



مریم بیاتی خطیبی^۱

تحلیل اثرات فعالیت های نئوتکتونیک در نیمرخ طولی رودخانه‌های حوضه قرنقوچای واقع در دامنه‌های شرقی سهند

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۱۱/۰۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۰۳/۰۳

چکیده

عوامل تکتونیک از عوامل دینامیکی محسوب می شوند که بر تمامی اجزا سیستم‌های زهکشی تاثیر می گذارند. حوضه‌های زهکشی به طور اعم و نیمرخ طولی رودخانه‌ها به طور اخص، به تغییرات حاصل از فعالیت‌های تکتونیک عکس العمل نشان می دهند. نحوه این عکس العمل ها در نیمرخ طولی رودخانه‌ها، در تغییر در فرایندهای فرسایشی و نهشته گذاری و در الگوی جریان رودخانه‌ها منعکس می شود. حوضه قرنقوچای (با مختصات $27^{\circ} / 46^{\circ}$ تا $27^{\circ} / 42^{\circ}$ و 47° طول شرقی و $58' / 36^{\circ}$ تا $44' / 37^{\circ}$ عرض شمالی، واقع در شمال غرب کشور) به عنوان بزرگ ترین حوضه کوهستان سهند، در طول تاریخ فعالیت‌های تکتونیک متعددی را تجربه کرده و این فعالیت‌ها در قالب حرکات نئوتکتونیک هنوز هم ادامه دارد و آثار این

E-mail: bayaty@tabriac.ir

۱- دانشیار گروه پژوهشی جغرافیا، دانشگاه تبریز.

فعالیت‌ها در تمامی بخش‌های حوضه، بویژه در بستر جریان رودخانه‌ها قابل پی‌گیری است. در این مقاله آثار فعالیت‌های نئوتکتونیک در نیمرخ طولی رودخانه‌ها با استفاده از شاخص SL با انطباق با واحدهای لیتولوژیکی و ویژگی‌های زمین‌شناسی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این بررسی‌ها نشان می‌دهد که در بعضی از بخش‌های حوضه علی‌رغم یکسان بودن نوع لیتولوژی مقادیر SL بسیار بالا است که این امر حاکی از تحت تاثیر قرار گرفتن نیمرخ طولی رودخانه‌ها از فعالیت‌های تکتونیک و تغییر در فرایندهای نهشته گذاری و فرسایشی است.

کلید واژه‌ها: تکتونیک، نئوتکتونیک، شاخص SL، نیمرخ طولی، حوضه قرنقوچای.

مقدمه

با توجه به اینکه تقریباً تمامی نتایج حاصل از عکس‌العمل سیستم‌های زهکشی در مسیر اصلی رودخانه‌ها و در شاخاب‌های منتهی به آنها ظاهر می‌گردد، بررسی نیمرخ طولی رودخانه‌ها می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را از وقایع در حال وقوع و یا وقایع گذشته در سیستم‌های زهکشی ارائه دهد. الگوی زهکشی و شکل نیمرخ طولی در حوضه‌ها، علاوه بر تاثیر پذیری از ویژگی‌های زمین‌شناسی و لیتولوژیکی، تحت تاثیر فعالیت‌های تکتونیک در منطقه بخصوص متأثر از اثرات تکتونیک در نیمرخ طولی رودخانه‌ها است.

نیمرخ طولی رودخانه‌ها و یا میزان SL، با نیروی رودخانه در رابطه است. این نیرو از پارامترهای مهم هیدرولوژی بوده که از دیدگاه ژئومورفولوژی نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به علت اینکه، این نیرو با توان سایشی و یا افت نیروی رودخانه (نهشته گذاری) در بستر جریان خود در رابطه است. کل نیروی مذکور با شیب و دبی نیز در رابطه بود و منعکس کننده ویژگی‌های لیتولوژی بستر جریان نیز هست. SL به تغییرات در شیب رودخانه بسیار حساس است و با استفاده از این حساسیت می‌توان تاثیر فعالیت‌های تکتونیک در بستر جریان رودخانه را ارزیابی نمود. این امر محقق شده که در مناطقی از دنیا که بیشترین زمین

لرزه‌ها و فعالیت‌های تکتونیک اتفاق می افتد، دارای تغییرات سطحی بیشتر به انواع و صور گوناگون هستند. با توجه به این امر، محققان برآن شده‌اند که از طریق بکارگیری شاخصه‌های مختلف، تاثیر این حرکات را در اشکال سطحی بویژه در بستر جریان رودخانه‌ها مورد بررسی قرار دهند. یکی از این محققان، هاک^۱ (۱۹۷۳) است که میزان تاثیر حرکات تکتونیک ایجاد شده در طول گسل واقع در نزدیکی رشته کوه بلو^۲ را بر روی رودخانه‌ها، با استفاده از شاخص گرادیان رودخانه مورد بررسی قرار داد. روس^۳ (۱۹۷۳) نیز بالآمدهگی ناهمواری لیک کانتی را با استفاده از این شاخص تحلیل نمود. شولیتز^۴ (۱۹۴۱)، بورت و شیوم^۵ (۱۹۸۳) اثرات حرکات تکتونیک را با استفاده از شاخص مذکور بر روی رودخانه می سی سی پی مورد بررسی قرار دادند (زائگ^۶، ۱۹۹۸ ص ۲).

موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های طبیعی حوضه و زیرحوضه‌ها

حوضه زهکشی قرنقوچای، با مساحت ۳۵۷۰ کیلومتر مربع، یکی از زیرحوضه‌های هیدرولوژیک حوضه رودخانه قزل اوزن می باشد (مربوط به حوضه آبرگیر دریای خزر) که با روند عمومی شرقی-غربی و مختصات ۲۷° / ۴۶° تا ۴۲° / ۴۷° طول شرقی و ۵۸' / ۳۶° تا ۴۴' / ۳۷° عرض شمالی، در شمال غرب کشور و در دامنه‌های شرقی سه‌هند واقع شده است. این حوضه، از سمت شمال به حوضه رودخانه شهرچای، از سمت جنوب به حوضه رودخانه آیدوغموش، از سمت شمال غرب، به سرشاخه‌های رودخانه تلخه رود، از سمت غرب، به حوضه رودخانه‌های صوفی چای و لیلان رود، از جنوب غرب به حوضه سوقورچای و از جنوب و جنوب غربی به رودخانه اجیرلو محدود می گردد (شکل ۱).

1 -Hack

2 -Blue Ridge

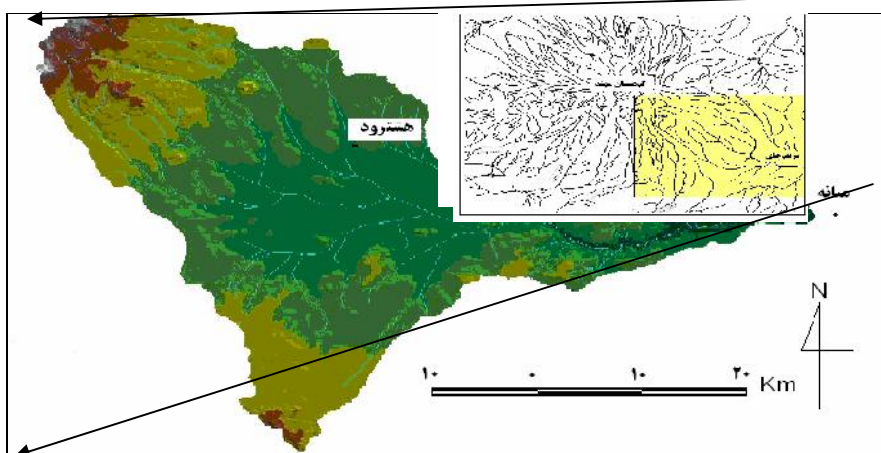
3 -Russ

4 -Shulits

5 -Burnett and Shumm

6 -Zhang

رودخانه قرنقو که از شاخاب‌های قزل اوزن می باشد، متشکل از دو شاخاب عمده به نام‌های کلکان چای و آلمالوچای است که این دو شاخاب، خود از دو شاخاب مشخص دیگری تشکیل شده است. دو رودخانه بهادرچای و چینی بلاغ، رودخانه کلکان چای و قپان چای، به هم پیوسته و رودخانه آلمالوچای را تشکیل می دهند (شکل ۲). شاخاب چینی بلاغ، از کوه‌های قوچ گلی داغ، متال داغ وزری داغ سرچشمه می گیرد و پس از دریافت آبراهه‌های فرعی دیگر و پس از مشروب نمودن آبادی‌های قوروچی، چینی بلاغ، علی جان و گل آخور در نزدیکی روستای جغیر، به بهادر و رودخانه کلکان چای می ریزد. بهادرچای نیز به عنوان یکی از شاخاب‌های عمده قرنقو، از ارتفاعات بزداغ سرچشمه می گیرد و از آبادی‌های آق بلاغ، فاران چای، حسن کهل عبور می کند و در نهایت به چینی بلاغ می پیوندد. شاخاب‌های آلمالوچای که خود از سه شاخاب عمده دیگری به نام آلمالو، قپان و دربند است، از شاخاب عمده قرنقو محسوب می شود. شاخه آلمالوچای، از ارتفاعات آلمالوگلی سرچشمه گرفته و در نزدیکی روستای گل تپه، به رودخانه قرنقو ملحق می شود. شاخاب قپان چای که از ارتفاعات متال داغ سرچشمه می گیرد، در نزدیکی روستای سعادتلو، وارد رودخانه آلمالوچای می شود و در نهایت در پایین دست روستای دربند، به رودخانه آلمالوچای می پیوندد. شاخاب قره ملک، از کوه‌های اوجاق داغی و آق داغی سرچشمه گرفته و در محل روستای قطعات، وارد رودخانه قرنقو می شود. رودهای خاتون آباد، سراسکندر، قره آغاج و شورچای از دیگر رودخانه‌های حوضه محسوب می شوند که با توجه به ویژگی‌های بسترجریان، از ویژگی‌های خاص خود برخوردارند. تمامی رودخانه در بخش میانی به یکدیگر ملحق شده و رودخانه قرنقو را تشکیل می دهند (شکل ۲).



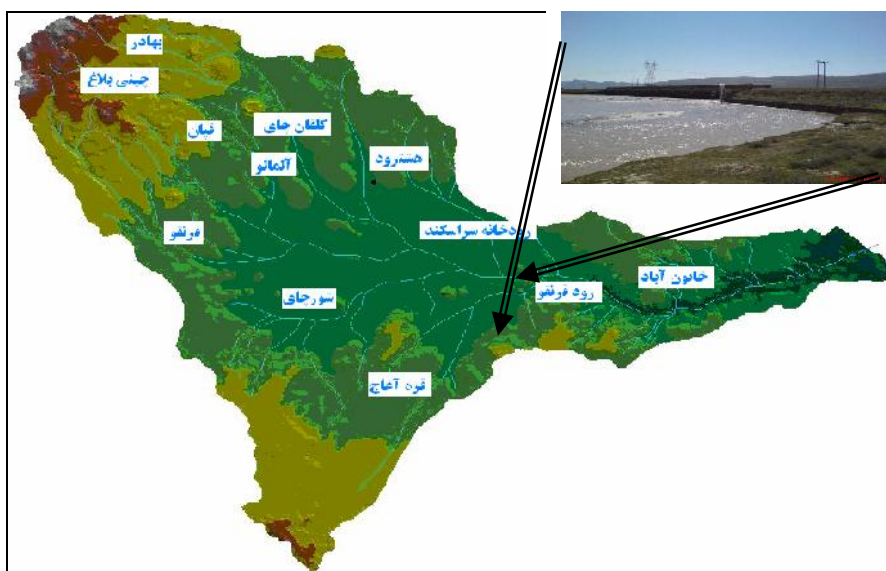
شکل (۲۱) موقعیت جغرافیائی حوضه قرنقوچای

مواد و روش‌ها

در این مقاله برای بررسی نیمرخ طولی رودخانه، فواصل طولی و ارتفاعی رودخانه از نقشه های توپوگرافی ۱ : ۵۰۰۰۰ استفاده شده است. سپس لگاریتم مسافت طولی محاسبه گردیده است. ترسیم نقاط نیمه لگاریتمی از نیمرخ طولی رودخانه، نیمرخ هاگ نامیده می شود. بیشتر رودخانه‌ها در سرتاسر خود دارای نیمرخ منحنی هستند که به صورت انحنای‌های کوچک (شیب‌ها) به همدیگر می پیوندند. به علت اینکه شاخص SL نسبت به شیب رودخانه حساس است در عمل شیب رودخانه در طول بخش‌های منقطع اندازه گیری و سپس متوسط گیری می شود و در واقع هر گرد^۱ یا توازن کوچک، با مقدار SL بیان می شود (بال، ۱۹۸۴ ص ۳۱۲). مقدار SL یا K می تواند به عنوان توان و نیروی رودخانه برای حمل، نهشته گذاری و یا فرسایش در نظر گرفته شود (شکل ۳). بنابراین یک رودخانه بزرگ یک K ی بزرگ و یک رودخانه کوچک K ی کوچک دارد. مقادیر مختلف SL در طول یک رودخانه گرایش نیمرخ را به مرحله جدیدی از توازن نشان می دهند که وجود مراحل مختلف توازن در طول یک

1 -Grade

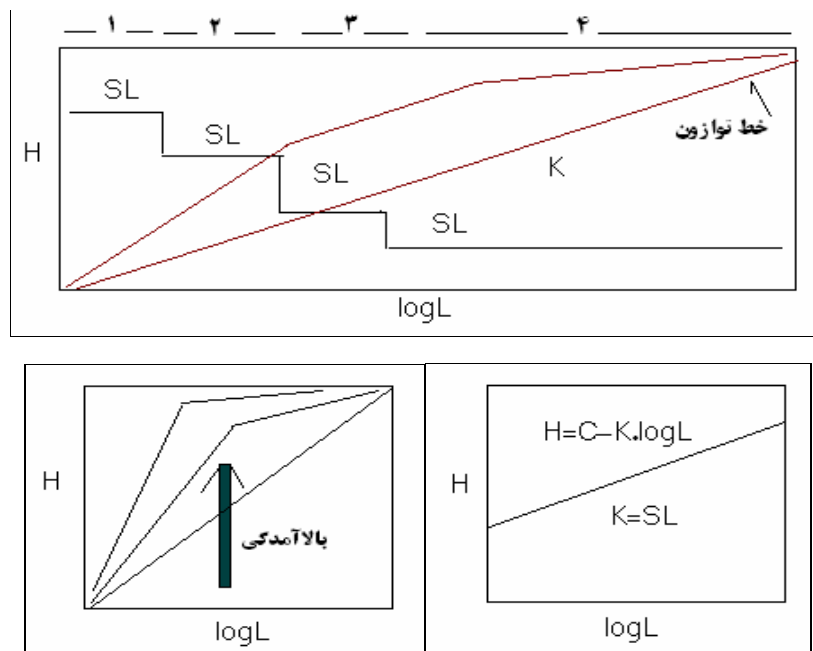
رودخانه عمدتاً در اثر وقوع گسل‌ها رخ می‌دهد (چن وهمکاران^۱، ۲۰۰۳ ص ۱۱۶). بنابراین با بررسی مقدار SL و تغییرات آن در طول یک رودخانه و همچنین تغییرات نیمرخ طولی رودخانه می‌توان در مورد تاثیرات فعالیت‌های تکتونیکی بر بستر جریان رودخانه- که با جابجایی‌هایی در جبهه نهشته گذاری و فرسایشی همراه است- اظهار نظر نمود. نیمرخ خاک یا نیمرخ لگاریتمی که از نسبت لگاریتم طولی رودخانه به ارتفاع آن به دست می‌آید، در مناطقی که دارای بالاآمدگی هستند محدب و در محدوده‌هایی که فاقد بالا آمدگی هستند، مقعر است. شرایط عکس زمانی است که نیمرخ طولی رودخانه به خط راست نزدیک می‌شود تعقر کمتر می‌شود و این در شرایطی است که تاثیرات تکتونیکی بر روی نیمرخ مشخص تر باشد.



شکل (۲) الحاق چندین رودخانه و تشکیل رودخانه قرنفو در بخش میانی حوضه

1 -Chen et al.,

با توجه با موارد فوق نیمرخ طولی رودخانه‌ها درحوضه و زیرحوضه‌های قرنقو ترسیم شده و تفسیرهای لازم بر روی این نمودارها صورت گرفته است.



شکل (۳) خط توازن و شیب خط در نیمرخ طولی رودخانه‌ها (محور افقی طول رودخانه و محور عمودی محدوده های ارتفاعی)

شاخص دیگر مورد استفاده در این بررسی، شاخص گرادیان رودخانه است که این شاخص تغییرات بستر رودخانه را در طول مسیر جریان نشان می دهد و به صورت زیر نوشته می شود:

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

در رابطه بالا:

ΔH = تغییرات در ارتفاع رودخانه در بخشی از مسیر رودخانه

ΔL = طول بخش مورد نظر

$\Delta H/\Delta L$ = شیب رودخانه در بخشی از مسیر جریان

L = طول کل رودخانه از نقطه مورد نظر تا بالاترین نقطه رودخانه

پس از محاسبه مقدار SL ، از روی نقشه‌های زمین شناسی و لیتولوژیکی، مسیر رودخانه‌های حوضه پی گیری و نوح واحدهای زمین شناسی و لیتولوژیکی تثبیت گردیده و واحدهای مذکور با مقدار SL تطبیق داده شده و با توجه به مقدار SL و نوع واحدها، اظهار نظرها در رابطه با اثرات تکتونیک صورت گرفته است.

بحث

حوضه قرنقوچای با توجه به شواهد موجود (چین خوردگی‌ها، گسل‌ها، گنبد‌های نمکی و...) از حوضه‌های بسیار فعال از نظر تکتونیک محسوب می شود. در حوضه مذکور، حضور پیچان‌ها و گنبد‌های نمکی از تداوم این فعالیت‌ها حکایت می کند (بیاتی خطیبی، ۱۳۸۷ ص ۱۱۲). با توجه به اینکه فعالیت‌های نئوتکتونیک در تمامی فرایندهای ژئومورفولوژیکی تاثیرگذار هستند، و اغلب نتایج این فعالیت‌ها در نیمرخ طولی رودخانه‌ها منعکس می شود، بررسی نیمرخ طولی رودخانه‌های حوضه می تواند اطلاعات ارزنده‌ای را در رابطه با فرایندهای ژئومورفولوژیکی ارائه دهد. براین اساس، در این مقاله سعی شده نیمرخ طولی رودخانه‌ها در رابطه با نوع سازندها مورد بررسی قرار گیرد تا نتایج حاصل با واقع بینی بیشتری ارائه گردد.

الف- ویژگی‌های تکتونیک

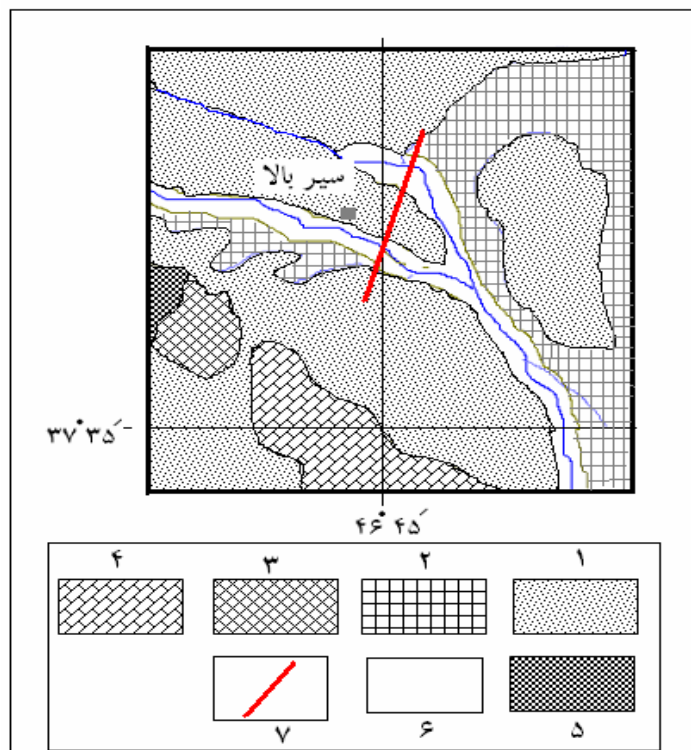
با توجه به نقشه تقسیمات ساختاری، حوضه قرنقوچای، در نیمه غربی زون ساختاری البرز - آذربایجان، با روند عمومی NW-SE و در محدوده غرب شهرستان میانه و جنوب استان آباد واقع گردیده است. گسل‌های اصلی و روند چین خوردگی‌ها نیز از روند عمومی زون ساختاری پیروی می کند. با توجه به اینکه حوضه مذکور، فعالیت زمین ساختی متعددی را

پشت سرگذاشته، انعکاس این فعالیت ها و رخدادها، به صورت سیستم های مختلف گسلش، درز و شکاف و همچنین وقفه های مهم چینه شناسی همراه با نبوده های چینه ای در زمان رسوب گذاری و فرسایش بعد از آن مشخص می باشد. شاید شاخص ترین دگر شیبی در قاعده ژوراسیک باشد که نشان دهنده اهمیت تغییر شکل پوسته ای در مزوزوئیک است. از نیمه دوم کرتاسه، تداوم واضحی از شروع چین خوردگی به چشم می خورد که منجر به چین خوردگی هایی در انتهای پالئوژن گردیده و پس از آن، حرکات گسلی از انواع مختلف به وقوع پیوسته، که برخی از این حرکات تا امروز هم ادامه دارند و ممکن است منشا برخی از زمین لرزه های کوچک در منطقه باشد: از نظر نوع و سن رسوبات واحدهای سنگی و روند عمومی عناصر ساختاری منطقه، در این حوضه، تنوع خاصی به چشم می خورد. سطوح چینه ای پراکنده در این زون، انواع رخساره های سنگی و رسوبی پره کامبرین، پالئوزوئیک تا کواترن را شامل می شود.

حضور گسل سیر در دره قپان چای، از مشخص ترین نشانه وقوع فعالیت های شدید تکتونیک در این محدوده است. این گسل در مسیری به طول بیش از ۴ کیلومتر در دره قپان چای امتداد یافته که مسیر امتداد آن مستقیم می باشد و مسیر گسترش آن از روستای سیر بالا، در بالادست دره تا سیر پایین، در پایین دست دره مذکور می باشد. حاصل ایجاد چین گسلی در دره قپان، پدید آمدن یک پرتگاه مشخص به ارتفاع ۲۰۰ متر در شیبی در حدود ۴۰ درصد و طول شیب ۵۰۰ متر و همچنین ایجاد یک چاله می باشد که اکنون در آن رسوبات آبرفتی جای گرفته اند. در پرتگاه مذکور، لایه های متناوب و رسوبات آتشفشانی، به طور افقی دیده می شوند که آنها نشان دهنده ثبات نسبی در دره مذکور، از لحاظ فعالیت های تکتونیک می باشند (شکل ۴).

پرتگاه گسل مذکور کاملاً مشخص است و امتداد دره قپان و همچنین دره آلمالو، به طور مستقیم در امتداد خط گسل قرار گرفته است. وجود سنگ بستر رسوبات آتشفشانی در بستر دره قپان چای و آلمالو چای و قرارگیری رسوبات جدیدتر بر روی آن، نشانه ای از فرو افتادگی سطح حد فاصل دره قپان چای و آلمالو چای است. دو رودخانه مذکور، سطح خود را به عمق برده اند و تراس های رودخانه ای در اطراف بستر خود را پدید آورده اند. این امر باعث شده که

دره‌های فرعی و اصلی از نظر تحول تفاوت داشته باشند در اواخر پلیستوسن، دره قپان و آلمالو، یک فرونشینی بسیار مشخص صورت گرفته است و به مرور زمان، رسوبات آبرفتی در این چاله انباشته شده و در طی عمل فرونشینی کناری و بستری، رودخانه بستر خود را روی این آبرفت‌ها به عمق برده و تراس‌هایی را در اطراف خود تشکیل داده‌اند.



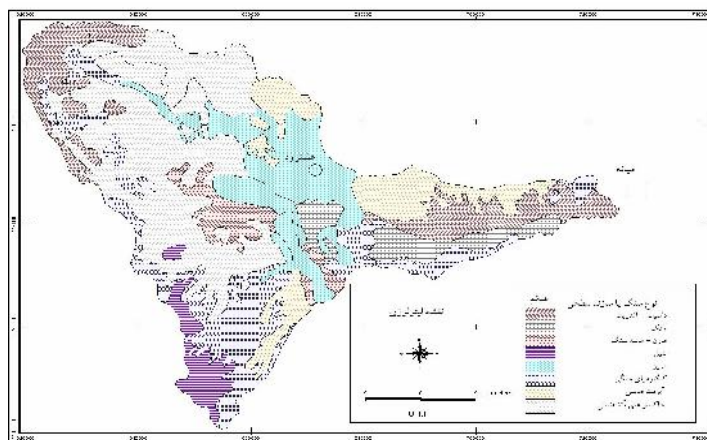
شکل (۴) محل فرو افتادگی در دره قپان در شمال غربی حوضه فرنتوچای

در این شکل: ۱) خاکسترهای آتشفشانی (میوسن) ۲) سنگ‌های پیروکلاستیک (میوسن) ۳) گندهای داسیتی (پلیوسن) ۴) کنگلومرا، ماسه سنگ (میوسن) ۵) بازالت و آندزیت (کواترنر) ۶) آبرفت‌های جدید ۷) محل فروافتادگی

تاثیر رویدادهای زمین ساختی و مولفه های فشاری و تنش های موثر در منطقه مورد مطالعه به ایجاد عناصر ساختاری شامل چین ها، گسل ها و سیستم های شکستگی منجر شده است.

ب- ویژگی های لیتولوژیکی

نوع لیتولوژی حوضه زهکشی، تقریباً مشابه با سایر حوضه های شرقی کوهستان سهند می باشد. با عنایت به نقشه لیتولوژیکی حوضه (شکل ۵) می توان گفت که گستره محدوده ماسه سنگ های قرمز در بخش های شمال و جنوب حوضه قابل ملاحظه است. این تشکیلات عمدتاً با کنگلومرا، مارن و سیلتستون و گاهی ژپیس همراه هستند. جنس ماسه سنگ های بخش مذکور، به طور عمده از ترکیبات آهک و به ندرت سیلیسی است. برونزد رسوبات مولاسی میوسن تحتانی در بخش های بالادست دره و در ارتفاعات ۳۰۰۰ متری نیز قابل مشاهده است. واحدهایی را نیز در بین سنگ های آذرین مانند سایر دره های سهند در بخش های مرتفع گسترش یافته اند. داسیت ها بیشتر از نوع داسیت های سیاه رنگ پیروکسن دار و آندزیت بوده و همچنین ماسه های ولکانیکی و برش های انفجاری نیز در آنها وجود دارد. واحدهای آندزیتی، جوان ترین سنگ های آتشفشانی حوضه محسوب می شوند که سنی معادل پلیستوسن دارند. سنگ های این واحد بیشتر از جنس آندزیت، بازالت و برش های ولکانیکی است. این سنگ ها بیشتر در بالادست روستای گلشن آباد، ارشد آباد و حوالی روستای قلعه جوق برونزد نموده اند. در دره چینی بلاغ، پی سنگ های رسوبی نیز برونزد نموده اند که سن آنها به طور دقیق، مشخص نشده است (شکل ۵ و ۶).



شکل (۵) نقشه لیتولوژی حوضه قرنقوچای

برونزدهای نفوذی و آندزیت‌ها درحوضه زهکشی قرنقوچای، بخش‌های برجسته را در دره چینی بلاغ تشکیل داده‌اند (شکل ۶). همچنین در بخش‌هایی از دره، مانند سایر دره‌های سه‌د، رسوبات آتشفشانی‌ها بویژه، ایگنمریت‌ها گستره قابل ملاحظه‌ای دارند و در طول دره به طور ضخیمی نمود یافته‌اند. داسیت و آندزیت‌های دوران چهارم، مرتفع‌ترین بخش‌های این حوضه و گنبد‌های آذرین متال داغی و آت داغی را تشکیل داده‌اند. اما محدوده گسترش آنها در مقایسه با گدازه‌های میوسن، بسیار محدودتر است. این گدازه‌ها، همراه با سنگ‌های پیروکلاستیک، بخش اعظم قسمت‌های بالادست حوضه را تشکیل داده‌اند. درحوالی روستای گلشن آباد و پیشکلو، به عنوان آخرین روستاهای حوضه، این گدازه‌ها را خاکسترهای آتشفشانی تشکیل داده‌اند که در دره‌ها، این گدازه‌ها به صورت دیواره‌های کشیده و طولی، از میان خاکسترهای آتشفشانی، سر برآورده‌اند. خاکسترهای آتشفشانی از جمله گسترده‌ترین واحدهای سطحی هستند که در بخش بالادست گسترده شده‌اند. سایش این واحدها در دره‌ها و سرازیری آنها به داخل دره‌ها و ورود آنها به آب‌های جاری در دره‌ها، به افزایش بار رسوبی رودخانه‌ها منجر شده است. این مواد در محدوده زیست اهالی به عنوان مصالح ساختمانی

برای ساخت و ساز، مورد استفاده قرار می گیرد. مارن‌ها که عمدتاً در بخش‌های هشترود و به صورت محدود، در دیگر بخش‌های حوضه گسترده شده‌اند، در وقوع لغزش‌های سطحی و لغزش‌های چرخشی، نقش عمده‌ای ایفا نموده‌اند.

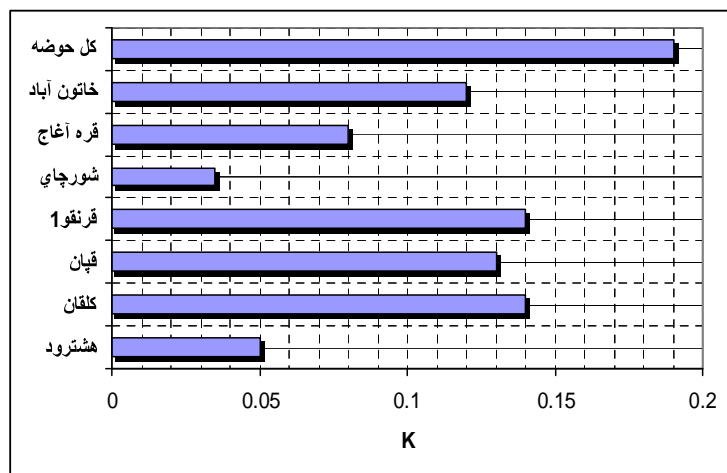


شکل (۶) برونزدهای نفوذی و آذرآوری در جاده‌ای در حوضه قرنقوچای (تصویر سمت چپ، بالا). برونزد گدازه‌های میوسن از میان خاکسترهای آتشفشانی (روستای گلشن آباد) حوضه قرنقوچای (تصویر سمت راست بالا) خاکسترهای آتشفشانی در نزدیکی روستای پیشکلو، حوضه قرنقوچای (تصویر سمت راست، پایین) تپه‌های متشکل از مارن در حوضه قرنقوچای (تصویر سمت چپ، پایین).

کنگلومر، مارن و سنگ‌های سیلتی مربوط به میوسن که در بخش‌های میانی حوضه ظاهر شده‌اند و از لحاظ اینکه واحدهای یاد شده از مواد فرسایش پذیر محسوب می شوند، در هر بخشی از منطقه ظاهر شده‌اند، دره‌های پهن و دشت‌های سیلابی گسترش زیادی یافته‌اند. در روی این سازندها نیز لغزش و گاه ریزش‌های سنگی رخ داده‌اند که در مبحث مربوط به آنها خواهیم پرداخت.

ت-بررسی میزان تاثیرات تکتونیکی بر نیمرخ طولی رودخانه‌ها و ویژگی‌های فرسایشی حوضه‌ها با استفاده از نیمرخ هاک^۱

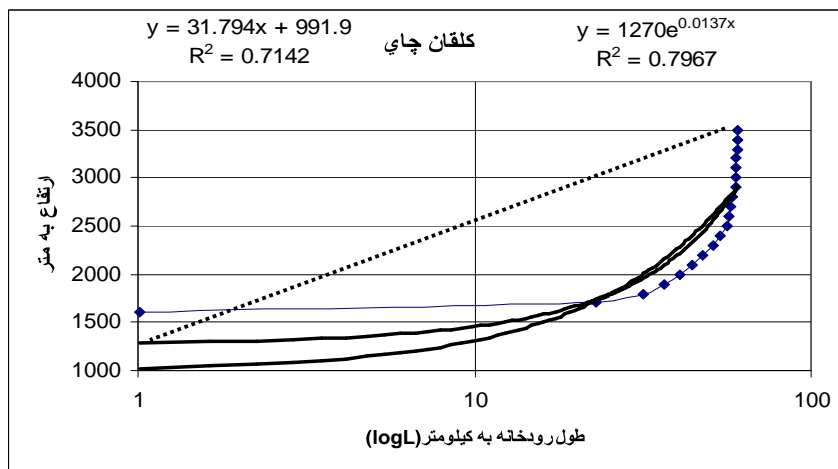
با توجه به شکل ۸ می‌توان گفت که حوضه‌های مربوط به رودخانه شورچای، خاتون آباد و هشترود از جمله حوضه‌هایی هستند که بستر جریان آنها تحت تاثیر فعالیت‌های تکتونیکی قرار گرفته است، بنابراین محدوده‌های نهشته گذاری و فرسایشی در حال جابجایی است. مقادیر K محاسبه شده نشان می‌دهد که مقدار K برای کل حوضه برابر با ۰/۱۹ است. این مقدار علاوه بر اینکه نمایانگر نیروی بالا در حوضه برای فرسایش بیشتر است، در عین حال حاکی از حضور فعالیت‌های تکتونیکی در منطقه است. بعد از کل حوضه از نظر مقدار K، زیر حوضه‌های کلغان و قرنقو ۱ (با مقدار ۰/۱۴) قپان (با مقدار ۰/۱۳)، خاتون آباد (با مقدار ۰/۱۲) و قره آغاج (با مقدار ۰/۰۸) سپس بقیه زیر حوضه‌ها قرار گرفته‌اند (شکل ۷). ترتیب قرار گیری زیر حوضه‌ها از نظر مقدار K در شکل (۷) مشخص تر است. در واقع با مقایسه زیر حوضه‌ها می‌توان فرسایشی رودخانه‌های جاری در آنها را مورد مقایسه قرار داد.

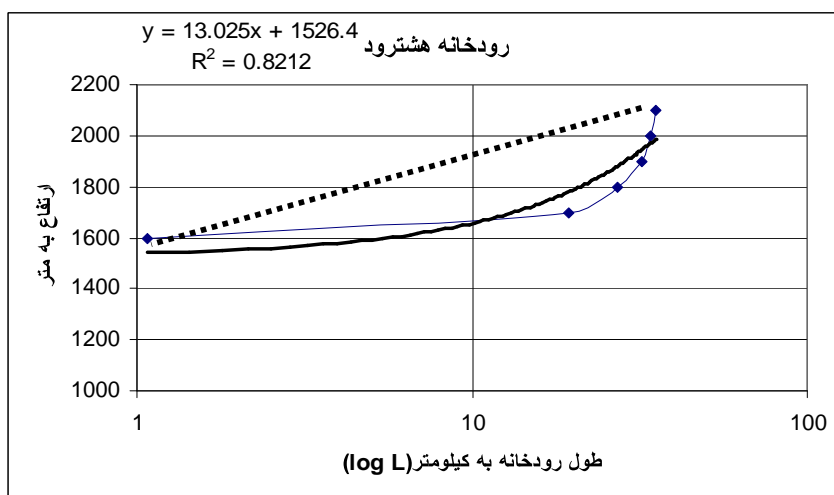
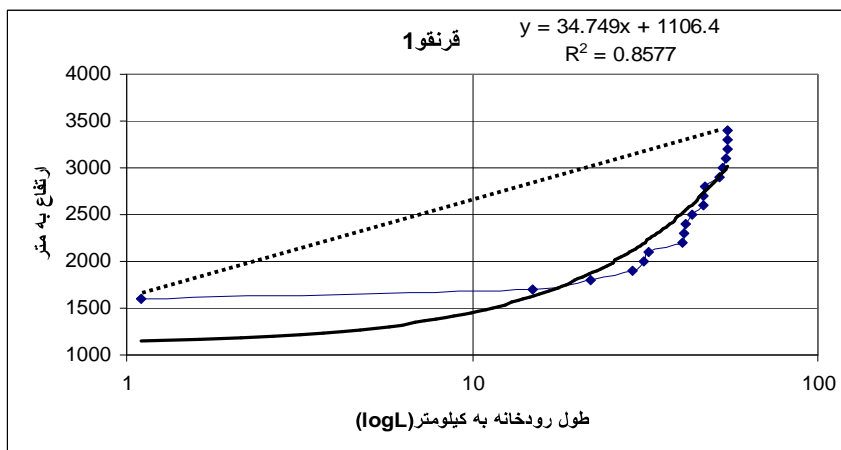


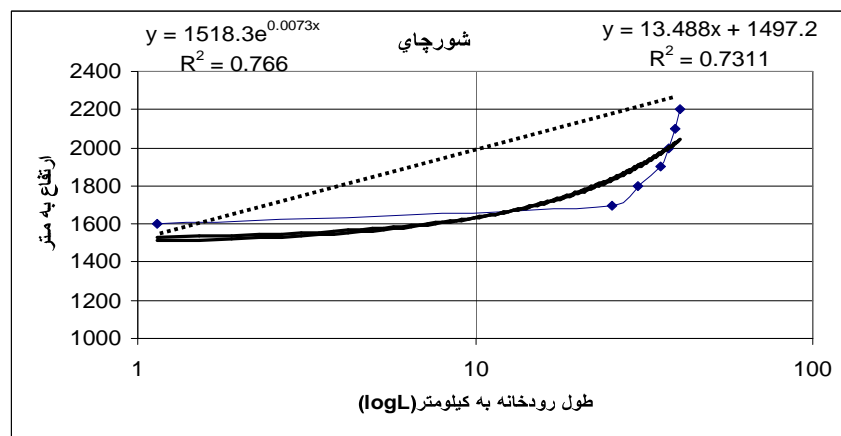
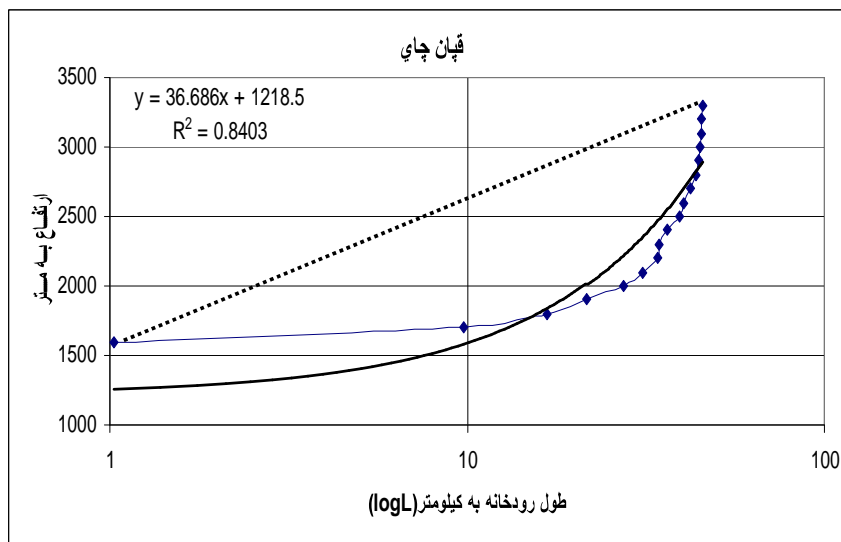
شکل (۷) مقایسه مقادیر K در حوضه و زیر حوضه‌های قرنقو

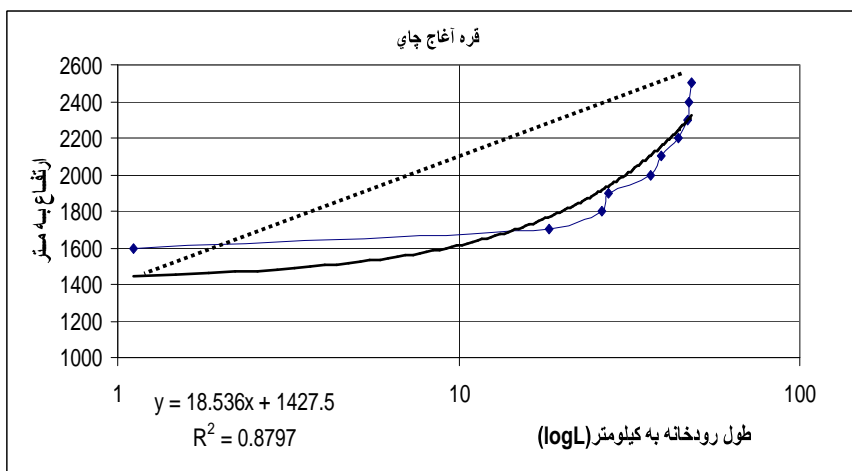
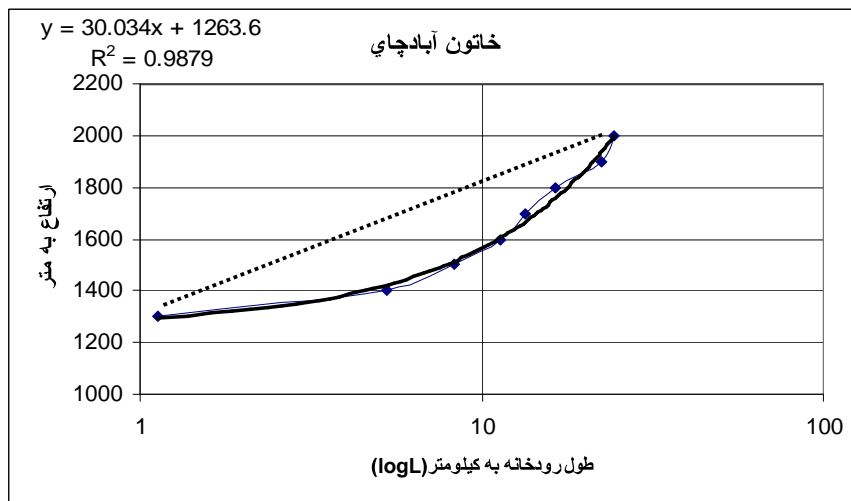
ث- انطباق نیمرخ طولی با ویژگی های زمین شناسی و لیتولوژیکی حوضه قرقسو و زیر حوضه های آن

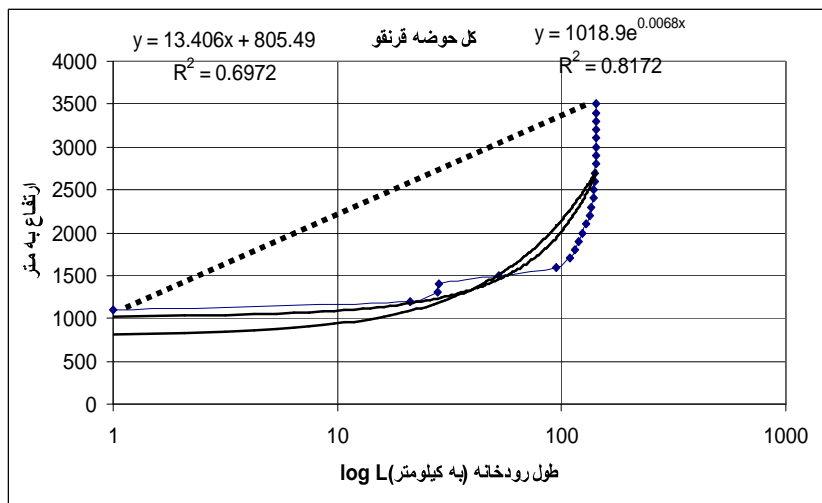
حساسیت SL به نوع سنگها نیز زیاد است. میزان این شاخص بر روی سنگهای مقاوم افزایش می یابد و برعکس. در تحلیل تحول چشم اندازهها فرض بر این است که تنظیم رودخانه برای فایق آمدن بر مقاومت سنگ بسیار سریع صورت می گیرد. در واقع با اساس قرار دادن این فرض، تغییرات شیب با فعالیت های تکتونیک در رابطه گذاشته می شود. اگر میزان شاخص SL بر روی سنگهای نرم بالا باشد، مقدار حاصل از رابطه گرادیان رودخانه، نشان دهنده فعالیت های تکتونیک جوان است. مقدار پایین و غیر عادی شاخص مذکور نیز نشان دهنده فعالیت های اخیر تکتونیک است. به طور کلی می توان گفت که مقدار شاخص بر روی سنگهای سخت زیاد و بر روی سنگهای کم مقاوم و نرم، کم است (گوارینی و پیروتا، ۲۰۰۷ ص ۸).











شکل (۷) نیمرخ هاگ کلغان چای، نیمرخ هاگ قیان چای، نیمرخ هاگ رودخانه قرنقو ۱، نیمرخ هاگ شورچای، نیمرخ هاگ قره آغاج چای، نیمرخ هاگ رودخانه خاتون آباد رودخانه قرنقو

برای بررسی نقش فعالیت های تکتونیک بر نیمرخ طولی رودخانه ها، میزان SL در بخش های مختلف گرادیان رودخانه های مختلف حوضه محاسبه شده است، تا به این طریق از نظر تاثیر فعالیت های تکتونیک در بخش های مختلف مورد تحلیل قرار گیرد.

با توجه به نتایج حاصل از محاسبات SL و همچنین با عنایت به انطباق نتایج با نقشه های زمین شناسی (شکل های ۹ تا ۱۶ و جداول ۱ تا ۸) می توان گفت که:

- درحوضه هشتروند، نمونه ۱،۲،۳ در محدوده مارن ها و ماسه سنگ ها و آبرفت های جدید قرار گرفته اند و مقادیر نمونه ۴ بر روی آبرفت های جدید قرار گرفته است. با توجه به تغییرات مقدار SL در رابطه با تغییرات نوع لیتولوژی، می توان گفت که شرایط تقریباً عادی در این حوضه حاکم است.

- در قسمت‌های مختلف حوضه کلکان مقدار بسیار بالای SL (یعنی ۴۵۷/۱۴، ۴۳۳/۳ و ۱۴۰۰) بر روی سنگ‌های نرم یعنی خاکسترهای آتشفشانی، حاکی از حضور فعالیت‌های تکتونیکی جوان در این محدوده است که بر روی بستر جریان رودخانه نیز تاثیر گذاشته است.
- در حوضه قپان نیز در بخش‌های میانی حوضه بر روی خاکسترهای آتشفشانی مقادیر بسیار بالا (۲۴۰۰ و ۳۵۷) معرف تاثیر حرکات تکتونیکی جوان در بستر جریان رودخانه قپان است.
- در حوضه قرنقو ۱ مانند حوضه قپان در بخش‌های میانی مقادیر SL بسیار بالا غیرعادی است که این امر حاکی از وقوع حرکات تکتونیکی است. مقادیر ۱۵۵۰ و ۳۰۰۰ بر روی خاکسترهای آتشفشانی که سارنده‌های نرم محسوب می شوند، رخ داده‌اند.
- در حوضه شورچای شرایط عادی در بخش‌های خروجی و نزدیک به سرچشمه رودخانه شورچای شرایط عادی حاکمیت دارد. در این محدوده‌ها به ترتیب کنگلومراها و آبرفت‌های جدید حضور دارند. اما با توجه به نوع لیتولوژی و مقادیر SL (۴۱/۵) در بخش‌های میانی بویژه در نمونه ۳ که سنگ‌های پیرو کلاستیک قرار گرفته‌اند، به نظر می رسد که حرکات تکتونیکی باعث وقوع تغییراتی در بستر جریان شده است.
- در بخش‌های میانی و در ارتفاعات حوضه قره آغاج نیز ارقام SL، با عنایت به نوع لیتولوژی، غیر عادی است.
- در حوضه خاتون آباد با توجه به نوع لیتولوژی و ارقام SL می توان گفت که شرایط عادی در بستر جریان رودخانه خاتون آباد حاکم است.
- در مورد کل حوضه و در بخش‌های میانی آن بر روی مارن، آهک و ژئپس‌ها مقادیر SL بسیار بالا است (۴۵۶، ۴۵۰، ۵۰۰) که این امر حاکی از اثرات حرکات تکتونیکی در بستر جریان رودخانه قرنقو است.
- شکل (۱۶) حاکی از تغییرات میزان SL در بخش‌های مختلف مسیر جریان رودخانه و در زیر حوضه‌های مختلف قرنقو است. همچنان که در این شکل مشاهده می شود، میزان تغییرات ناگهانی در SL در بخش‌های مختلف یک رودخانه ویژه نمایان است. این تغییرات ناگهانی

همانگونه که ذکر شد، علاوه بر تاثیر نوع لیتولوژی در تغییرات شیب بستر، نمایانگر تاثیرات حرکات تکتونیک در گرادیان طولی رودخانه است. شکل های (از ۹ تا ۱۶) مقادیر SL را در طول قطعه انتخابی از رودخانه ها را نشان می دهد. تغییرات غیرعادی SL در این اشکال بهتر نمایان است.

پ- انطباق SL با نیمرخ های زمین شناسی

همانطور که ذکر شد SL به نوع لیتولوژی حساس است. از لحاظ این حساسیت، قبل از استنتاج اثرات تکتونیک بر روی نیمرخ طولی رودخانه، باید رابطه SL با نوع لیتولوژی و نیمرخ زمین شناسی مورد بررسی قرار گیرد. دلیل این امر این است که، میزان SL با افزایش اندازه مواد، بار بستری افزایش می یابد و این میزان با جریان رودخانه بر روی آبرفت های خود کاهش می یابد. مقدار SL بر روی دولومیت و ماسه سنگ بالا است.

میزان SL نشان دهنده تغییرات شیب رودخانه است که این تغییرات ممکن است ناشی از حضور اشکال سطحی ناشی از فعالیت های تکتونیک باشد. علاوه بر این، SL منعکس کننده مقاومت لیتولوژی مسیر جریان رودخانه ها به فرسایش است (بر روی لیتولوژی مستعد به فرسایش، میزان SL کم است). SL در رودخانه ها کم توان و کوچک تحت کنترل لیتولوژی و در رودخانه های بزرگ تحت کنترل تکتونیک است.

با توجه به موارد فوق، در این تحقیق سعی شده است میزان تغییرات SL در مسیر رودخانه های حوضه قرنقو و زیر حوضه های آن بررسی و تغییرات ناگهانی آن با مد نظر قرار دادن نوع لیتولوژی و اثرات آن مورد تحلیل قرار گیرد.

نتایج بررسی ها در بندهای زیر خلاصه شده است:

- رودخانه خاتون آباد در این مسیر این رودخانه، با توجه به شکل ترسیمی (۹) و اطلاعات مندرج در جدول (۱) بیشتر میزان SL در روی محدوده های دگرگون شده و در نزدیکی گسل های عمود بر هم بخش های بالادست رودخانه رخ داده است. لذا نتیجه گیری در مورد

اینکه شیب زیاد رودخانه که در شکل (۹) مشخص است، مربوط به مقاومت لیتولوژیکی و یا فعالیت‌های تکتونیکی است، تا حدی دشوار است اما می‌توان با استناد به حضور دگرگونی‌ها که خود نشانه غیر مستقیمی از فعالیت‌های تکتونیکی است، افزایش میزان SL را به تکتونیک استناد نمود.

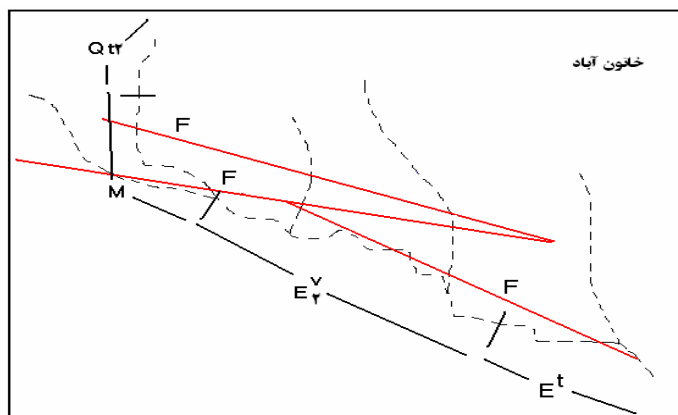
- **رودخانه قره آغاج.** شرایط در مورد این رودخانه کاملاً متفاوت از دو رودخانه قبلی است. با توجه به اطلاعات مندرج در جدول (۲) و همچنین شکل (۱۰)، می‌توان مشاهده نمود که تغییرات میزان SL در بخش‌هایی از مسیر رودخانه، بویژه در محدوده ارتفاعی ۱۷۰۰-۱۸۰۰ متری بسیار قابل ملاحظه است ($SL = 144,92$)، میزان بیشتر در روی لیتولوژی کاملاً فرسایش پذیر در محدوده ارتفاعی ۲۳۰۰-۲۵۰۰ متری قابل تعمق است ($SL = 250$). در مسیر رودخانه قره آغاج برآمدگی‌ها بسیار مشخصی دیده می‌شود (شکل ۱۰) که با محل حضور گسل‌ها منطبق هستند. با توجه به حضور لیتولوژی نرم (مارن و ژپس)، در محدوده‌های ارتفاعی ۱۷۰۰-۲۵۰۰، این برآمدگی‌ها می‌تواند ناشی از بالا آمدگی‌های تکتونیکی باشد.

- **رودخانه هشتروند.** در مسیر این رودخانه تغییرات ناگهانی میزان SL چندان بارز نیست (شکل ۱۱ و جدول ۳).

- **شورچای.** با توجه به شکل (۱۲) در مسیر شورچای برآمدگی‌هایی مشاهده می‌شود که با انطباق با نوع لیتولوژی (شکل ۱۲) این برآمدگی‌ها با مقاومت واحدها در برابر فرسایش ارتباطی نداشته بلکه مربوط به بالا آمدگی‌های تکتونیکی است. حضور گنبد‌های نمکی در مسیر این رودخانه و ایجاد پیچان‌های متعدد، خود گواه دیگری بر بالا آمدگی‌ها مداوم تکتونیکی در مسیر شورچای است. با توجه به تغییرات ناگهانی SL در انتهای مسیر، علی‌رغم حضور آبرفت‌ها، از تاثیر فعالیت‌های تکتونیکی حکایت می‌کند (شکل ۱۲ و جدول ۴).

جدول (۱) میزان SL و نوع لیتولوژی مسیر رودخانه خاتون آباد

واحدهای زمین شناسی	محدوده های ارتفاعی	$SLI=(\Delta H/\Delta lnL)$	L
لاوا	۱۳۰۰-۱۲۴۰	۳۷,۵	۴۵
لاوا	۱۴۰۰-۱۳۰۰	۶۲,۵	۴۰
آندزیت و داسیت	۱۵۰۰-۱۴۰۰	۵۱,۵۴	۳۳
توف های اسیدی، آندزیت و داسیت	۱۶۰۰-۱۵۰۰	۵۵,۸۶	۲۷
محدوده دگرگون شده	۱۷۰۰-۱۶۰۰	۶۲,۵	۲۲
محدوده دگرگون شده	۱۸۰۰-۱۷۰۰	۵۱,۵۴	۱۶
آبرفت های جدید	۱۹۰۰-۱۸۰۰	۴۰,۳۲	۳



شکل (۹) نوع واحدهای زمین شناسی و لیتولوژی در مسیر رودخانه خاتون آباد در این شکل:

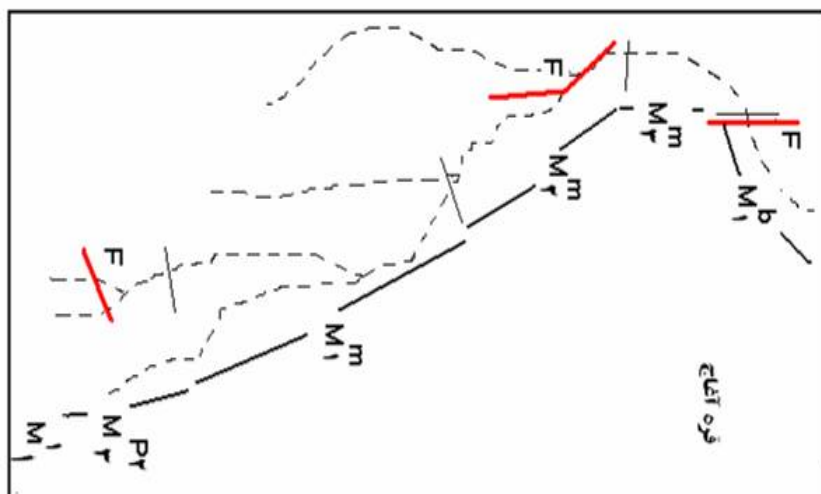
F گسل، E^t محدوده لاوهای جریان یافته، E^v محدوده توف های اسیدی، لائیت، آندزیت و داسیت، M محدوده سنگ های دگرگون شده و Qt_2 محدوده آبرفت های جدید

- رودخانه قرنقوا. مسیر این رودخانه علی رغم حضور واحدهای یکسان لیتولوژی (شکل ۱۳)، بیشترین تغییرات را در شیب طولی تجربه می کند. مقدار زیاد میزان SL در محدوده های ارتفاعی ۲۴۰۰-۲۳۰۰ و ۲۶۰۰-۲۶۰۰ و ۲۸۰۰-۲۳۰۰ و ۳۴۰۰-۳۳۰۰ (جدول ۵)، از حضور برآمدگی هایی حکایت می کنند که علت آنها نمی تواند لیتولوژیکی باشد (به علت یکسان بودن نوع لیتولوژی). این برآمدگی ها در نیمرخ طولی رودخانه (شکل ۱۳) به شکل بارز خود نمایی

می‌کند. لذا می‌توان گفت که تغییرات در نیمرخ طولی رودخانه صرفاً مربوط به فعالیت‌های تکتونیکی است.

جدول (۲) میزان SL و نوع لیتولوژی مسیر رودخانه قره آغاج

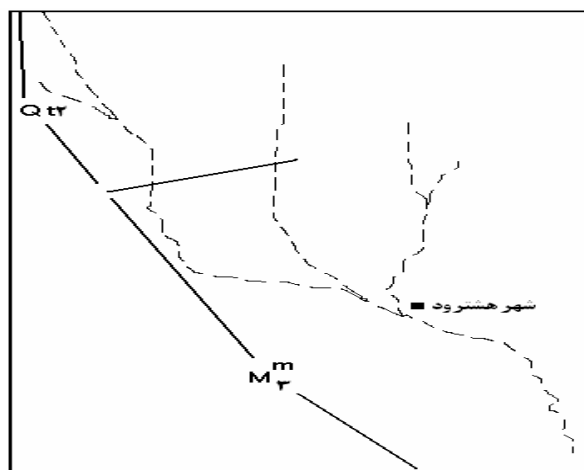
نوع واحد زمین شناسی	محدوده‌های ارتفاعی	$SLI=(\Delta H/\Delta L)$	L
بازالت، آندزیت و تراکی آندزیت	۱۵۰۰-۱۴۸۰	۳۵,۲۹	۸۶
بازالت، آندزیت و تراکی آندزیت	۱۶۰۰-۱۵۰۰	۳۵,۳۳	۶۹
بازالت، آندزیت و تراکی آندزیت	۱۷۰۰-۱۶۰۰	۳۹,۰۶	۵۶
مارن و ماسه سنگ	۱۸۰۰-۱۷۰۰	۱۴۴,۹۲	۵۴
مارن و ماسه سنگ	۱۹۰۰-۱۸۰۰	۲۹,۷۶	۲۵
مارن	۲۰۰۰-۱۹۰۰	۵۵,۸۶	۲۰
مارن و ماسه سنگ همراه با ژئیس	۲۱۰۰-۲۰۰۰	۴۳,۴۷	۱۰
خاکسترهای آتشفشانی، همراه با سنگ‌های پروکلاستیک	۲۳۰۰-۲۲۰۰	۵۵,۸۶	۴
مارن، ژئیس و نمک	۲۴۰۰-۲۳۰۰	۲۵۰	۳,۵
مارن، ژئیس و نمک	۲۵۰۰-۲۴۰۰	۲۵۰	۲



شکل (۱۰) نوع واحدهای زمین شناسی و لیتولوژی در مسیر رودخانه قره آغاج در این شکل:
F گسل، M_1^b بازالت، آندزیت و تراکی آندزیت، M_3^m مارن و ماسه سنگ، M_2^m مارن، M_1^m مارن و ماسه سنگ همراه با ژئیس، M_3^{P2} خاکسترهای آتشفشانی، همراه با سنگ‌های پروکلاستیک و M_1^1 مارن، ژئیس و نمک

جدول (۳) میزان SL و نوع لیتولوژی مسیر رودخانه هشتروند

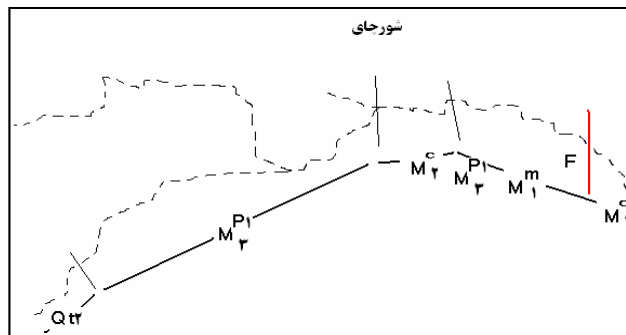
نوع واحد زمین شناسی	محدوده های ارتفاعی	$SLI=(\Delta H/\Delta nL)$	L
مارن و ماسه سنگ	۱۶۰۰-۱۵۵۰	۱۷	۴۸
مارن و ماسه سنگ	۱۷۰۰-۱۶۰۰	۳۲	۲۵
مارن و ماسه سنگ و آبرفت های جدید	۱۸۰۰-۱۷۰۰	۳۷	۱۱
آبرفت های جدید	۱۹۰۰-۱۸۰۰	۱۱,۱۱	۲



شکل (۱۱) نوع واحدهای زمین شناسی و لیتولوژی در مسیر رودخانه هشتروند. در این شکل: M_3^m مارن و ماسه سنگ و Qt_2 محدوده آبرفت های جدید

جدول (۴) میزان SL و نوع لیتولوژی مسیر شورچای

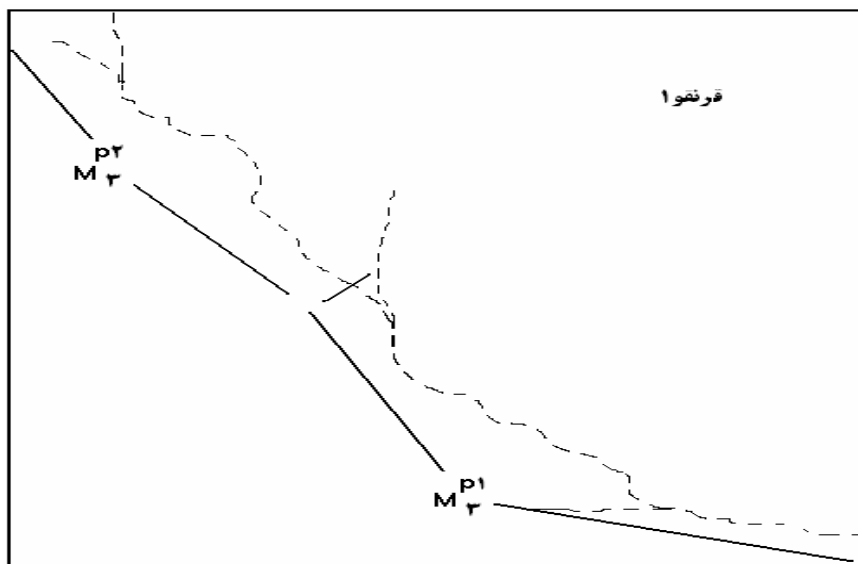
نوع واحد زمین شناسی	محدوده های ارتفاعی	$SLI=(\Delta H/\Delta nL)$	L
کنگومرا	۱۶۰۰-۱۵۲۰	۲۱,۱۶	۳۶
مارن، ماسه سنگ و ژئوپس	۱۷۰۰-۱۶۰۰	۳۴,۳۶	۱۸
سنگ های پیروکلاستیک	۱۸۰۰-۱۷۰۰	۴۰,۳۲	۵
محدوده آبرفت های جدید	۱۹۰۰-۱۸۰۰	۶۲,۵	۵



شکل (۱۲) نوع واحدهای زمین شناسی و لیتولوژی در مسیر شورچای در این شکل: F گسل، M_2^c کنگلومرا، M_1^m مارن، ماسه سنگ و ژیبس، M_3^{P1} سنگ‌های پیروکلاستیک، Qt2 محدوده آبرفت‌های جدید

جدول (۵) میزان SL و نوع لیتولوژی مسیر قرنقوا

نوع واحد زمین شناسی	محدوده های ارتفاعی	SLI=($\Delta H/\Delta nL$)	L
سنگ های پیروکلاستیک	۱۶۰۰-۱۵۸۰	۹,۶۶	۱۰,۷
سنگ های پیروکلاستیک	۱۷۰۰-۱۶۰۰	۳۲,۶۷	۸۵,۵
سنگ های پیروکلاستیک	۱۸۰۰-۱۷۰۰	۳۷,۰۳	۷۰,۵
سنگ های پیروکلاستیک	۱۹۰۰-۱۸۰۰	۳۸,۴۶	۵۶,۵
تاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیروکلاستیک	۲۰۰۰-۱۹۰۰	۵۸,۸۲	۵۰,۵
"	۲۲۰۰-۲۱۰۰	۳۶,۱	۴۹
"	۲۳۰۰-۲۲۰۰	۱۴۴,۹	۳۳
"	۲۴۰۰-۲۳۰۰	۱۱۱۱,۱	۳۱
"	۲۵۰۰-۲۴۰۰	۷۲,۴	۳۰
"	۲۶۰۰-۲۵۰۰	۵۸,۸	۲۶
"	۲۷۰۰-۲۶۰۰	۱۱۱۱,۱	۲۰
"	۲۸۰۰-۲۷۰۰	۱۱۱۱,۱	۱۹
"	۲۹۰۰-۲۸۰۰	۴۳,۴۷	۱۸
"	۳۰۰۰-۲۹۰۰	۲۵۰	۸
"	۳۱۰۰-۳۰۰۰	۲۵۰	۶,۵
"	۳۲۰۰-۳۱۰۰	۱۰۹,۸	۴
"	۳۳۰۰-۳۲۰۰	۱۴۴,۹	۲
"	۳۴۰۰-۳۳۰۰	۱۱۱۱,۱	۱

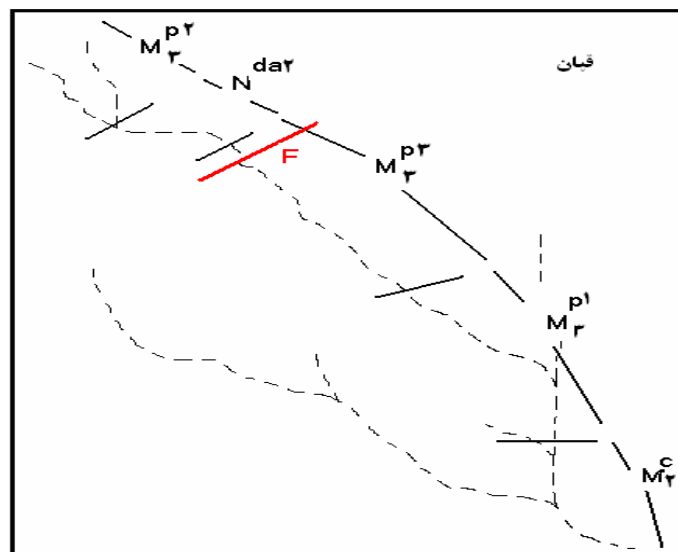


شکل (۱۳) نوع واحدهای زمین شناسی و لیتولوژی در مسیر قرنقوا ۱ در این شکل: M^1_3 سنگهای پیروکلاستیک M^2_3 خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیروکلاستیک

- رودخانه قبان. با توجه به اطلاعات مندرج در جدول (۶) و شکل (۱۴) می توان شاهد تغییرات ناگهانی شیب رودخانه و در نتیجه تغییرات در میزان SL بود. این تغییرات در بخش های میانی مسیر، بسیار بالا بوده ($SL = 555$) که از برآمدگی مشخص در نیمرخ طولی و از اثرات فعالیت های تکتونیک (با توجه به یکسانی واحدهای لیتولوژیکی) در محدوده های ارتفاعی ۲۲۰۰-۲۳۰۰، حکایت می کند (جدول ۶ و شکل ۱۴).

جدول (۶) میزان SL و نوع لیتولوژی مسیر رودخانه قپان

نوع واحد زمین شناسی	محدوده های ارتفاعی	$SL1=(\Delta H/\Delta L)nL$	L
کنگلومر و مولاس	۱۶۰۰-۱۵۷۸	۵,۰۷	۸۶
کنگلومر و مولاس	۱۷۰۰-۱۶۰۰	۴,۰۳	۷۴
کنگلومر و مولاس	۱۸۰۰-۱۷۰۰	۳۸,۰۲	۶۰
سنگ های پیروکلاستیک	۱۹۰۰-۱۸۰۰	۴۳	۵۰
سنگ های پیروکلاستیک	۲۰۰۰-۱۹۰۰	۴۱,۸	۳۹
سنگ های پیروکلاستیک	۲۱۰۰-۲۰۰۰	۵۱,۵۶	۳۲
خاکسترهای آتشفشانی و سنگ های پیرو کلاستیک، کنگلومر، ماسه سنگ و شیل	۲۲۰۰-۲۱۰۰	۵۱,۵۶	۲۵
خاکسترهای آتشفشانی و سنگ های پیرو کلاستیک، کنگلومر، ماسه سنگ و شیل	۲۳۰۰-۲۲۰۰	۵۵۵,۵	۲۴
داسیت های سهند و گندهای داسیت	۲۴۰۰-۲۳۰۰	۷۲,۴۶	۲۰
داسیت های سهند و گندهای داسیت	۲۵۰۰-۲۴۰۰	۵۵,۸۶	۱۵
خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیروکلاستیک	۲۶۰۰-۲۵۰۰	۸۰	۱۱
خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیروکلاستیک	۲۷۰۰-۲۶۰۰	۸۰	۷
خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیروکلاستیک	۲۸۰۰-۲۷۰۰	۹۱,۷	۵
خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیروکلاستیک	۲۹۰۰-۲۸۰۰	۱۰۹,۸	۲



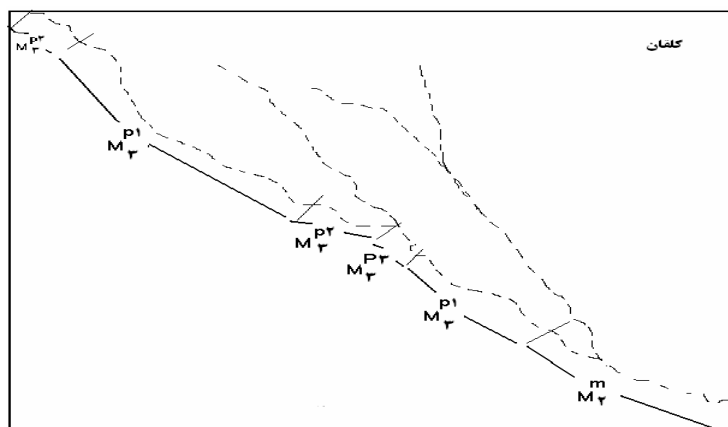
شکل (۱۴) نوع واحدهای زمین شناسی و لیتولوژی در مسیر رودخانه قیان در این شکل: حوضه قیان M_2^c کنگلومرا و مولاس، M_3^{p1} سنگهای پیروکلاستیک، M_3^{p3} خاکسترهای آتشفشانی و سنگهای پیروکلاستیک، N^{da2} داسیت‌های سهند و گنبد‌های داسیت و M_3^{p2} خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ‌های پیروکلاستیک و F گسل

- رودخانه کلکان. تغییرات در مسیر رودخانه کلکان با توجه به نوع واحدهای لیتولوژیکی، مربوط به فعالیت‌های تکتونیکی نبوده بلکه مربوط به تغییرات لیتولوژیکی است (جدول ۷ و شکل ۱۵).

- مسیر رودخانه قرنقوی بزرگ. در مسیر رودخانه اصلی قرنقو تغییرات شیب و برآمدگی های زیادی در نیمرخ طولی دیده می شود که بخشی از آنها مربوط به واحدهای لیتولوژی و برخی دیگر مربوط به فعالیت‌های تکتونیکی است (جدول ۸ و شکل ۱۶). به عنوان مثال در محدوده‌های ارتفاعی ۱۳۰۰-۱۴۰۰، مقدار SL بالا مربوط به برآمدگی‌های تکتونیکی و در محدوده‌های ارتفاعی ۲۹۰۰-۳۰۰۰ مربوط به نوع لیتولوژی است.

جدول (۷) میزان SL و نوع لیتولوژی مسیر رودخانه کلکان

نوع واحد زمین شناسی	محدوده های ارتفاعی	$SLI = (\Delta H / \Delta L) \times L$	L
مارن و سیلستون یا سنگ های سیلتی	۱۶۰۰-۱۵۴۰	۱۹,۴	۱۰۲
مارن و سیلستون یا سنگ های سیلتی	۱۷۰۰-۱۶۰۰	۳۱,۱	۷۷
سنگ های پیروکلاستیک	۱۸۰۰-۱۷۰۰	۳۴,۶	۵۹
سنگ های پیروکلاستیک	۱۹۰۰-۱۸۰۰	۴۳,۴	۴۹
سنگ های پیروکلاستیک	۲۰۰۰-۱۹۰۰	۴۸,۳	۴۰
خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیروکلاستیک، کنگلومرا، ماسه سنگ و شیل	۲۱۰۰-۲۰۰۰	۵۲,۶۳	۳۲
خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیروکلاستیک، کنگلومرا، ماسه سنگ و شیل	۲۲۰۰-۲۱۰۰	۵۵,۸	۲۶
خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیروکلاستیک، کنگلومرا، ماسه سنگ و شیل	۲۳۰۰-۲۲۰۰	۵۲,۶۳	۱۹
خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیروکلاستیک، کنگلومرا، ماسه سنگ و شیل	۲۴۰۰-۲۳۰۰	۵۲,۵	۱۵
خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیروکلاستیک	۲۵۰۰-۲۴۰۰	۱۰۰	۱۴
خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیروکلاستیک، کنگلومرا، ماسه سنگ و شیل	۲۶۰۰-۲۵۰۰	۵۵,۵۸	۹
سنگ های پیروکلاستیک	۲۷۰۰-۲۶۰۰	۱۶۱,۳	۶
سنگ های پیروکلاستیک	۲۸۰۰-۲۷۰۰	۱۶۱,۳	۵
سنگ های پیروکلاستیک	۲۹۰۰-۲۸۰۰	۱۰۰	۴
سنگ های پیروکلاستیک	۳۰۰۰-۲۹۰۰	۱۶۱,۳	۳
سنگ های پیروکلاستیک	۳۱۰۰-۳۰۰۰	۱۶۱,۳	۲,۵
خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیروکلاستیک، کنگلومرا، ماسه سنگ و شیل	۳۲۰۰-۳۱۰۰	۱۶۱,۳	۱,۵

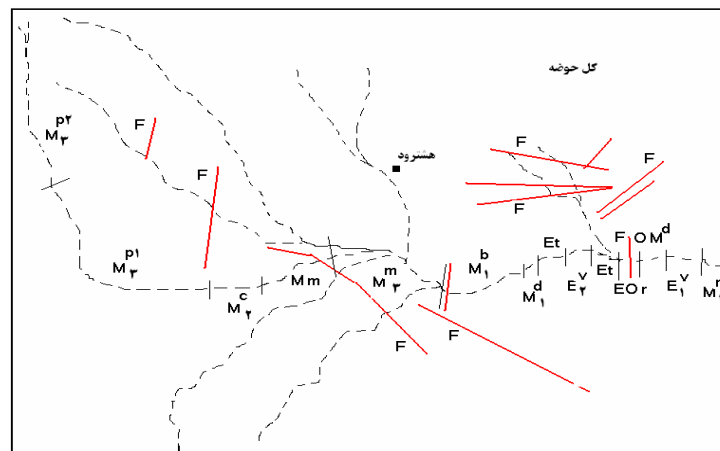


شکل (۱۵) نوع واحدهای زمین شناسی و لیتولوژی در مسیر رودخانه کلفان. در این شکل: M_r^m مارن و سیلستون یا سنگ های سیلتی M_r^{p1} سنگ های پیرو کلاستیک، M_r^{p2} خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیرو کلاستیک، کنگلومرا، ماسه سنگ و شیل، M_r^{p3} خاکسترهای آتشفشانی همراه با سنگ های پیرو کلاستیک

جدول (۸) میزان SL و نوع لیتولوژی در مسیر رودخانه قرنقو

نوع واحد زمین شناسی	محدوده های ارتفاعی	$SL1=(\Delta H/\Delta L)$	L
مارن و سنگ های سیلتی	۱۱۰۰-۱۰۶۰	۲۰,۶۱	۱۱۷
مارن و سنگ های سیلتی	۱۲۰۰-۱۱۰۰	۳۷,۴۵	۱۰۲
لاوا، لاتیت و ریولیت	۱۳۰۰-۱۲۰۰	۵۵,۸۶	۹۷,۵
لاوا، لاتیت و ریولیت	۱۴۰۰-۱۳۰۰	۵۵۵,۵	۹۵
توف های اسیدی و گنبد های داسیتی	۱۵۰۰-۱۴۰۰	۳۱,۱۵	۹۱,۵
لاوا و جریانات پیرو کلاستیک	۱۶۰۰-۱۵۰۰	۸۰	۸۸
لاوا و جریانات پیرو کلاستیک	۱۷۰۰-۱۶۰۰	۱۴۴,۹	۸۶
لاوا و جریانات پیرو کلاستیک	۱۸۰۰-۱۷۰۰	۵۹,۸	۹۰
آندزیت، داسیت و توف های اسیدی	۱۹۰۰-۱۸۰۰	۵۵۵,۵	۷۶,۵
لاوا و جریانات پیرو کلاستیک	۲۰۰۰-۱۹۰۰	۳۱,۵۴	۶۷,۵

ریولیت - داسیت	۲۱۰۰-۲۰۰۰	۲۹,۱۵	۴۷
آهک، مارن، ژپیس و نمک	۲۲۰۰-۲۱۰۰	۳۷,۰۳	۳۳,۵
آهک، مارن، ژپیس و نمک	۲۳۰۰-۲۲۰۰	۵۵,۸	۲۷,۵
آهک، مارن، ژپیس و نمک	۲۴۰۰-۲۳۰۰	۶۲,۵	۲۲,۵
مارن	۲۵۰۰-۲۴۰۰	۷۲,۴۶	۲۰
کنگومرا و آهک و مارن	۲۶۰۰-۲۵۰۰	۶۲,۵	۱۵
کنگومرا و آهک و مارن	۲۷۰۰-۲۶۰۰	۶۶,۶	۱۰,۵
سنگ های پیروکلاستیک	۲۸۰۰-۲۷۰۰	۱۴۴,۹	۸
سنگ های پیروکلاستیک	۲۹۰۰-۲۸۰۰	۱۰۹,۸	۶
کنگومرا و آهک و مارن	۳۰۰۰-۲۹۰۰	۱۴۴,۹	۳,۵
کنگومرا و آهک و مارن	۳۱۰۰-۳۰۰۰	۱۴۳,۹	۱,۵



شکل (۱۶) نوع واحدهای زمین شناسی و لیتولوژی در مسیر رودخانه قرنقو. در این شکل: M^3 مارن و سنگ های سیلتی، E^1 لاوا، لایت و ریولیت، OM^d توفهای اسیدی و گندهای داسیتی، EOR گندهای ریولیتی و جریانات داسیتی، Et لاوا و جریانات پیروکلاستیک، E^2 آندزیت، داسیت و توف های اسیدی، M^d ریولیت - داسیت، M^b آهک، مارن، ژپیس و نمک، M^m مارن، M^2 کنگومرا و آهک، M^3 سنگ های پیروکلاستیک و M^2 کنگومرا و آهک و مارن و F گسل

نتیجه گیری

حوضه قرنقوچای از فعال ترین حوضه های سهند از نظر تکتونیک محسوب می شود. بالا آمدگی های تکتونیک، حضور گسل ها، پیچان ها، گنبد های نمکی و چین خوردگی ها از شواهد مهم وقوع چنین فعالیت هایی هستند. اغلب آثار این فعالیت ها در طول مسیر جریان رودخانه و در قالب تغییر در فرایندهای فرسایشی و نهشته گذاری ظاهر گردیده است. بررسی نیمرخ طولی رودخانه های حوضه با شاخص SL و ترسیم نمودارهای خاک، حاکی از این است که در بخش های مختلف حوضه و در طول مسی بعضی از رودخانه ها از فعالیت های تکتونیک متأثر شده اند. انطباق نتایج حاصل از محاسبه مقادیر SL با واحدهای لیتولوژیکی و زمین شناسی نشان می دهد که گاه علی رغم یکسان بودن واحدهای لیتولوژیکی در مسیر رودخانه ها، مقدار SL بسیار بالا است و تغییرات در مقدار در بعضی از مسیرها ناگهانی است. در این مورد می توان به رودخانه قره آغاج (با مقدار $SL = 144$ بر روی مارن ها و ماسه سنگ ها)، در مسیر رودخانه قرنقو (بر روی خاکسترهای آتشفشانی با مقدار $SL = 1111,1$) در مسیر رودخانه قپان (بر روی خاکسترهای آتشفشانی با مقدار $SL = 555$) اشاره کرد. توجه به مقادیر SL و انطباق آنها با ویژگی های واحدهای لیتولوژیکی می توان در مورد شدت فرسایش و همچنین نحوه نهشته گذاری نیز اظهار نظر نمود. در بخش هایی که مقدار SL به ناگهان افزایش می یابد، میزان فرسایش تشدید می شود و با افزایش نیروی رودخانه در بخش بالادست نقطه و مورد نظر با مقدار SL بالا به ایجاد پیچان مساعد خواهد بود. اگر واحدهای لیتولوژیکی نیز فرسایش پذیر گردند، رسیدن به حالت تعادل در مسیر رودخانه از نظر زمانی کوتاه و شدت رسوب گذاری در مرحله اولیه افزایش خواهد یافت.

منابع

۱- بیاتی خطیبی، م. (۱۳۸۷)، «بررسی و تحلیل نقش فعالیت فرایندهای تکتونیکی در آسیب پذیری سدهای واقع در مناطق بالقوه پرخطر»، طرح پژوهشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

2-Bexfield, C. E., et.al. (2005). "The Olmsted fault zone, southernmost Illinois: A key to understanding seismic hazard in the northern new Madrid seismic zone". *Engineering Geology*, 81: 179-201.

3-Branca, S. (2003), "Geological and geomorphological evolution of the Etna volcano NE flank and relationships between lava flow invasion and erosional processes in the Alcantara Valle (Italy)", *Geomorphology*, 53: 247-261.

4-Bull, W.B. (1984), "Tectonic geomorphology". *Journal of Geological Education*, 32: 310-323.

5-Chen, Y., Sung, Q., Cheng, K. (2003), "Along-strike variations of morphotectonic features in the of Taiwan tectonic implications based on stream-gradient and hypsometric analysis". *Geomorphology*, 56: 109-137.

6-Cunha, P. P., Martins, A. A., Daveau, S., Friend, P. F. (2005), "Tectonic control of the Tejo river fluvial incision during the late Cenozoic, in Rodao-central Portugal (A TLANTIC Iberian border)", *Geomorphology*, 64: 271-298.

7-Guarnieri, P. and Pirrotta, C. (2007), "The response of drainage basins to the late quaternary tectonic in the Sicilian side of the Messina Strait (NE Sicily)", *Geomorphology*.

8-Frmento, M.L.F., et.al. "River response to an active fold-and-thrust belt in a convergent magin setting, North ISLAND, New Zealand", *Geomorphology*, 49: 125-152.

9-Galdeano, C.S.D., Garrido, A.C.L. (1999), "Nature and impact of the neotectonic deformation in the western Sierra Nevada (Spain)", *Geomorphology*, 30: 259-272.

10-Gauttieri, M.C.M., Hiruma, S.T., Riccomini, C. (2002), "Morphotectonic of a high plateau on the northwest flank of the continental rift of southeastern Brazil", *Geomorphology*, 43: 257-271.

11-Harkins, N.W., D.D, Anastasio., F.J, Pazzaglia. (2005), "Tectonic geomorphology of the red rock fault, insights into segmentation and landscape evolution of a developing range front normal fault", *Journal of Structural Geology*. 27: 1925-1939.

12-Jamieson, S.S.R., et. al. (2004), "Tectonic forcing of longitudinal valleys in the Himalaya: Morphological ananalysis of the Ladakh Batholith, North India", *Geomorphology*, 58: 49-65.

13-Zhang, D.D. (1998), "Geomorphological problems of the middle reaches of the Tsangpo River Tibet", *Earth Surface Processes And Landforms*, 23: 889-903.