پژوهش‌های جغرافیایی- شمارهٔ ۴۸، تابستان ۱۳۸۳
صص ۱۳۸-۱۲۳

تحلیل فعّالیّت‌های نئوتکتونیک با استفاده از روش‌های ژئومرفورلوژی در دامنه‌های شمالغربی تالش (باغروداغ)

عقیل مددی- دانشجوی دکتری ژئومرفورلوژی، دانشگاه تبریز
دکتر محمّدحسین رضائی‌مقدّم- استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز
دکتر عبدالحمید رجایی- استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز
پذیرش مقاله: ۸۲/۱۱/۲۰

چکیده

منطقهٔ مورد مطالعه در شمالغربی ارتفاعات تالش واقع شده است. فعّالیّت‌های کوهزایی در قسمت‌های مختلف ایران هنوز هم ادامه دارد. کوه‌های تالش نیز به عنوان بخشی از پیکرهٔ جغرافیائی ایران از این قاعده مستثنی نیست. بنابراین برای آگاهی از میزان فعّالیّت‌های نیروهای درونی و تکتونیکی در دامنهٔ شمالغربی تالش از شاخص‌های ژئومرفیک نظیر سینوزیتهٔ جبههٔ کوهستان، نسبت پهنای کف درّه به ارتفاع، شاخص گرادیان رودخانه و ... استفاده گردیده است. شاخص گرادیان رودخانه (SL)، در پانزده حوضهٔ شمالغربی بین ۸۸/۵ تا ۷۸۰/۹ محاسبه شده است. جنوبشرقی منطقهٔ با متوسّط گرادیان ۵۲۴/۵ دارای گرادیان بیشتری نسبت به سایر بخش‌ها (ارتفاعات جنوب اردبیل و ارتفاعات شمالشرقی)، از فعّالیّت تکتونیکی بیشتری برخودار می‌باشد. میزان سینوزیتهٔ رودخانه در پانزده حوضهٔ بین ۱ تا ۱/۶ می‌باشد که نشانهٔ فعّالیّت تکتونیکی منطقه است. مقدار نسبت پهنای کف درّه به ارتفاع آن در جنوبشرقی منطقه کمتر از دو بخش دیگر می‌باشد(۰/۶۴). این قسمت از بالاآمدگی بیشتری نسبت به سایر قسمت‌ها برخودار است و دارای درّه‌های تنگ‌تری است. جنوبشرقی منطقه بادارا بودن S_{mf} پائین (۱/۱ تا ۱/۵) از فعّالیّت تکتونیکی بیشتری نسبت به ارتفاعات شمالشرقی وارتفاعات جنوب اردبیل برخورداراست. به طور کلّی بررسی و مطالعهٔ پارامترها و شاخص‌های فوق نشان می‌دهد که منطقهٔ مورد مطالعه از نظر تکتونیکی هنوز هم فعّالیّت دارد. اما در بخش جنوبشرقی منطقهٔ این نیروها دارای شدّت بیشتری نسبت به ارتفاعات جنوب اردبیل و ارتفاعات شمالشرقی منطقه است.

واژگان کلیدی: *نئوتکتونیک، سینوزیته ، گرادیان رودخانه، تالش، ژئومرفولوژی.*

مقدّمه

تقریباً هیچ ناحیه‌ای را در کرهٔ زمین نمی‌توان یافت که در طول چند هزار سال اخیر تحت تغییرات تکتونیکی قرار نگرفته باشد (کلر[1] و پنتر[2]، ۱۹۹۶،ص۵) ارزیابی کامل فعّالیّت‌های تکتونیکی و به خصوص حرکات تکتونیکی معاصر و جوان و خطرات ناشی از آن نیاز به شناخت کامل از سرعت و آرایش فرآیندهای ژئومرفولوژی دارد. برای این منظور

1-Keller
2 -Pinter

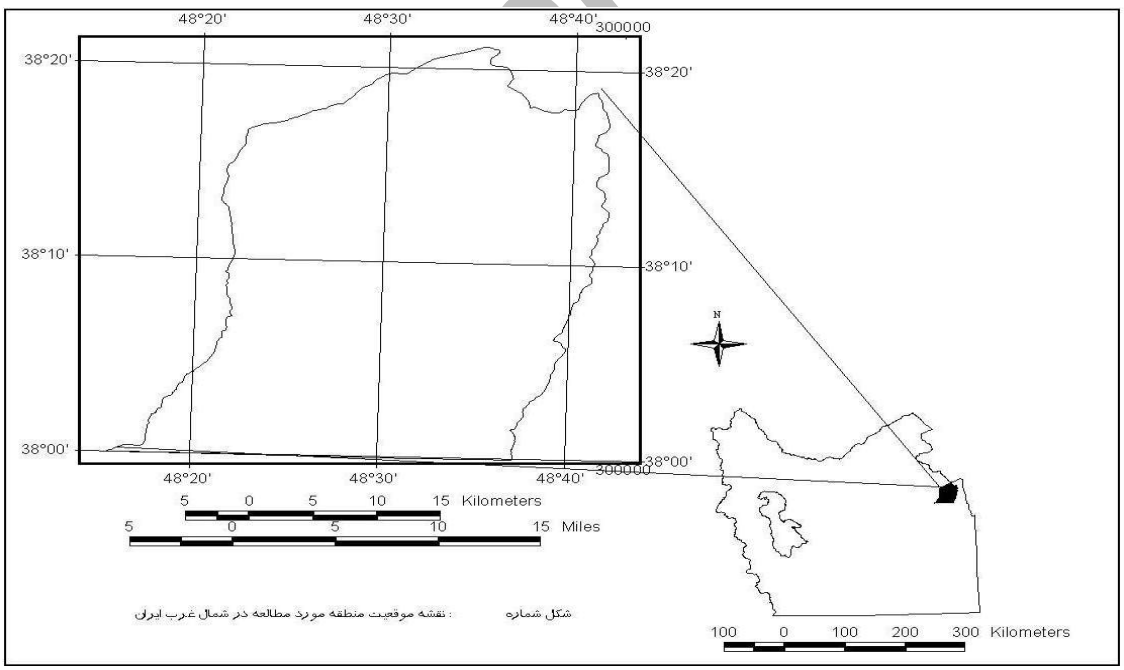
Archive of SID
www.SID.ir

روش‌های ژئومرفولوژیکی نقش مهمّی را می‌توانند ایفاء نمایند؛ زیرا بسیاری از عوارض ژئومرفولوژیکی در مقابل حرکات تکتونیکی فعّال بسیار حسّاس می‌باشند و همزمان با آنها تغییر می‌کنند. با توجّه به مطالب بالا این مطالعه سعی دارد تا با استفاده از چند شاخص ژئومرفولوژی مثل گرادیان رودخانه، میزان پیچ و خم جبهۀ کوهستان، نسبت پهنای کف درّه به ارتفاع آن و ... میزان فعّال بودن، نیروهای درونی را در دامنۀ شمالغربی تالش مورد مطالعه و ارزیابی قرار دهد.

معرّفی منطقه

منطقۀ مورد مطالعه در فلات آذربایجان و تقریباً در قسمت شمالغربی کوه‌های تالش و در شرق دشت اردبیل واقع شده است و ارتفاعات شرقی، جنوبشرقی و تا حدودی ارتفاعات جنوب دشت اردبیل را شامل می‌شود. این منطقه بین عرض جغرافیایی 38^{o} تا $38^{o}21'$ شمالی و $47^{\circ}17'$ تا $48^{\circ}42'$ طول شرقی قرار دارد(شکل شمارۀ ۱). ارتفاع این کوه‌ها بین ۱۴۰۰ تا ۳۲۰۰متر می‌باشد و از نظر زمین‌شناسی از سنگ‌های مگاپورفیرآندزیت (سنگهای آندزیتی با بلورهای خیلی درشت) تشکیل شده که به وسیلۀ گسل‌های مختلف شکسته شده است و از جبهۀ کوهستان دو گسل بزرگ عبور می‌نماید.

شکل ۱- موقعیّت منطقۀ مورد مطالعه



شکل شماره : نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در شمال غرب ایران

این منطقه دارای آب و هوای نیمه مرطوب کوهستانی با متوسّط درجۀ حرارت سالانه ۸/۴ سانتیگراد و میزان بارش سالانۀ بین ۴۲۵ تا ۵۰۰ میلیمتر است.

مواد و روش‌ها

برای بررسی میزان فعّالیّت تکتونیکی و به خصوص فعّالیّت‌های نئوتکتونیکی در دامنه‌های شمالغربی تالش، در این مطالعه از روش‌های تجربی استفاده شده که عبارتند از:

www.SID.ir

- شاخص گرادیان رودخانه؛
- میزان پیچ و خم رودخانه؛
- نسبت پهنای کف درّه به ارتفاع آن؛
- میزان پیچ و خم جبههٔ کوهستان.

همچنین برای به دست آوردن اطّلاعات لازم از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و عکس هوایی به عنوان ابزار تحقیق استفاده گردیده است.

تحلیل شاخص‌های ژئومرفیک

شاخص گرادیان رودخانه (SL) یکی از شاخص‌های ژئومرفیک می‌باشد که برای سنجش میزان فعّالیّت نیروهای درونی و تکتونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد و از رابطهٔ زیر بدست می‌آید:

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

در این رابطه :

SL = شاخص گرادیان رودخانه

ΔH = اختلاف ارتفاع در یک مقطع خاص از رودخانه

ΔL = فاصلهٔ افقی همان محل

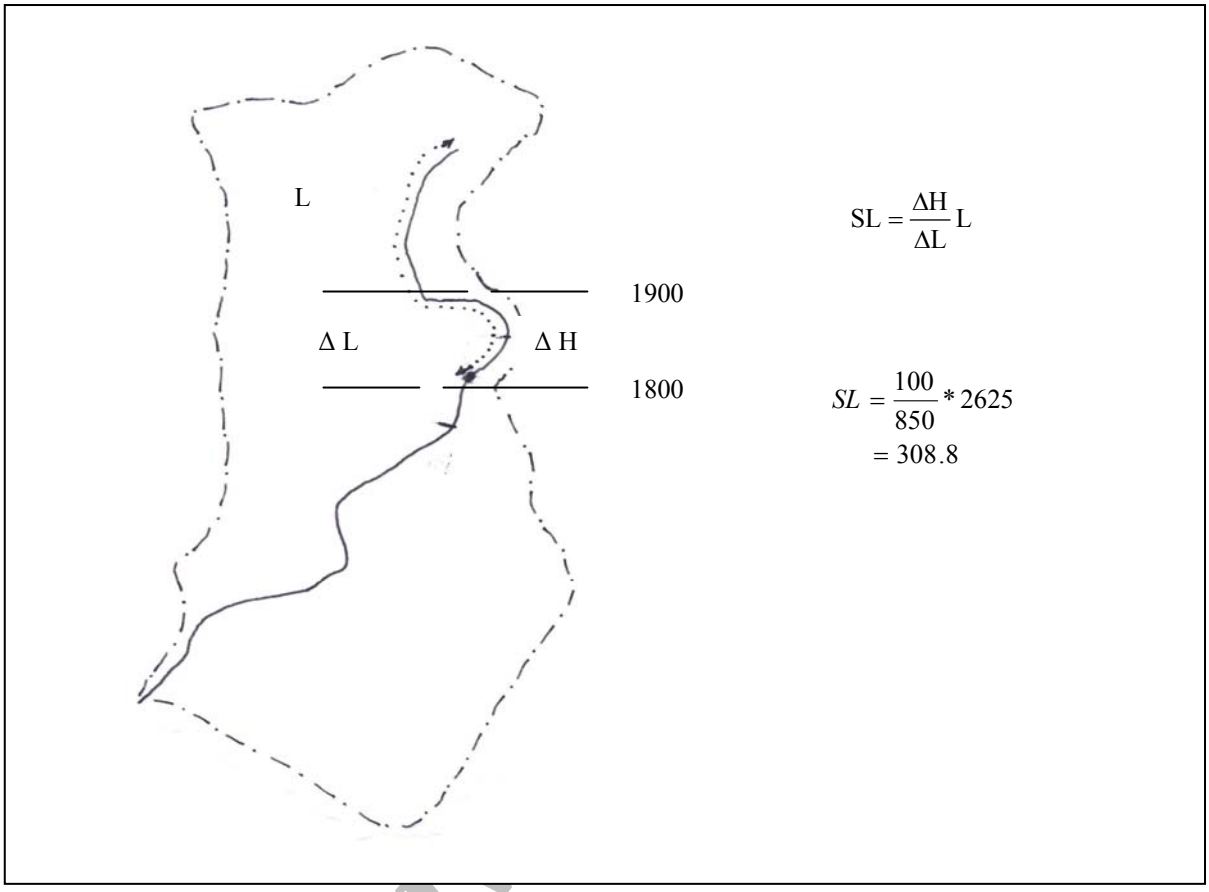
L = طول رودخانه از نقطهٔ مرکزی همان محل تا سرچشمهٔ رودخانه می‌باشد.

این پارامترها از روی نقشه‌های توپوگرافی قابل اندازه‌گیری می‌باشد (شکل شمارهٔ ۲). شاخص SL به قدرت رودخانه بستگی دارد (کلر و پنتر، ۱۹۹۶، ص۱۲۹). قدرت یک رودخانه در مقطع خاصّی از رودخانه یک متغیّر با ارزش هیدرولیکی است، زیرا توانایی رودخانه در فرسایش بستر و حمل رسوب به قدرت رودخانه بستگی دارد (کلر و پنتر ۱۹۹۶ ،ص۱۲۹). توان یک رودخانه با شیب سطح آب و دبی متناسب است . شیب یا گرادیان سطح آب عموماً با شیب کانال در رابطه است. همچنین قدرت رودخانه، رابطهٔ خوبی با طول بالا دست رودخانه و مقدار دبی و پربودن بستر رودخانه از آب دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۲- چگونگی محاسبهٔ شاخص گرادیان رودخانه(SL)حوضهٔ شمارهٔ ۵ (منبع: کلر و پنتر ۱۹۹۶ ،ص۱۲۹)



شاخص SL به تغییرات شیب رودخانه خیلی حسّاس است. این حسّاسیّت، ارزیابی روابط ممکن بین فعّالیّت تکتونیکی، مقاومت سنگ و توپوگرافی را امکان‌پذیر می‌سازد. این شاخص در مناطقی که بستر رودخانه از سنگ‌های سخت عبور می‌نماید، افزایش می‌یابد. همچنین میزان SL در مناطقی که حرکات تکتونیکی فعّال در تغییر شکل زمین موثّر باشد، زیاد است (کلر و پنتر ۱۹۹۶، ص۱۳۰- بال[1] و نیوپفر[2] ۱۹۸۷، ص۲۳- سلیمانی ۱۳۷۸ ،ص۵۸). آب و هوا نیز زمانی مهم است که طیّ دورهٔ مرطوب، دبی‌های بزرگی را فراهم آورد (بال و نیوپفر،۱۹۸۷، ص۲۴). تغییرات آب وهوایی نقش مهمّی را در بریده شدن سنگ بستر ایفاء می‌نماید که این عمل (بریده شدن سنگ بستر) در دورهٔ نهشته‌گذاری امکان‌پذیر نیست زیرا طیّ این دوره موادّ رسوبی در کف بستر رودخانه برجای می‌ماند و باعث افزایش شیب بستر می‌شود. به عبارت دیگر هنگامی‌که سطح اساس پایین برود، SL کاهش می‌یابد و برعکس زمانی که سطح اساس بالا بیایید، مقداری از مواد در بستر رود انباشته شده وسبب پرشیب شدن بستر می‌شود و در نتیجه

1 -Bull
2 -Knuepfer

www.SID.ir

مقدار SL را بالا می برد. شاخص گرادیان رودخانه که از شاخص‌های مهم برای تفکیک مناطق فعّال و غیر فعّال تکتونیکی بشمار می‌رود، در منطقهٔ مورد مطالعه با استفاده از نقشهٔ توپوگرافی ۵۰۰۰۰ : ۱ با فواصل منحنی میزان ۲۰ متر محاسبه گردید.

برای محاسبهٔ شاخص گرادیان رودخانه (SL) ابتدا نیمرخ طولی آبراههٔ اصلی پانزده حوضهٔ از روی نقشهٔ توپوگرافی تهیهٔ گردید (شکل شمارهٔ ۳) و در فواصل معیّن- معمولاً ۱۰۰ متر- SL بدست آمد. برای تمام مسیر رودخانه این کار از سرچشمه تا خروجی حوضهٔ به ترتیب ۱۰۰ متر به ۱۰۰ متر انجام گرفت و از تمام SLهای بدست آمده، میانگین گرفته شد تا SL کلّ جریان یا رودخانه به دست آید (جدول شمارهٔ ۱).

در منطقهٔ مورد مطالعه شاخص SL برای آبراهه‌های اصلی پانزده زیر حوضهٔ اندازه‌گیری شده و میزان متوسّط شاخص گردایان رودخانه یا SL برای این حوضه‌ها از ۸۸/۵ در حوضهٔ (۱۲) تا ۷۸۰/۹ در حوضهٔ (۱۰) در نوسان می‌باشد (جدول شمارهٔ ۱). در یک تقسیم‌بندی کلّی می‌توان ابراز داشت که میزان SL در جنوبشرقی منطقهٔ مورد مطالعه بیشتر از بخش‌های شمالی و جنوبی است. از آنجائی‌که از نظر لیتولوژی تفاوتی در حوضهٔها وجود ندارد (زیرا تمام حوضهٔها از سنگ‌های آندزیتی تشکیل شده و شیب حوضهٔها نیز تقریباً یکنواخت است)؛ بنابراین تفاوت در میزان SL در حوضه‌ها را می‌توان به فعّالیّت تکتونیکی و شرایط آب و هوایی نسبت داد. البتّه لازم به ذکر است که شاخص گرادیان به تغییرات شیب حسّاس است؛ چنانچه تغییرات شیب طولی رودخانه نیز خود از فعّالیّت‌ها و جابجائی‌های تکتونیکی ناشی می‌شود. مقایسهٔ این بخش از منطقهٔ (بخش جنوبشرقی) با نقشه‌های زمین‌شناسی منطقهٔ هم مویّد این مطلب است؛ بطوری‌که می‌توان بالابودن میزان SL را در این بخش با گسل‌های منطقه از جمله گسل‌نئور، هیر، دویل و گسل‌ها فرعی دیگر در ارتباط است.

جدول ۱- شاخص‌های ژئومرفولوژی محاسبه شده در پانزده حوضه

شمارهٔ حوضهٔ	متوسّط شاخص گرادیان رودخانه(SL)	میزان سینوزیتهٔ رودخانه(S)	نسبت پهنای کف درّه به ارتفاع آن	شمارهٔ حوضهٔ	متوسّط شاخص گرادیان رودخانه(SL)	میزان سینوزیتهٔ رودخانه(S)	نسبت پهنای کف درّه به ارتفاع آن
۱	۱۷۶/۳	۱/۲۴	۴	۹	۵۵۴/۴	۱/۲	۰/۶
۲	۱۰۳/۹۶	۱/۰۹	۱/۳	۱۰	۷۸۰/۹	۱/۲	۰/۲
۳	۲۶۹/۸	۱/۰۲	۵	۱۱	۳۹۸/۴	۱/۱	۰/۸
۴	۲۳۴/۸	۱/۱	۲/۷۴	۱۲	۸۸/۵	۱/۲	۲/۲
۵	۲۸۲/۹	۱/۲	۲/۵	۱۳	۱۸۰/۹	۱/۳	۲/۵
۶	۳۵۵/۸	۱/۶	۱/۹	۱۴	۲۸۰/۲	۱/۲۲	۱/۲۵
۷	۲۱۲/۹۸	۱/۲۵	۰/۸	۱۵	۱۶۱/۶	۱/۰۹	۴
۸	۳۶۴/۶	۱/۶	۰/۸				

Archive of SID

www.SID.ir

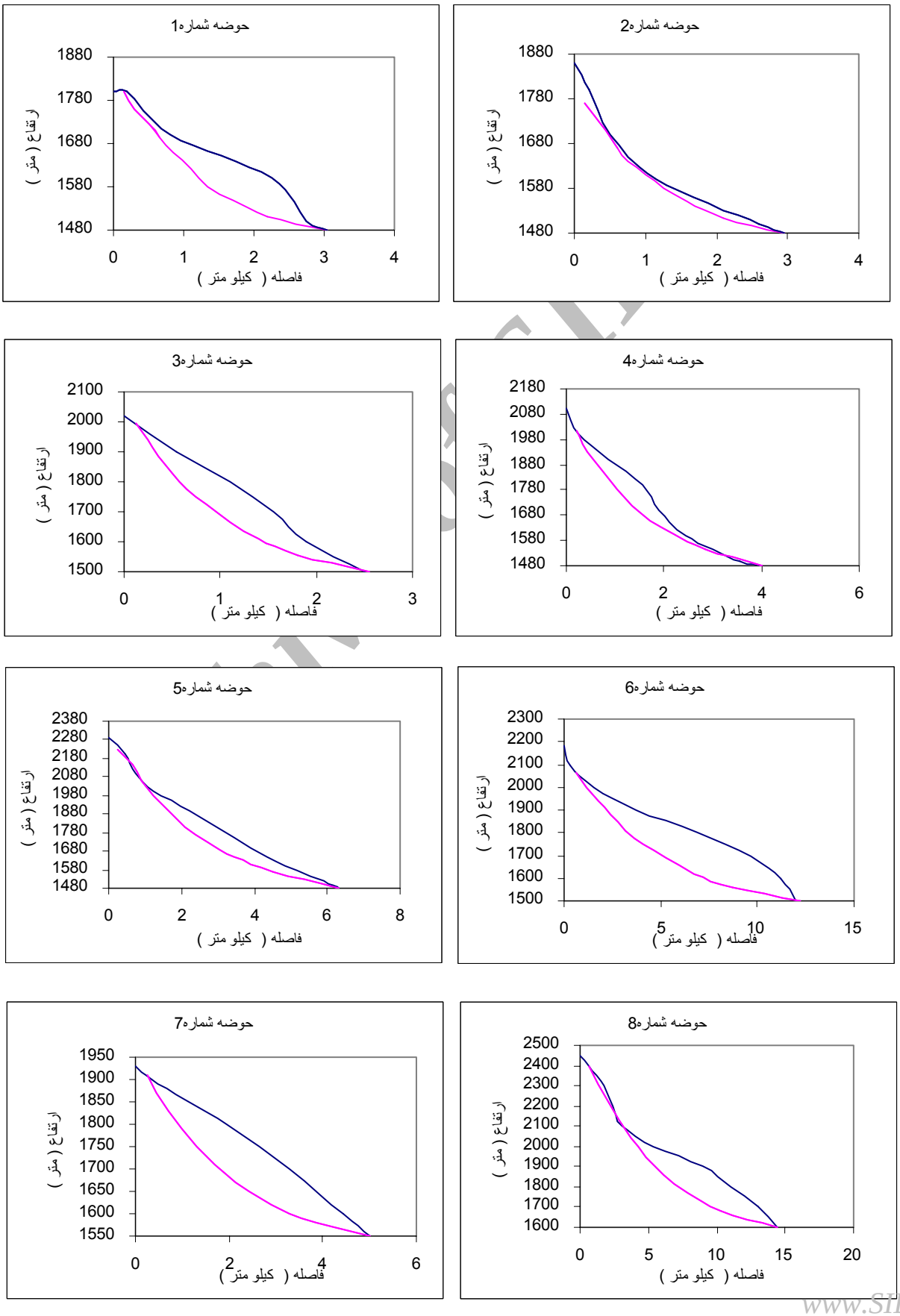
بیشترین شاخص گرادیان در حوضهٔ شمارهٔ (۱۰) در ارتفاع ۲۲۰۰ متری بدست آمد (شکل شمارهٔ ۳)که در این مقطع میزان SL، ۱۶۵۹ می‌باشد. با مراجعه به نقشهٔ زمین‌شناسی و مشاهدات میدانی ملاحظه می‌شود که این بخش از نیمرخ (SL) با گسل هیر مطابقت دارد. علاوه بر تأثیر گسل، مقاوم بودن سنگ بستر (آندزیت) در بالا رفتن میزان SL در این بخش نقش دارد. در حوضهٔ شمارهٔ (۲) که در شمال منطقه واقع شده است، چنان که شکل شمارهٔ (۳) نشان می‌دهد، نیمرخ طولی رودخانه با نیمرخ تعادل محاسبه شده تقریباً مطابقت دارد. میزان SL در این حوضه نسبت به حوضه‌های دیگراز مقدار کمتری برخوردار است(۱۰۳/۹). با مراجعه به نقشهٔ زمین‌شناسی و بر روی زمین، یکی از دلایل این امر عدم وجود گسل در بخش می‌باشد؛ علاوه براین به دلیل ارتفاع کم کوهستان در این بخش، رطوبت دریای خزر بیشتر از ارتفاعات جنوبشرقی وارد منطقه شده وسبب می‌شود که اقلیم این قسمت به سوی اقلیم مرطوب گرایش یابد؛ این امر به نوبهٔ خود باعث دائمی و پرآب شدن رودخانه می‌گردد. بنابراین آب رودخانه در دراز مدّت بسترخود را به عمق برده و سبب از بین رفتن فاصلهٔ بین نیمرخ تعادل و نیمرخ واقعی شده و درنتیجه میزان SL را کاهش داده است. شاخص دیگری که برای بررسی فعّالیّت تکتونیک در این مطالعه بکار رفته، پیچ و خم آبراهه اصلی است. از نظر چارچوب نظری، در رودخانه‌هایی که تقریباً به حالت تعادل رسیده‌اند، رودخانه جهت حفظ تعادل بین شیب با دبی و رسوبگذاری ، پیچ می‌خورد (کلر و پنتر، ۱۹۹۶ ،ص۱۵۴ - باربانک[1] و آندرسون[2] ۲۰۰۰،ص۸۳). هنگامی که شیب خطّ مستقیم درّه برای رسیدن به تعادل خیلی زیاد است، مسیر پیچ و خم‌دار و مئاندرّها ، از شیب جریان و کانال می‌کاهد.

1 -Burbank
2-Anderson

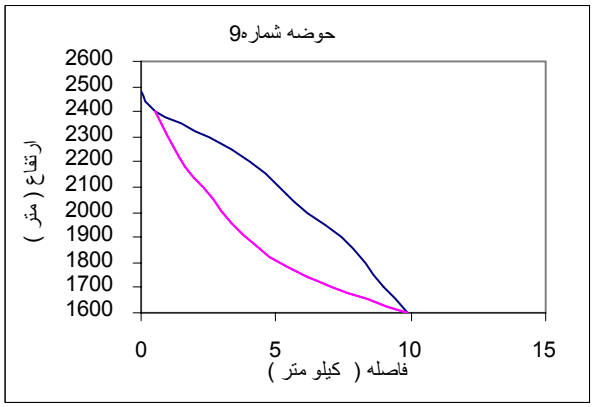
Archive of SID

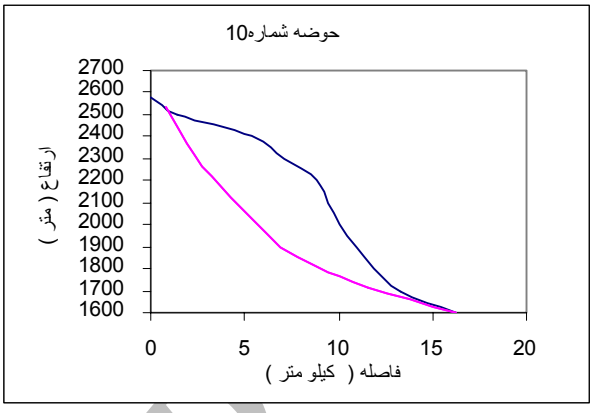
www.SID.ir

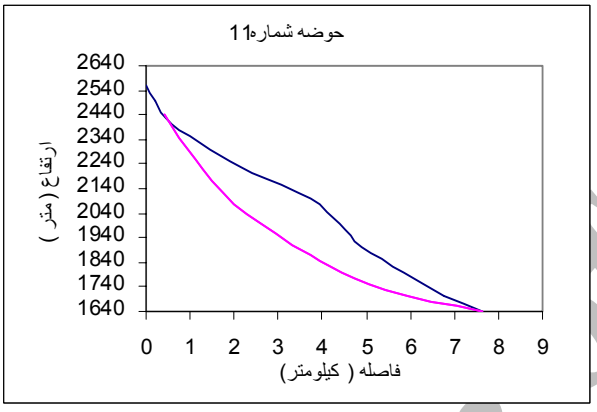
شکل ۳- نیمرخ واقعی و تعادل آبراههٔ اصلی حوضه‌های دامنهٔ غربی باغروداغ

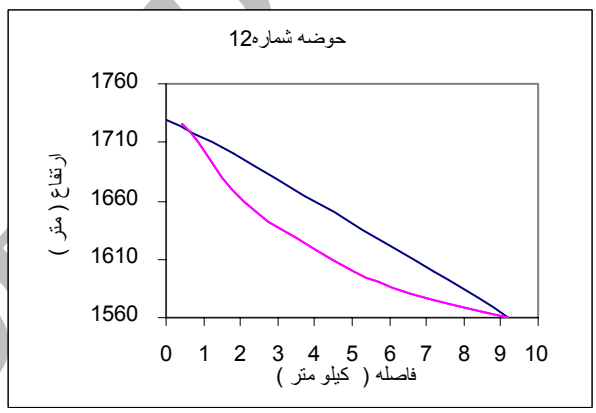


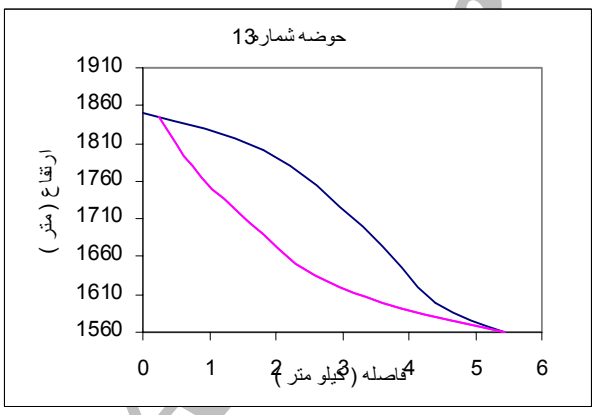
www.SID.ir

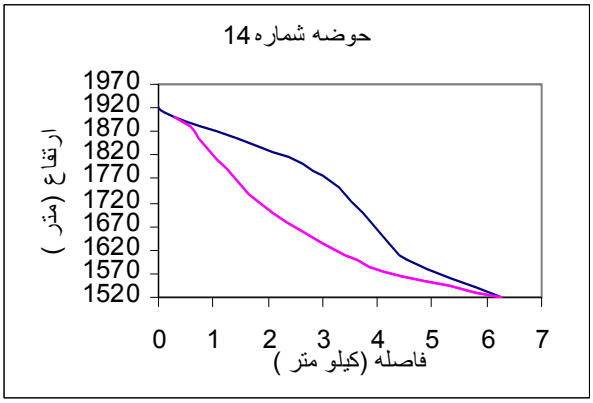

حوضه شماره9
ارتفاع (متر)
2600
2500
2400
2300
2200
2100
2000
1900
1800
1700
1600
0
5
10
15
فاصله (کیلو متر)

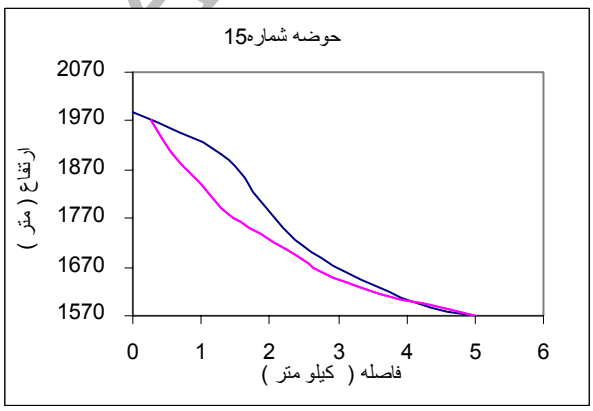

حوضه شماره10
ارتفاع (متر)
2700
2600
2500
2400
2300
2200
2100
2000
1900
1800
1700
1600
0
5
10
15
20
فاصله (کیلو متر)

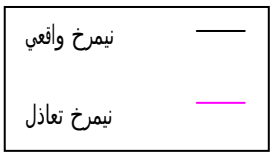

حوضه شماره11
ارتفاع (متر)
2640
2540
2440
2340
2240
2140
2040
1940
1840
1740
1640
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
فاصله (کیلومتر)


حوضه شماره12
ارتفاع (متر)
1760
1710
1660
1610
1560
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
فاصله (کیلو متر)


حوضه شماره13
ارتفاع (متر)
1910
1860
1810
1760
1710
1660
1610
1560
0 1 2 3 4 5 6
فاصله (کیلو متر)


حوضه شماره 14
ارتفاع (متر)
1970
1920
1870
1820
1770
1720
1670
1620
1570
1520
0 1 2 3 4 5 6 7
فاصله (کیلو متر)


حوضه شماره15
ارتفاع (متر)
2070
1970
1870
1770
1670
1570
0 1 2 3 4 5 6
فاصله (کیلو متر)


نیمرخ واقعی
نیمرخ تعادل

www.SID.ir

متناسب با تغییرات تکتونیکی که منجر به تغییر شیب درّهٔ رودخانه می‌شود، جهت حفظ تعادل شیب رودخانه، پیچ و خم رودخانه نیز جابجا می‌شود. تأثیر ثانویّهٔ این تطبیق آن است که رودخانه از یک انحناء به انحناء دیگر تغییر مکان می‌دهد و مقدار جابجایی مئاندر و دستکاری (تغییر شکل) دشت سیلابی سرعت می‌گیرد. بنابراین ثابت شده که این تأثیر ثانویّه می‌تواند به عنوان ابزار شناسایی برای تشخیص نواحی دارای حرکات تکتونیکی جوان بکار رود. با توجّه به گفته‌های بالا، رودخانه‌هایی که دارای پیچ و خم زیاد هستند به حالت تعادل نزدیک شده، در حالی‌که مستقیم بودن مسیر رودخانه بیشتر حاکی از جوان بودن منطقه و فعّالیّت نئوتکتونیکی است.

برای ارزیابی پیچ و خم رودخانه روشی مشابه روش پیچ و خم جبههٔ کوهستان ابداع شده تا به وسیلهٔ آن، میزان پیچ و خم رودها را مشخص نمایند. در این مورد از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

$$S = \frac{C}{V}$$

در این فرمول :

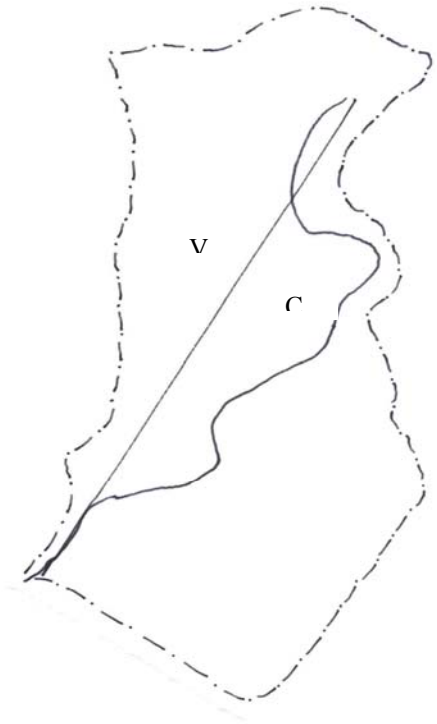
S = میزان سینوزیته یا پیچ و خم رودخانه

C = طول رودخانه یا جریان

V = طول درّه (شکل شمارهٔ ۴)

هر چه مقادیر عددی بدست آمده زیاد باشد، حاکی از نزدیک شدن رودخانه به حالت تعادل است و هر چه کم‌تر باشد، دلیل فعّال‌بودن تکتونیک در منطقهٔ است. با مطالعات و بررسی‌هایی که بر روی پانزده آبراههٔ اصلی حوضهٔ‌های پانزده‌گانه انجام گرفت، میزان سینوزیتهٔ رودخانه‌ها از ۱ تا ۱/۶ بدست آمد. (جدول شمارهٔ ۱)

شکل ۴- نحوهٔ محاسبهٔ سینوزیتهٔ کانال رودخانه(منبع: کلر و پنتر، ۱۹۹۶، ص۱۵۵)



$$S = \frac{C}{V}$$

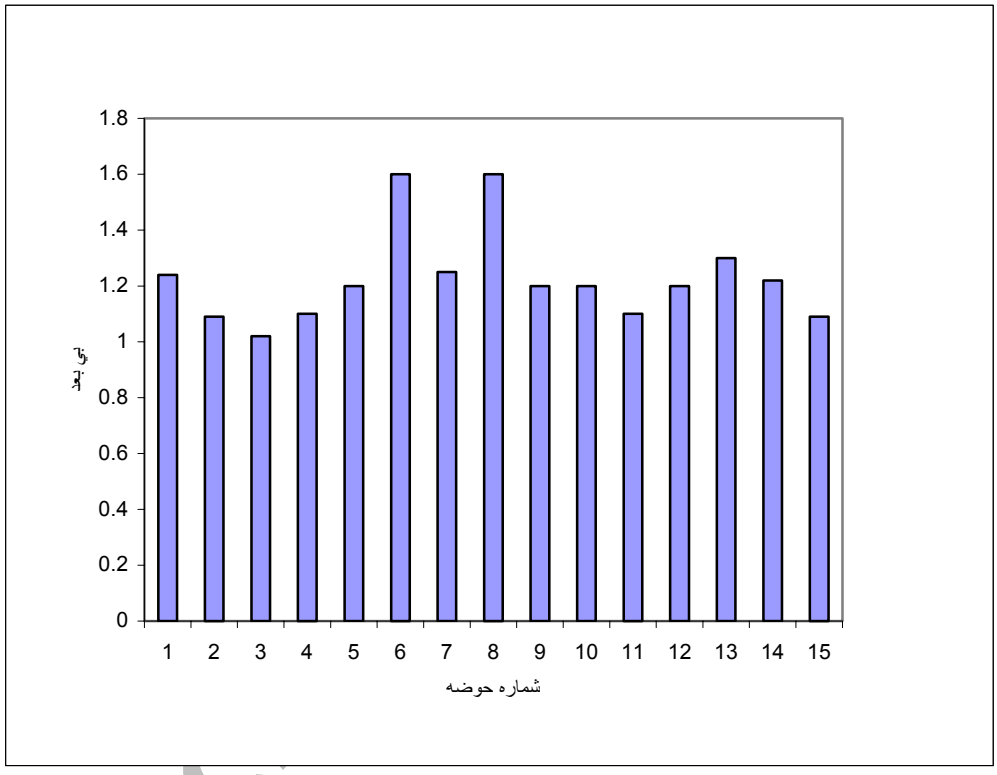
$$= \frac{6.3}{5.1} = 1.2$$

Archive of SID

www.SID.ir

بنابراین با توجّه به این شاخص می‌توان نتیجه گرفت که منطقهٔ مورد مطالعه از نظر تکتونیکی به حالت تعادل نرسیده و نیروهای درونی و زمین ساختی هنوز هم در تحوّل مرفولوژی منطقه نقش بسزائی دارند (شکل شمارهٔ ۵).

شکل ۵- میزان پیچ و خم آبراههٔ اصلی در پانزده زیرحوضهٔ (کم بودن میزان S نشان می‌دهد که رودخانه‌ها هنوز تعادل نرسیده‌اند)

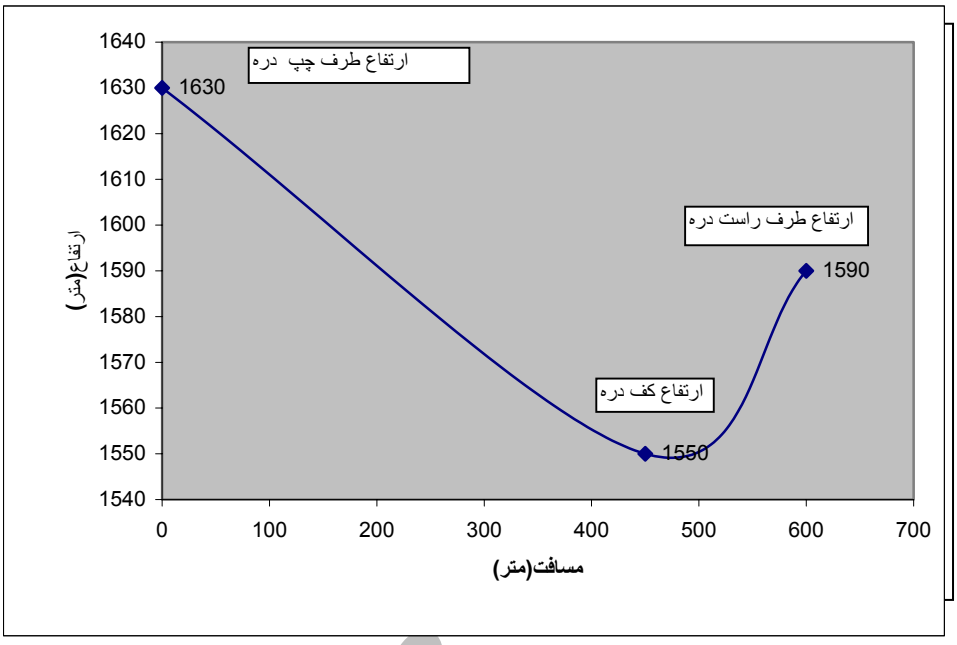


نسبت پهنای کف درّه به ارتفاع آن (V_F) دیگر شاخص ژئومرفولوژی است که برای بررسی میزان فعّالیّت نیروهای زمین ساختی در منطقه استفاده شده است. بدون شک مرفولوژی درّه‌ها متفاوت است. به عنوان مثال، بعضی از درّه‌ها V شکل هستند و بعضی‌ها که عمدتاً در پایکوه قرار دارند، دارای کف پهن می‌باشند. بنابراین نسبت پهنای درّه‌ها به ارتفاع دیواره‌ها متفاوت خواهد بود. نسبت پهنای درّه به ارتفاع آن را معمولاً در فاصلهٔ معیّنی از جبههٔ کوهستان (معمولاً یک کیلومتر از جبههٔ کوهستان به طرف بالادست رودخانه) اندازه می‌گیرند (بال و مک فادن[1] ۱۹۷۷ ،ص۱۲۶) (شکل شمارهٔ ۶).

1 -Mcfaden

www.SID.ir

شکل ۶- نحوهٔ محاسبهٔ نسبت پهنای کف درّه به ارتفاع آن در حوضهٔ ۵. (برای کسب اطّلاعات بیشتر به متن و به جدول شمارهٔ ۱ مراجعه شود - منبع: کلر و پنتر، ۱۹۹۶ ،ص۱۴۱)



$$V_f = \frac{2V_{fw}}{(E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})} = \frac{2 * 150}{(1630 - 1550) + (1590 - 1550)} = 2.5$$

این شاخص معمولاً نشان می‌دهد که آیا رودخانه به حفر بستر خود می‌پردازد و یا اینکه عمدتاً فرسایش به صورت جانبی به طرف ارتفاعات و دامنه‌های حاشیهٔ رودخانه انجام می‌گیرد. برای به دست آوردن این شاخص از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$V_F = \frac{V_{Fw}}{(E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})}$$

در این فرمول:

V_f = نسبت پهنای کف درّه به ارتفاع آن

V_{fw} = پهنای کف درّه به متر

E_{ld} و E_{rd} = به ترتیب ارتفاع خط تقسیم آب در طرف چپ و راست رودخانه

E_{sc} = ارتفاع خود رودخانه

شاخص V_F برای درّه‌های پهن و گسترده نسبتاً زیاد است و برای درّه‌های جوان و V شکل نسبتاً کم می‌باشد (کلر ۱۹۹۶). زیاد بودن شاخص V_F نشان دهندهٔ بالاآمدگی کم کوهستان است؛ در حالی که کم بودن مقدار V_F

Archive

www.SID.ir

منعکس کنندهٔ درّه‌های عمیق است که در آن رودخانه‌ها به عمل حفر بستر خود می‌پردازند و معمولاً همراه بالاآمدگی تکتونیکی می‌باشد (باربانک و آندرسون ۲۰۰۰،ص ۹۰ - کلر و پنتر ۱۹۹۶ ،ص ۱۴۰).

این شاخص بر روی درّه‌های اصلی دامنه‌های شمالغربی باغروداغ با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی منطقه محاسبه گردید (جدول شمارهٔ ۱). از مطالعهٔ جدول چنین برمی‌آید که در قسمت شمالی دامنه‌های باغروداغ (یعنی از حوضهٔ شمارهٔ ۱ تا حوضهٔ شمارهٔ ۶) میزان V_F بین ۱/۳ تا ۵ بدست آمده است و میانگین V_F در این قسمت ۲/۹ می‌باشد. برای بخش جنوبشرقی دامنه شمالغربی باغروداغ (از حوضهٔ شمارهٔ ۷ تا حوضهٔ شمارهٔ ۱۱) نبست پهنای کف درّه بین ۰/۲ تا ۰/۸ محاسبه گردیده و میانگین V_F برای این بخش ۰/۶۴ می‌باشد. در قسمت جنوبی منطقهٔ (ارتفاعات جنوب دشت اردبیل) شاخص V_F بین ۱/۲۵ تا ۴ نوسان دارد و میانگین آن ۲/۵ می‌باشد(جدول شمارهٔ ۱). با توجّه به مطالب فوق‌الذّکر می‌توان نتیجه گرفت که قسمت جنوبشرقی کوه‌های باغروداغ در منطقهٔ مورد مطالعه نسبت به ارتفاعات شمالی و جنوب دشت اردبیل از بالاآمدگی بیشتری برخوردار است و دارای درّه‌های تنگ‌تری نسبت به دو منطقهٔ دیگر می‌باشد. همانطوری‌که قبلاً نیز اشاره شد، علّت بالاآمدگی منطقه را می‌توان به گسل‌نئور و گسل هیر و دویل و گسل‌های فرعی دیگر نسبت داد. در قسمت شمالی دامنه‌های غربی باغروداغ به علّت وجود شرایط اقلیمی مرطوب‌تر، فرسایش جانبی درّه‌ها بیشتر از قسمت جنوبشرقی منطقه بوده و سبب فراخ‌تر شدن درّه‌ها شده و V را کاهش داده است .در ارتفاعات جنوبی منطقهٔ به علّت وجود سنگ‌های سست‌تر نسبت به جنوبشرقی، درّه‌ها بازتر هستند که این مسئله مبیّن فرسایش بیشتر نسبت به بخش جنوبشرقی است. امّا به طور کلّی می‌توان ذکر نمود که کلّ منطقه با دارا بودن V_F بین ۰/۲ تا ۴ تقریباً از نظر تکتونیکی فعّال است و درّه‌های کوهستانی عموماً عمیق و پرشیب می‌باشد.

لازم به ذکر است که نقشه‌های توپوگرافی ، عکس‌های هوایی ،مشاهدات میدانی و مقاطع عرضی درّه‌های موجود در منطقه نیز گفته‌های بالا را مورد تائید قرار می‌دهند و این مسئله حفر قائم رودخانه‌ها را نشان می‌دهد.

پیچ و خم جبههٔ کوهستان (S_{mf})[1] شاخصی است که تعادل و توازن بین شرایط آب وهوایی و نیروهای فرسایشی، لیتولوژی و نیروهای تکتونیکی که موجب ایجاد جبههٔ کوهستان مستقیم که منطبق با کوهستان‌های جهش یافته با گسل فعّال می‌باشند را نشان می‌دهد. پیچ و خم جبههٔ کوهستان به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$S_{mf} = \frac{L_{mf}}{L_s}$$

S_{mf} = پیچ و خم جبههٔ کوهستان

L_{mf} = طول جبههٔ کوهستان در امتداد پایکوه

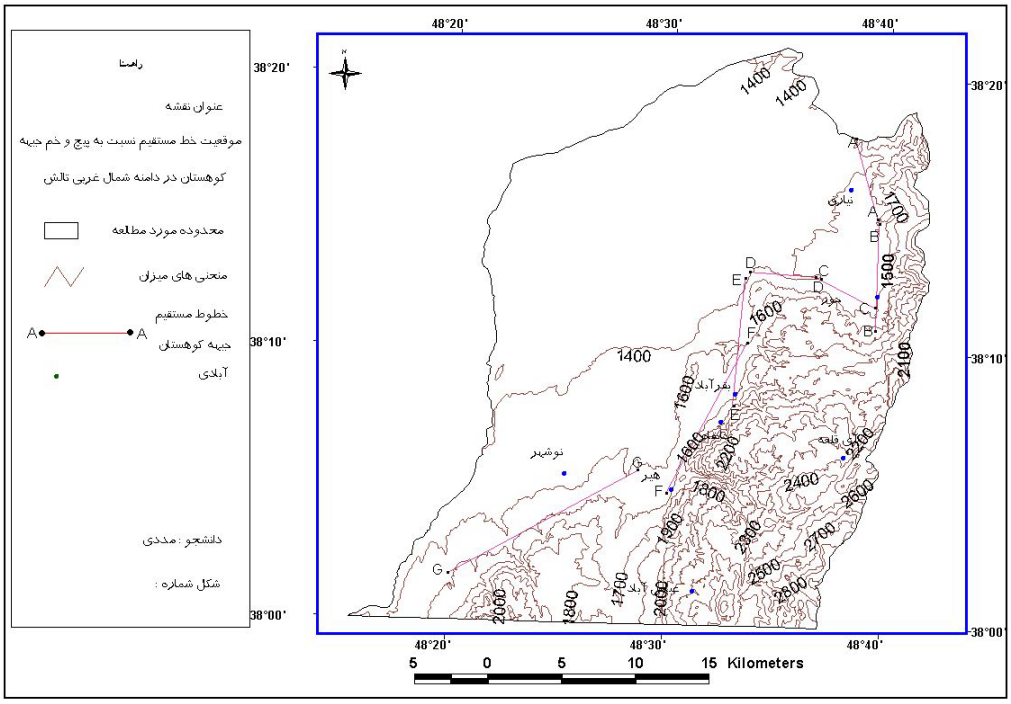
L_S = طول خط مستقیم در جبههٔ کوهستان (شکل شمارهٔ ۷).

۱-Mountain fornt sinovsity

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۷- نحوهٔ محاسبهٔ سینوزیتهٔ جبههٔ کوهستان[1] (منبع : کلر و پنتر ۱۹۹۶).



جبههٔ کوهستان در مناطق فعّال تکتونیکی نسبتاً مستقیم می‌باشد و میزان S_{mf} در این مناطق کم می‌باشد. اگر میزان بالاآمدگی کاهش یابد و یا آرام شود، فرآیندهای فرسایشی موجب بی‌قاعدگی و پیچ و خم‌دار شدن جبههٔ کوهستان شده و مقدار S_{mf} کم می‌شود. البتّه شرایط آب و هوایی نیز بر میزان S_{mf} تأثیر می‌گذارد.در شرایط آب و هوایی مرطوب به علّت فرسایش زیاد، جبههٔ‌های کوهستانی از حالت مستقیم بودن خارج شده و پیچ و خم می‌خورد . امّا در شرایط آب و هوای خشک جبهه‌های کوهستانی جهش یافته، کمتر تحت تأثیر آب و هوا تغییر می‌یابد. شاخص S_{mf} برای مناطق بسیار فعّال تکتونیکی بین (۱تا ۱/۶)، برای مناطقی با فعّالیّت متوسط بین(۱/۴ تا ۳) وبرای جبهه‌های کوهستانی غیرفعّال تکتونیکی از حدود ۱/۸ تا بیشتر از ۵ می‌باشد(کلرو پنتر ۱۹۹۶، ص ۱۴۰ – بال و مک فادن ،۱۹۷۷ص۱۱۷ – بال ۱۹۸۴، ص۳۱۱). عموماً پیچ و خم بیشتر از ۳ به جبهه‌های کوهستانی خیلی فرسایش یافته که در آنها جبهه‌های کوهستانی تورفتگی و پس‌رفتگی پیدا کرده است، مربوط می‌شود. سینوزیته بیشتر از (۳) به طور ویژه مربوط به جبهه‌های کوهستانی است که جبههٔ کوهستانی اوّلیّه (ناشی از عملکرد ساختمان تکتونیکی) پسروی کرده و تبدیل به کوهپایه شده باشد و ممکن است فاصلهٔ این پسروی از جبههٔ فرسایشی امروزی بیشتر از یک کیلومتر باشد.

این شاخص، ابزار با ارزشی جهت ارزیابی ناحیه از لحاظ تکتونیکی می‌باشد. نتایج محاسبهٔ پیچ و خم جبههٔ کوهستان در دامنه‌های شمالغربی باغروداغ به شرح جدول شمارهٔ (۲) می‌باشد. همانطوری که جدول نشان می‌دهد، از

1- Mountain Front Sinuosity

Archive

www.SID.ir

جنوب روستای حور تا انتهای خط $E-E'$ (تا روستای هیر) که بخش جنوبشرقی منطقه را شامل می‌شود از نظر تکتونیکی فعّال است. این بخش از ناحیه که از آب و هوای خشک‌تری برخوردار است ،کمتر تحت تأثیر نیروهای فرسایشی قرار گرفته و طبق نتایج حاصله در ارتفاعات جنوب دشت اردبیل که در بخش جنوب منطقهٔ مورد مطالعه قرار گرفته، میزان سینوزیته ۲/۳ آمده که نشان‌دهندهٔ فعّالیّت تکتونیکی درحدّ متوسّط است و نیروهای تکتونیکی در حالت تعادل با نیروهای فرسایشی قرار دارند. در قسمت شمال منطقهٔ (جبههٔ کوهستان خان‌بلاغی) از روستای نیارق تا روستای تفیه، میزان سینوزیته کمی بیشتر از (۳) می‌باشد که نشان می‌دهد.

این بخش به اندازهٔ دو منطقهٔ قبلی فعّال نیست و دلالت بر پسروی جبههٔ کوهستان می‌نماید. علّت بالا بودن میزان S_{mf} در بخش شمالی منطقه، مرطوب بودن شرایط اقلیمی آن است که سبب فرسایش جبههٔ کوهستان شده و آن را از حالت مستقیم بیرون آورده است.

جدول ۲- میزان پیچ وخم جبههٔ کوهستان در هفت ناحیه از منطقهٔ مورد مطالعه

ناحیه‌ای که S_{mf} برای آن تعیین می‌شود	طول خطّ راست Km	طول خطّ منحنی Km	ارتفاع خطّ منحنی	S_{mf}
$A-A'$ شمالشرقی روستای آلادیزگه تا جنوب روستای سوها	۵/۷۵	۱۸	۱۵۰۰	۳/۱
$B-B$ جنوب سوها تا روستای تفیه	۶	۱۸	۱۵۰۰	۳
$C-C'$ جنوب روستای حور تا جنوبغربی سقزچی	۴/۴	۶/۲۵	۱۵۰۰	۱/۴
$D-D'$ - جنوبغربی سقزچی تا جنوب روستای یونجالو	۴/۷۵	۵/۴	۱۴۸۰	۱/۱
$E-E'$ -جنوب یونجالو تا روستای بقرآباد	۸/۵	۱۲/۷۵	۱۵۴۰	۱/۵
$F-F'$ -ازروستای‌کردلوتاروستای هیر	۱۲	۱۳/۷۵	۱۶۰۰	۱/۱
$G-G$ - از جادهٔ اردبیل-خلخال تا روستای گل‌تپه ملاتی	۱۴/۲۵	۳۳	۱۶۰۰	۲/۳

خلاصه و نتیجه‌گیری

مطالعه و ارزیابی شاخص‌های مختلف ژئومرفیک در منطقهٔ مورد مطالعه و بر روی پانزده زیر حوضهٔ در دامنه‌های شمالغربی باغرو داغ و ارتفاعات جنوب دشت اردبیل نشان می‌دهد که منطقهٔ از لحاظ فعّالیّت‌های نئوتکتونیکی یا تکتونیک جوان فعّال می‌باشد، منتهی میزان فعّالیّت در همه جای آن یکسان نیست. در ارتفاعات جنوبشرقی که محدودهٔ دریاچهٔ نئور را نیز شامل می‌شود، فعّالیّت‌های تکتونیکی جوان بیشتر از بخش‌های شمالی و ارتفاعات جنوب دشت اردبیل می‌باشد. علّت اصلی این فعّالیّت را می‌توان به گسل‌های منطقه مثل گسل نئور، هیر،

Archive of SID

www.SID.ir

دویل و گسل‌های فرعی دیگر نسبت داد که موجب بالا آمدگی منطقه می‌شود. ارتفاعات جنوب اردبیل از این نظر در ردهٔ دوّم قرار می‌گیرد که می‌توان آن را به ادامهٔ گسل دویل نسبت داد. در حالی‌که در شمال منطقه به علّت عدم وجود گسل، بالا آمدگی به اندازهٔ دو بخش قبلی نیست.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع و مآخذ

۱- سلیمانی، شهریار، (۱۳۷۸)، رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیکی فعال و جوان «با نگرشی بر مقدمات دیرینه لرزه‌شناسی»، تهران : انتشارات موسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، چاپ اول، ۱۲۵صفحه.

۲- رضائی مقدم، محمد حسین، (۱۳۷۴)، پژوهش در تشکیل کوهپایه‌ها و دشت‌های انباشتی دامنه جنوبی میشوداغ «رساله دکتری» ؛ گروه جغرافیا – دانشگاه تبریز، ۲۲۸ صفحه.

3. Bull, W.B, MCFaden,L.D. 1977; "Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California"; annual Geommmorphology symposium; state university of New york P.115-138.
4. Bull, william. B .1984; Tectonic Geomorphology" Journal of Geological Education; P-310-324.
5. Bull, William, knuepfer, peter L.K .1987; Adjustments by the charwell river, newzland, to uplift and climatic changes; Geomorphology P.15-32.
6. Burbank, Douglas. W, Anderson, Robert. S, 2000 , Tectonic Geomorphology , Blackwell publisher
7. Keller, Edward .A., Pinter, Nicholas .1996; Active tectomics; Prentice Hall publisher, New jersey,P 338.
8. Willemin, james H. ; Knuepfer, peter L.K. 1994.Kinemtics of Are- Continent Collision in the eastern central range of Taiwan inferred from Geomorphic analysis. Journal of Geophysical Research,P1-55.

Archive of SID

www.SID.ir