونیکی بر اساس مورفولوژی مخروط افکنه ها، مورد نمونه: مخروط افکنه های دامنه شمالی میشو داغ، پژوهش جغرافیایی، شماره ۴۴، صص ۸-۱۰
- ۶- روستایی، شهرام (۱۳۷۳)؛ پژوهش‌های ژئومورفولوژی و هیدروژئومورفولوژی در دامنه‌ی غربی توده آتشفشانی سهند (حوضه‌ی قلعه چای عجبشیر)، پایان نامه کارشناسی ارشد
- ۷- روستایی، شهرام، نیری، هادی (۱۳۹۰)؛ تحلیل کمی تأثیر لیتولوژی و تکتونیک بر پروفیل طولی رودخانه در حوضه‌ی آبریز مهاباد، جغرافیا و توسعه، شماره‌ی ۲۴، صص ۱۳۷-۱۵۳
- ۸- عزتی، مریم، آق آتابای، مریم، رقیمی، مصطفی، شتایی، شعبان (۱۳۹۲)؛ تجزیه و تحلیل برخی از شاخص های ریخت زمین ساختی حوضه شیرین رود، کپه داغ مرکزی، فصلنامه علمی-پژوهشی آمایش جغرافیایی فضا، شماره مسلسل ششم صص ۱-۱۶

۹- کرمی، فریبا (۱۳۸۸)؛ ارزیابی نسبی فعالیت های تکتونیکی با استفاده از تحلیل های شکل سنجی، مورد نمونه: حوضه اوجان چای شمال شرق کوهستان سهند، نشریه جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۳۵، صص ۱۳۵-

۱۵۴

۱۰- کریمی، بهروز، شرفی، سیامک، مقصودی، مهران، کریمی، سمیه، سلطانی، شکور(۱۳۹۱)؛ بررسی نقش مورفوتکتونیک در فرسایش و تغییرات نیمرخ طولی رودخانه ها با استفاده از توابع ریاضی، مطالعه‌ی موردی: رودخانه‌ی الوند در غرب استان کرمانشاه، پژوهش‌های فرسایش محیطی، شماره ۶، صص ۷۳-۹۵

۱۱- مختاری کشکی، داود (۱۳۸۴)؛ ژئومورفولوژی تکتونیک رویکردی نو در مطالعات علوم زمین، نشریه فضای جغرافیایی، پاییز و زمستان ۱۳۸۴ - شماره ۱۴ صص ۸۳-۱۱۰

۱۲- مختاری کشکی، داود (۱۳۸۵)؛ کاربرد شاخصهای ریخت سنجی در تعیین میزان فعالیت گسلها مورد نمونه: گسل شمالی میشو، نشریه علوم زمین، سال پانزدهم، شماره ۵۹ صص ۷۰-۸۳

۱۳- مددی، عقیل، رضایی مقدم، محمدحسین، رجایی، عبدالحمید(۱۳۸۳)؛ تحلیل فعالیت های نئوتکتونیک با استفاده از روشهای ژئومورفولوژی در دامنه های شمال غربی تالش (باغروداغ)، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۴۸، صص ۱۲۳-۱۳۸

۱۴- نیری، هادی(۱۳۸۹)؛ تحلیل دینامیک و شکل مجرا در حوضه آبریز رودخانه مهاباد، رساله دکتری، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی

- 15- Bhat F. A., Bhat I. M., Hamid Sana, Mohd Iqbal, Akhtar R. Mir(2013); Identification of geomorphic signatures of active tectonics in the West Lidder Watershed, Kashmir Himalayas: Using Remote Sensing and GIS, International Journal of Geomatics and Geosciences, 164-176
- 16- Bull, WB(2009); Tectonically Active Landscapes, Willy-Blackwell, Oxford.326pp
- 17- Dehbozorgi, M. Pourkermani, M. Arian, A.A. Matkan, H. Motamedi, A. Hosseiniasl(2010); Quantitative analysis of relative tectonic activity in the Sarvestan area, central Zagros, Iran, Journal Geomorphology, 1-13
- 18- Figueroa, Andria, M. Jeffrey, R. Knott(2010); Tectonic Geomorphology of the southern Sierra Nevada Mountains (California) : Evidence for uplift and basin formation, Geomorphology 123Pp 34-45
- 19- F. Colomboa, , P. Busquetsa, E. Ramosa, J. Verge´sb, D. Ragonac(2000); Quaternary alluvial terraces in an active tectonic regio the San Juan River Valley, Andean Ranges, San Juan Province, Argentina619-623
- 20- Filip Hartvich (2005); Analysis of the longitudinal profiles of selected rivers in the sumava Mts, southwest Bohemia
- 21- Guarnier, P., Pirrotta, .(2008); The response of the drainage basins the late Quaternary tectonics in the Sicilian side of the Messina Strait(NE Sicily), Geomorphology, 95,Pp. 260-273

- 22- Hamdouni, R.E., Irigaray, C., Fernandez, T., Chacon, J., Keller E.A (2008); Assessment of relative active tectonic, South west border of the Sierra (South Spain). *Geomorphology*, in press.
- 23- Hack, J (1973); Stream profile analysis and stream gradient index, *U.S. Geol. Surv. J. Res*; 1, 421-429
- 24- Keller and Pinter, Edward, A. and Nicholas, P (1996); Active tectonic, Earthquakes, Uplift and Landscape. Prentice Hall Publisher. New, Jersey. Pp 121-174.
- 25- Keller, E. and Pinter, N. (2000); Active tectonics: earthquakes, uplift and landscape. New Jersey, Prentice Hall.
- 26- Keller, E.A., Pinter, N. (2002); Active Tectonic, Earthquake Uplift, and Landscape, Prentice Hall, New Jersey
- 27- Ohmori, h., (1991); Change in the mathematical function type describing the longitudinal profile of a river through an evolutionary process, *the journal of geology*, Vol.99.
- 28- Ohmori, h., (1996); Morphology characteristics of longitudinal profile of river in the south island, New Zealand, *Bulletin of the department of geography university Tokyo*. Vol.23: 1-23
- 29- Reyaz Ahmad Dar, Shakil Ahmad Romshoo, Rakesh Chandra, Ishtiaq Ahmad (2014); Tectono-geomorphic study of the Karewa Basin of Kashmir Valley, *Journal of Asian Earth Sciences* 143-156
- 30- J. Tealor Perron and Leigh Royden (2012); An integral approach to bedrock river profile analysis, *Earth surface process landforms*, 38, 570-576
- 31- Seeber, L and Gornitz, V (1983); River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics *Tectonophysics*, 92 335-367
- 32- Zavoianu, I. (1985); *Development in Water Science*, 20, Morphometry of Drainage Basins, Elsevier, New York.

پرویشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی