

محاسبه و تفسیر برخی شاخص‌های ریخت‌زمین‌ساختی پیرامون گسل ترود، جنوب دامغان

محسن خادمی^{*۱}

^۱دانشگاه علوم پایه دامغان، دامغان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۰۹/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۵/۲۲

چکیده

درباره جنبایی نوزمین‌ساختی منطقه ترود، تنها اطلاعات زمین‌شناختی موجود، لرزه‌خیزی منطقه است که گسل لرزه‌زای ترود، عامل اصلی آن در نظر گرفته می‌شود. این گسل در بخش بیشتر طول خود در زیر آبرفت‌ها پنهان است و بنابراین با بررسی ویژگی‌های ریخت‌زمین‌ساختی آن می‌توان شواهد بیشتری از جنبایی آن و یا جنبایی برخی ساختارهای وابسته به آن به دست آورد. محاسبه سه شاخص ریخت‌زمین‌ساختی شامل شاخص طول - گرادیان رودخانه (SL) و نسبت عرض کف دره به ارتفاع دره (Vf) در آبراه‌ها و سینوسیته پیشانی کوه‌های منطقه (Smf) مقادیر بالایی را برای SL (۴۲۵ تا ۱۰۴۴) و مقادیر پایینی را برای Vf (۲/۶۸ تا ۳/۳۴) و Smf (۱/۰۵ تا ۱/۴۴) نشان می‌دهد و دلالت بر جنبایی منطقه ترود بویژه در دو بخش مرکزی (نزدیک پیشانی کوه‌ها) و شمال‌باختری (در نزدیکی خط تقسیم اصلی کوه‌های ترود) آن دارد و از این رو می‌توان رده ۱ پویایی نوزمین‌ساختی را برای منطقه در نظر گرفت. جنبایی بخش مرکزی در اثر حرکات گسل ترود و جنبایی بخش شمال‌باختری به احتمال زیاد در اثر فرازگیری بیشتر منطقه به واسطه سازوکار دست کم یک گسل موازی با گسل ترود است که با فاصله زمانی اندکی، پیشانی کوه‌های باقی‌مانده را تشکیل می‌دهد. توزیع کرنش ناشی از جنبایی منطقه ترود به گونه‌ای است که پیشرفت دگرریختی را از شمال - شمال‌باختر به جنوب - جنوب‌باختر و نیز از باختر به خاور نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: گسل ترود، ریخت‌زمین‌ساخت، نوزمین‌ساخت، شاخص SL و Vf و Smf

*نویسنده مسئول: محسن خادمی

۱- مقدمه

عبارت ریخت‌زمین‌ساخت یا زمین‌ریخت‌شناسی زمین‌ساختی در دو معنی به کار می‌رود: ۱) زمین‌ساخت برای توضیح چشم‌اندازها (landforms)، ۲) چشم‌اندازها برای توضیح الگوهای زمین‌ساختی (Keller and Pinter, 2002) که کاربرد دوم رایج‌تر است. اندازه‌گیری کمی این چشم‌اندازهای ریخت‌شناختی در یک منطقه، در تشخیص برخی ویژگی‌های آن منطقه از جمله میزان فعالیت زمین‌ساختی آن سودمند است (Keller and Pinter, 1996). متغیرهای کمی ریخت‌شناسی، مواردی مانند شکل پیشانی کوه‌ها، مساحت و برجستگی (relief) حوضه‌های آبریز، دانسیته زهکشی، فرکانس رود، انتگرال هیپسومتریک (hypsometric integral) و تحلیل الگوی زهکشی هستند (Schumm, 1977). در تحلیل الگوی زهکشی شاخص‌هایی مانند شاخص طول گرادیان رودخانه (stream length - gradient, SL) و نسبت عرض کف دره به ارتفاع دره (Vf) می‌توانند دگرریختی‌های سریع زمین‌ساختی را به خوبی بازگو نمایند. (Hack, 1973; Bull, 1978) سینوسیته پیشانی کوه (mountain front sinuosity, Smf) نیز از شاخص‌های شکل پیشانی کوه‌ها است که در تعیین زمین‌ساخت فعال یک منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bull, 1978). در نوشتار حاضر به منظور تعیین میزان جنبایی نوزمین‌ساختی منطقه ترود و بررسی نقش گسل ترود و دیگر ساختارهای منطقه در این جنبایی، سه شاخص SL و Vf و Smf انتخاب و محاسبه و تحلیل شده‌اند.

(۱۳۳۱ هجری) نیز به جنبایی ایران گسل نسبت داده شده است (Abdalian, 1953; Berberian, 1976; Ambrasey & Moinfar, 1977; Ambrasey & Melville, 1982; Hessami et al. (2003). در نقشه گسل‌های جنبایی ایران، (Nowroozi, 1971) با استفاده از راه حل سازوکار کانونی زمین‌لرزه مزبور، گسل ترود را گسلی راست‌گرد با مؤلفه معکوس معرفی کرده‌اند. خادمی و شهریاری (۱۳۸۶) نیز در بررسی ویژگی‌های ساختاری منطقه ترود آخرین حرکت گسل ترود را راست‌گرد معکوس که سبب جابه‌جایی در سنگ‌های آذرین ائوسن و نیز آبرفت‌های کوتاه‌تر شده‌اند، در نظر گرفته‌اند. افزون بر گسل ترود تعدادی گسل دیگر که به طور عمده موازی آن و یا برخی عمود بر آن هستند، در منطقه به چشم می‌خورند (شکل ۱). با وجود نقش انکارناپذیر گسل ترود در دگرریختی کلی منطقه، اثر سطحی این گسل به دلیل پوشیده شدن با آبرفت‌های عهد حاضر جز در چند نقطه قابل دیدن نیست. با این حال برخی شواهد ریخت‌زمین‌ساختی از این گسل و دیگر ساختارهای منطقه وجود دارند که تا کنون هیچ‌گونه بررسی درباره آنها انجام نگرفته است و محدود بررسی‌هایی که بر زمین‌ساخت فعال منطقه تأکید دارد، بر اساس داده‌های بسیار اندک لرزه‌ای بوده است. از این رو بررسی شواهد ریخت‌زمین‌ساختی می‌تواند تأثیر گسل ترود و گسل‌های موازی آن را در زمین‌ساخت جنبایی منطقه بازگو نمایند و جنبایی زمین‌ساختی منطقه را در حال حاضر بیشتر تأیید کنند.

۲- وضعیت زمین‌ساختی

منطقه ترود در حاشیه شمالی کویر بزرگ یا کویرنمک واقع است و بخشی از استان سمنان را تشکیل می‌دهد. کوه‌های این منطقه که به طور عمده از سنگ‌های آذرین و رخنمون‌هایی از سنگ‌های رسوبی با سن ائوسن هستند، با یک راستای شمال‌خاوری - جنوب‌باختری به موازات گسل بزرگ ترود قرار دارند (شکل ۱). این گسل در تکوین زمین‌شناختی منطقه ترود و نواحی مجاور آن از زمان‌های گذشته زمین‌شناسی تا به امروز نقش اساسی و مؤثری داشته است (هوشمندزاده و همکاران، ۱۳۵۷؛ خادمی و شهریاری، ۱۳۸۶). زمین‌لرزه‌های تاریخی و نیز زمین‌لرزه ویرانگر سال ۱۹۵۳ میلادی

۳- ریخت‌شناسی عمومی منطقه

کوه‌های ترود با میانگین ارتفاع حدود ۲۰۰۰ متر از سطح دریا به علت آب و هوای گرم و خشک تا نیمه خشک کویری منطقه دارای سیمای صخره‌ای ویژه چنین آب و هوایی است. فصل مشترک پیشانی این کوه‌ها با دریاچه‌های کویری (playa lake) شمالی و جنوبی در چندین محل به صورت خطی مستقیم است، که یکی از ویژگی‌های ریخت‌زمین‌ساختی برای بررسی در نظر گرفته شده است. آشکارترین ویژگی ریخت‌شناختی این کوه‌ها آبراهه‌هایی است که در دو دامنه شمالی و جنوبی آن قرار دارند و توسط خط تقسیم اصلی منطقه یعنی مرتفع‌ترین خط‌الرأس از هم

شده است (شکل ۳). این نیمرخ‌ها در ارتفاعات ۱۶۰۰ و ۱۸۰۰ گرادیان و در نتیجه SL بالا نشان می‌دهند و بیشتر دارای شکل محدب به سوی بالا هستند که گواه دیگری بر فرازگیری محل‌های مورد نظر است. با دور شدن از این محل‌ها، نیمرخ طولی کف آبراهه شکل نسبتاً کاوی به خود می‌گیرد و حاکی از SL متوسط تا پایین است.

– **شاخص SL در محدوده دوشاخ:** در این محدوده نیز افزایش شاخص در دو محل به روشنی دیده می‌شود (شکل ۴- الف). مقادیر بالای SL همانند محدوده گندی در شمال باختر و مرکز محدوده قرار دارند و خطوط تراز مربوطه در هر دو محل راستای شمال خاوری – جنوب باختری نشان می‌دهند (شکل ۴- ب). در مرکز محدوده افزون بر گرادیان بالا تغییر مسیر آبراهه‌ها نیز به سمت باختر – جنوب باختر آشکار است. تفاوت این محدوده با محدوده گندی در این است که مقادیر بیشینه SL کمتری نسبت به گندی نشان می‌دهند. همچنین بر خلاف محدوده گندی، مقادیر SL بیشینه در دو محل تفاوت کمی با هم دارند و به همین دلیل نیمرخ‌های گرادیان آنها تا حدی با نیمرخ‌های گرادیان گندی متفاوت است (شکل ۵) و تفاوت دو SL بیشینه در آنها کمتر آشکار است.

در این نیمرخ‌ها SL بیشینه مربوط به بخش مرکزی در ارتفاعات حدود ۱۵۰۰ متر قرار دارد و به پیشانی کوه بسیار نزدیک‌تر است، همانند نیمرخ‌های گندی در این محل نیز شکل نیمرخ طولی آبراهه‌ها به طور عمده دارای کوژ به بالا هستند و به سمت جنوب – جنوب خاور در آبرفت‌های مخروط‌افکنه‌ها به شکل تقریباً "کاو به بالا" در می‌آیند.

– **شاخص SL در پیرمردان:** چنان که در شکل ۶- الف دیده می‌شود مقدار SL بیشینه در این محدوده به مراتب کمتر از مقادیر SL بیشینه در دو محدوده پیشین است و فقط در بخش مرکزی و دقیقاً "منطبق بر پیشانی کوه دیده می‌شود. بر خلاف دو محدوده پیشین در این محل هیچ نشانه‌ای از انحراف آبراهه‌ها دیده نمی‌شود و راستای آنها از خط تقسیم تا پایین دست به طور یکنواختی شمال باختری – جنوب خاوری است. راستای خطوط تراز SL بیشینه همانند محل‌های پیش، شمال خاوری – جنوب باختری است (شکل ۶- ب). نیمرخ‌های گرادیان رودخانه در این محدوده (شکل ۷) نیز کوژ به بالا است و فرازگیری فعال را می‌رسانند. بیشینه SL هر چه به سمت خاور تمایل می‌شود، در ارتفاعات کمتری ظاهر می‌شود به نحوی که در باختر حدود ۱۶۰۰ را نشان می‌دهد، اما در رودخانه‌های خاوری بیشینه SL در ارتفاع حدود ۱۴۰۰ متری دیده می‌شود. یعنی به سمت خاور – شمال خاوری از میزان فرازگیری بسیار کاسته می‌شود.

۵-۲. شاخص نسبت عرض دره به کف دره (Vf)

این شاخص از رابطه $Vf = 2Vfw / [(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]$ تعیین می‌شود. در این رابطه عرض کف دره، Eld و Erd به ترتیب ارتفاع خط تقسیم‌های دامنه‌های راست و چپ دره از سطح دریا، و Esc ارتفاع کف دره از سطح دریا است (Bull, 1977 & 1978). چنانچه از رابطه بالا آشکار است، دره‌های مسطح و عریض دارای مقادیر Vf بالا هستند و آهنگ آهسته فرازگیری را بازگو می‌کنند، اما دره‌های تنگ و V شکل مقادیر Vf پایینی را نشان می‌دهند و حاکی از آهنگ بالای فرازگیری هستند.

– **شاخص Vf در محدوده گندی:** در شکل ۸ محل نیمرخ‌های توپوگرافی انتخاب شده از آبراهه‌های مختلف برای محاسبه این شاخص نشان داده شده است و در شکل ۹ نیمرخ‌های توپوگرافی یاد شده، دیده می‌شوند. محاسبات نشان می‌دهد که در این محدوده بازه تغییرات Vf از دست کم ۰/۶۸ (نیمرخ DD) تا ۴/۹۲ (نیمرخ CC) است. نیمرخ DD منطبق با بخش مرکزی محدوده گندی است و چنانچه در بررسی شاخص SL دیده شد، در این محل افزون بر بالا بودن مقدار SL، رودخانه‌ها به سمت باختر – جنوب باختر منحرف می‌شوند. نیمرخ HH نیز با مقدار $Vf = ۲/۳$ در بخش مرکزی است. مقدار Vf برای نیمرخ JJ حدود ۰/۸۳، محاسبه شده است که پس از نیمرخ DD کمترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد. چنان که از شکل ۷ نیز پیداست،

تمایز می‌شوند. این آبراهه‌ها بیشتر دارای راستای شمال – شمال باختری، جنوب – جنوب خاوری هستند اما آبراهه‌های با راستای به طور تقریب خاوری – باختری نیز زیاد و حائز اهمیت هستند. آبراهه‌های یاد شده جز در فصول پر باران برخی سال‌ها، بیشتر خشک و بی آب هستند. نظر به اهمیت و فراوانی این آبراهه‌ها، بخش عمده بررسی‌های ریختزمین‌ساخت حاضر بر روی آنها متمرکز شد.

۴- روش مطالعه

برای بررسی جامع سه شاخص SL و Vf و Smf در کل منطقه، سه محل در باختر و مرکز و خاور محدوده مطالعه به ترتیب به اسامی گندی، دوشاخ و پیرمردان انتخاب شد (شکل ۱). نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی منطقه به عنوان مبنای بررسی‌های مورد استفاده قرار گرفتند. برای تحلیل شاخص‌های رودخانه‌ها، آبراهه‌های بزرگ و اصلی که بیشتر تا خط تقسیم اصلی منطقه، یعنی خط الرأس جداکننده دامنه شمالی کوه‌های تروود از دامنه جنوبی، امتداد داشتند، در نظر گرفته شدند. برای تعیین شاخص Smf نیز محل‌هایی که دارای پیشانی کوه مستقیم همراه با انحناهای متوسط بودند مورد محاسبه قرار گرفتند. داده‌ها و اطلاعات به دست آمده با رسم نیمرخ‌های طولی بستر آبراهه‌ها و نیمرخ‌های عرضی آنها و نمودارهای گرادیان رودخانه‌ها و نقشه‌های subenvelope (نقشه خطوط تراز) که نقاط هم ارتفاع آبراهه‌های یک منطقه معین را به هم وصل می‌کند) و خطوط تراز شاخص SL، توصیف و تجزیه و تحلیل شدند. با توجه به شرایط یکنواخت آب و هوایی حاکم بر منطقه و نیز ویژگی‌های به نسبت یکنواخت سنگ‌شناختی، تأثیرات آب و هوایی و سنگ‌شناختی در پیدایش و تشکیل چشم‌اندازها یکسان در نظر گرفته شد و از این رو، پدیده‌های ریخت‌شناسی از نگاه نوزمین‌ساخت و ریختزمین‌ساخت بررسی شدند. البته با بررسی‌های صحرائی در هر محلی که شاخص‌ها ناهنجاری‌های عمده نشان می‌دادند، تأثیر دو عامل یاد شده نیز در نظر گرفته شد.

۵- بررسی شاخص‌ها

۵-۱. بررسی شاخص SL

این شاخص از رابطه $L \cdot SL = (\Delta H / \Delta L)$ به دست می‌آید و در آن SL شاخص طول گرادیان رودخانه برای مسیر معینی از طول آن، $(\Delta H / \Delta L)$ گرادیان آبراهه (ΔH) اختلاف ارتفاع دو نقطه ابتدا و انتهای مسیر مزبور، ΔL طول آن مسیر) و L طول کل آبراهه است. SL شاخصی است که با شیب بستر آبراهه یا گرادیان آبراهه ارتباط مستقیم دارد و این امر در ارزیابی زمین‌ساخت جنباً مؤثر است و مقادیر بالای SL را به طور معمول مرتبط با زمین‌ساخت جنبای عهد حاضر در نظر می‌گیرند (Keller and Pinter, 1996). هر گونه فرازگیری (uplift) و کج شدگی (tilting) ناشی از جنبایی گسل‌ها و چین‌های فعال می‌تواند به افزایش گرادیان آبراهه‌ها و در نتیجه به افزایش SL بینجامد.

– **شاخص SL در محدوده گندی:** نقشه subenvelope شکل ۲- الف نشان می‌دهد که مقدار SL در دو محل بیشتر از دیگر نقاط است. یکی از این محل‌ها در شمال باختر محدوده در نزدیکی خط تقسیم، یعنی بیشینه فرازگیری، قرار دارد و دیگری در مرکز محدوده واقع است. این محل منطبق با پیشانی کوه‌های تروود است و نکته قابل توجه این است که در این نقطه آبراهه‌ها تغییر مسیر (offset) آشکاری را به سمت جنوب باختر نشان می‌دهند (به مسیر پیکان‌ها در شکل توجه شود). کمترین مقدار SL در جنوب – جنوب خاور محدوده و در آبرفت‌های مخروط‌افکنه جنوب پیشانی کوه دیده می‌شود. راستای خطوط تراز بیشینه SL در هر دو محل، شمال خاوری – جنوب باختری است (شکل ۲- ب).

برای درک روشن‌تر تغییرات شاخص SL نیمرخ‌هایی از گرادیان چند آبراهه تهیه

تورفتگی‌های (فروبار یا embayment) زیاد باشد این شاخص عدد بزرگ‌تری خواهد شد. بر اساس بررسی‌های Bull and McFadden (1977) پیشانی کوه‌های محدود به گسل‌های فعال دارای Smf بین ۱ تا ۱/۶، پیشانی کوه‌های با جنبایی کمتر دارای Smf ۱/۴ تا ۳ هستند و پیشانی‌های نافع‌ال اعداد ۱/۸ تا ۵ را برای این شاخص نشان می‌دهند. این شاخص تعادل بین فرسایش که میل به ایجاد سینوسیته و زمین‌ساخت را که میل به ایجاد خط مستقیم دارد، منعکس می‌کند (Keller and Pinter, 1996).

– **شاخص Smf در محدوده گندی:** در شکل ۱۷ پیشانی کوه‌های تروود در محدوده گندی دیده می‌شود. اگر کل این پیشانی کوه برای تعیین شاخص Smf در نظر گرفته شود، عددی در حدود ۱/۷۴ به دست می‌آید که در دسته‌بندی Bull and McFadden (1977) حاکی از جنبایی متوسط پیشانی کوه است. اما اگر شاخص یاد شده را در چند بخش مجزا محاسبه کنیم، اعداد کمتری به دست خواهد آمد. به طور مثال در بخشی که با پیکان بلند مشخص شده، شاخص برابر ۱/۱۴ و در بخشی که با پیکان کوتاه معلوم است، شاخص برابر حدود ۱ است. بنابراین میانگین شاخص Smf در این محدوده حدود ۱/۳ بوده و بنابراین منطقه از نظر نوزمین‌ساختی فعال برآورد می‌شود. پیشانی کوه در محل پیکان بلند منطبق بر گسلی است که به موازات گسل تروود و در فاصله حدود ۶ کیلومتری آن وجود دارد و در محل پیکان کوتاه بر گسل تروود انطباق دارد (به شکل ۱ توجه شود).

– **شاخص Smf در محدوده دوشاخ:** پیشانی کوه تروود در این محدوده خط تقریباً مستقیمی است (شکل ۱۸) و این خط مستقیم یکی دیگر از معدود نقاط منطقه تروود است که اثر گسل تروود را می‌توان منطبق بر پیشانی کوه مشاهده کرد. شاخص Smf در کل این محدوده برابر ۱/۰۸ است و این مقدار در بخشی که با علامت پیکان مشخص شده، کمتر بوده و حدود ۱/۰۲ است. بنابراین میانگین شاخص در محدوده گندی برابر ۱/۵ است که معرف منطقه‌ای با جنبایی زمین‌ساختی بالا است.

– **شاخص Smf در محدوده پیرمردان:** در شکل ۱۹ ریخت‌شناسی عمومی پیشانی کوه‌های تروود در محدوده پیرمردان دیده می‌شود. شاخص Smf کل در این محدوده برابر ۱/۱۶ محاسبه شده است. این شاخص برای بخشی که با علامت پیکان نشان داده شده، عددی برابر ۱/۰۵ است و بنابراین میانگین شاخص Smf برای این محدوده عددی برابر حدود ۱/۱ برآورد می‌شود. از این رو محدوده پیرمردان نیز از نظر نوزمین‌ساخت منطقه‌ای فعال تلقی می‌شود. با نگاهی به شکل ۱ دیده می‌شود که این بخش از پیشانی کوه‌های تروود همانند بخش بیشتر محدوده گندی، به گسلی موازی گسل تروود و به فاصله حدود ۶ تا ۱۰ کیلومتری آن، محدود می‌شود.

۶- نتیجه‌گیری

بررسی سه شاخص زمین‌ریختی و ریخت‌زمین‌ساختی V_f ، SL و Smf در منطقه تروود نشان می‌دهد که به طور کلی شاخص نخست مقدار میانگین بالا و دو شاخص بعدی مقادیر میانگین پایینی را به خود اختصاص می‌دهند. از این رو منطقه تروود را می‌توان از نظر میزان جنبایی نوزمین‌ساختی در رده یا کلاس ۱ رده‌بندی (Bull 1977, 1978) قرار داد (جدول ۱).

به طور قطع عامل اصلی این جنبایی، گسل تروود است زیرا شاخص‌های بررسی شده، چه در محل‌هایی که گسل تروود رخنمون دارد، و چه در نقاطی که با آبرفت‌ها پوشیده شده است، اعدادی را نشان می‌دهند که گویای زمین‌ساخت فعال است. اما برای تشریح و تحلیل کامل‌تر این سیمای نوزمین‌ساختی باید نکاتی چند را در نظر گرفت:

افزون بر گسل تروود، یک یا چند گسل دیگر در شمال آن در دگرریختی عهد حاضر منطقه تأثیرگذار هستند. یکی از این گسل‌ها که موازی گسل تروود است

این نیمرخ در محدوده شمالی یعنی محدوده با فرازگیری بالا قرار دارد. V_f بالا در نیمرخ‌های CC و FF (۴/۰۷) و دیگر نیمرخ‌ها مرتبط با تغییرات اندک سنگ‌شناختی و نیز وجود پهنه‌های گسلی سست و نامقاوم هم راستا با آبراهه‌هاست (گسل‌های شمال باختری - جنوب جنوب خاوری) که سبب حفر آسان بستر رود و توسعه آن به کناره‌ها و در نتیجه تعریض کف دره شده است. به طور کلی در محدوده گندی در نزدیکی‌های پیشانی کوه دره‌های V شکل متعددی دیده می‌شوند که با راستای تقریبی شمال باختری - جنوب خاوری پیشانی کوه را قطع می‌کنند. نمونه‌هایی از این دره‌ها در شکل ۱۰ دیده می‌شود.

– **شاخص V_f در محدوده دوشاخ:** مقدار V_f در این محدوده از مقدار کمینه ۱/۳۷ (نیمرخ CC) تا بیشینه ۴/۸۴ (نیمرخ JJ) متغیر است (شکل ۱۱ و نیمرخ‌های شکل ۱۲). نیمرخ FF نیز با V_f برابر ۲/۰۹ دومین مقدار پایین را به خود اختصاص می‌دهد. هر دو این شاخص‌های پایین چنان‌که در شکل ۱۰ نیز دیده می‌شود در نزدیکی پیشانی کوه واقع هستند. نیمرخ CC در پیشانی کوهی قرار دارد که گسل بزرگی به موازات گسل تروود منطبق بر آن است و از پیشانی کوه دو شاخ (محل نیمرخ FF)، گسل تروود عبور می‌کند (به شکل ۱ توجه شود). دست کم مقدار V_f در محدوده دو شاخ عددی بیشتر از حداقل V_f در محدوده گندی است و دره‌های V شکل تنگ و ژرفی که در محدوده گندی دیده می‌شود، در این منطقه به ندرت یافت می‌شوند، اما با این حال نیمرخ بسیاری از دره‌ها به شکل V است (شکل ۱۳). افزون بر نیمرخ JJ ، در محل نیمرخ DD نیز شاخص V_f بالاست (حدود ۳/۷۳) اما بقیه نیمرخ‌ها که بیشتر در بخش شمال خاور محدوده قرار دارند، اعداد به نسبت پایینی را برای این شاخص به دست می‌دهند. مشاهدات صحرائی نشان می‌دهد که در مناطقی که شاخص بالاست، سنگ‌های آذرین زود فرساینده بازیک یا میان‌لایه‌هایی از سنگ‌های توفی و شیلی و ماسه‌ای رخنمون یافته‌اند و آبراهه‌ها به موازات امتداد این لایه‌ها و به صورت subsequent کشیده شده‌اند و بنابراین بالا بودن شاخص V_f در مقاطع یاد شده را می‌توان به این پدیده نسبت داد.

– **شاخص V_f در محدوده پیرمردان:** مقدار این شاخص در این محدوده از کمینه ۲/۵ (نیمرخ BB)، شکل‌های ۱۴ و ۱۵ تا بیشینه ۴/۶ (نیمرخ CC) متغیر است. چنان‌که مشاهده می‌شود مقدار کمینه شاخص V_f در این محل به مراتب از مقادیر حداقل شاخص یاد شده در محدوده‌های گندی و دوشاخ بیشتر است. دره‌های V شکل جز در ارتفاعات و در سنگ‌های دیر فرساینده آذرین اسید ریولیتی تا ریوداستیتی و نیز در نزدیکی پیشانی کوه در رودهای شماره ۳ و ۱۳ کمتر به چشم می‌خورند. شکل V البته نسبت به دره‌های V گندی و دوشاخ بازر و با دامنه‌های کم‌شیب‌تر است. نمونه‌ای از این دره‌ها در شکل ۱۶ دیده می‌شود. نکته قابل توجه این که مقادیر پایین V_f در بخش باختری و مقادیر بالای آن در بخش خاوری محدوده قرار می‌گیرند. چنان‌که در شکل ۱۴ دیده می‌شود نیمرخ BB در نزدیکی خط تقسیمی واقع است که در آن سوی آن یعنی در شمال باختر آن، راستای آبراهه‌ها خاور شمال خاوری - باختر جنوب باختر است. این محل منطبق بر گسل‌هایی با همین راستاست که دارای سازوکار امتدادلغز با مؤلفه شیب‌لغز معکوس هستند (به شکل ۱ توجه شود). دلیل پایین بودن V_f را می‌توان به این گسل‌ها نسبت داد.

۵-۳. شاخص سینوسیته پیشانی کوه (Smf)

این شاخص از رابطه $Smf = Lmf / Ls$ محاسبه می‌شود و در آن Lmf طول پیشانی کوه در طول معینی از دامنه کوه و Ls طول خط مستقیمی است که ابتدا و انتهای همان پیشانی کوه را به هم وصل می‌کند. بدیهی است که هرچه پیشانی کوه مستقیم‌تر باشد مقادیر Lmf و Ls به هم نزدیک‌تر بوده و شاخص سینوسیته کوچک‌تر خواهد شد و به عدد یک میل خواهد کرد و هرچه پیشانی کوه دارای پیش‌آمدگی‌ها و

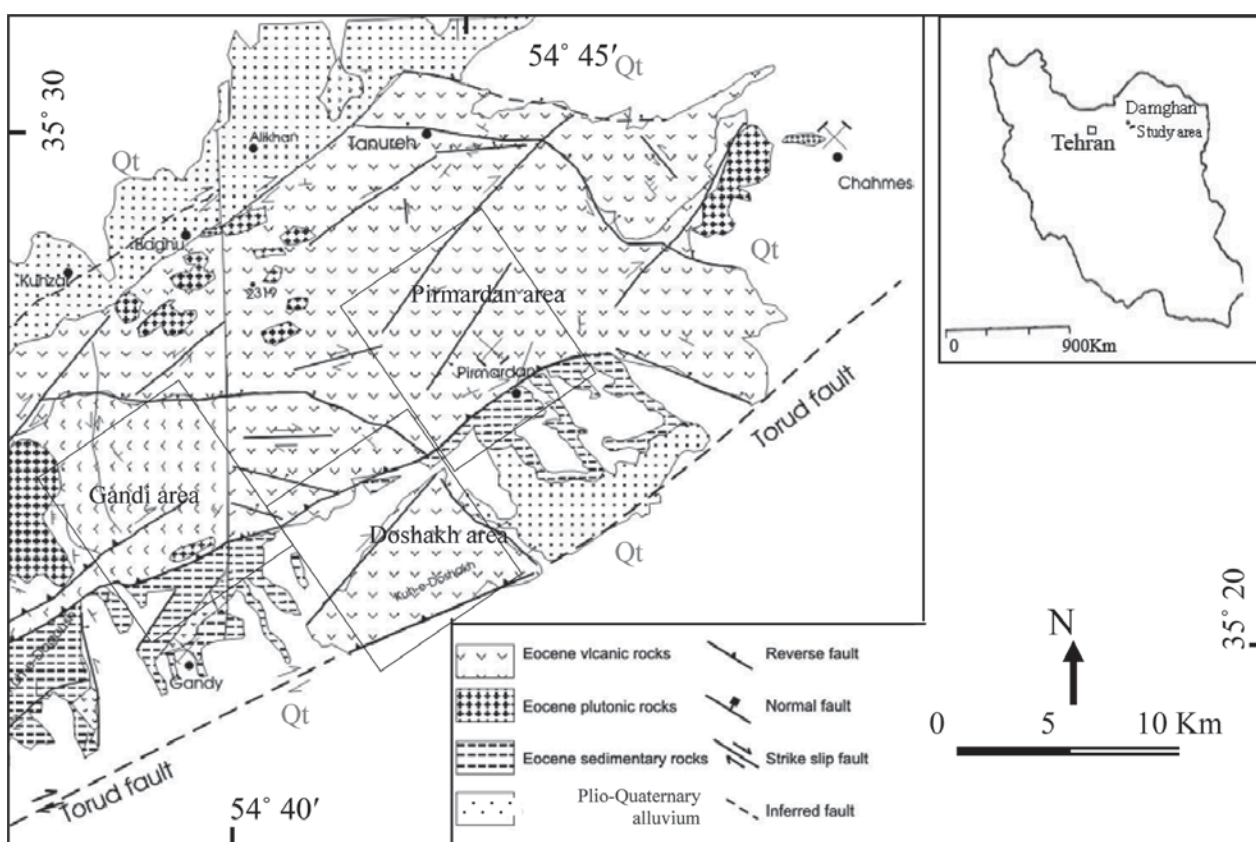
فرازگیری، مقدار شاخص SL کاهش می‌یابد و در برابر شاخص Vf افزایش می‌یابد. همچنین با توجه به کاهش قدرت رودها، که در اثر کاهش شیب روی می‌دهد، عمل فرسایش و رسوبگذاری آنها با آهنگ پایینی انجام می‌گیرد و بنابراین شاخص Smf کوچک‌تر شده و پیشانی کوه مستقیم‌تر می‌شود. از دیگر نشانه‌های پیشرفت دگرریختی به سمت خاور، کاهش انحراف آبراه‌هاست. به نحوی که در باختر یعنی در محدوده گندی و تا حدودی در دوشاخ، انحراف آبراه‌ها به طور کامل آشکار است اما در خاور یعنی در محدوده پیرمردان، انحراف بسیار اندک تا هیچ است.

سپاسگزاری

از پشتیبانی دانشگاه علوم پایه دامغان تشکر و قدردانی می‌نمایم.

نقشی بسیار شبیه گسل ترود داشته و شاخص‌ها در نزدیکی آن نتایج بسیار مشابهی با شاخص‌های مرتبط با گسل ترود به دست می‌دهند. پیشانی مربوط به گسل یاد شده به نظرمی‌آید که یک پیشانی کوه باقیمانده (relic) است. اما با توجه به شکل تقریباً مستقیم آن (در پیرمردان و گندی، شکل‌های ۱۸ و ۱۶) و دگر شکل نشدن بادزن‌های آبرفتی آن گمان می‌رود که جنبایی عهد حاضر آن تقریباً همراه و همزمان با گسل ترود یا کمی قدیمی‌تر از آن است و یا پیشرفت دگرریختی از آن به سمت گسل ترود دارای آهنگ بالایی است.

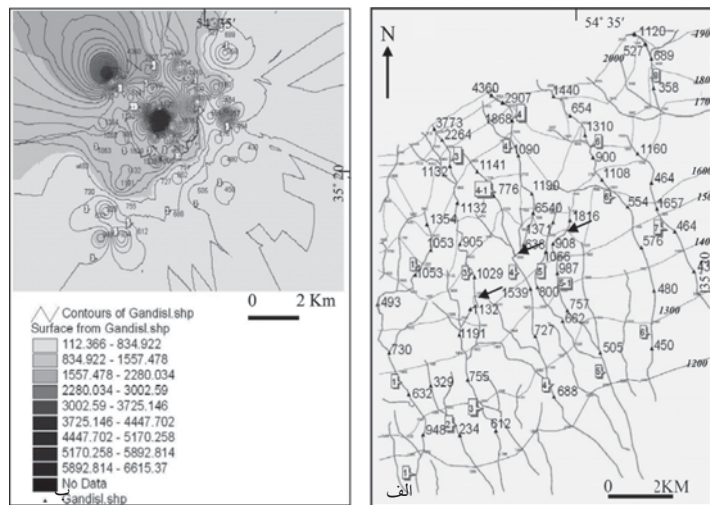
شواهد به دست آمده نشان می‌دهد که در کوه‌های ترود، دگرریختی عهد حاضر افزون بر پیشرفت از شمال به جنوب، از باختر به خاور نیز پیش‌رونده است. از این رو از میزان دگرریختی به سمت خاور کاسته می‌شود، به نحوی که با کمتر شدن میزان



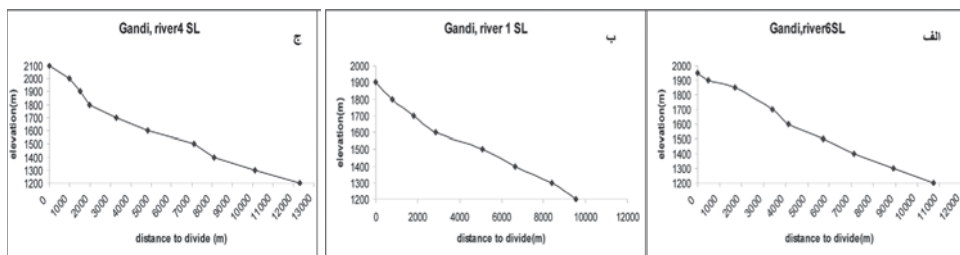
شکل ۱- نقشه ساختاری منطقه ترود (خادمی و شهریاری، ۱۳۸۶). کادر بالا، گوشه راست موقعیت جغرافیایی منطقه و کادرهای متن نقشه محدوده‌های بررسی را نشان می‌دهند. Qt آبرفت‌های کوتاه‌تر است.

جدول ۱- رده بندی پیشانی‌های کوه‌های ترود از نظر پویایی زمین‌ساختی

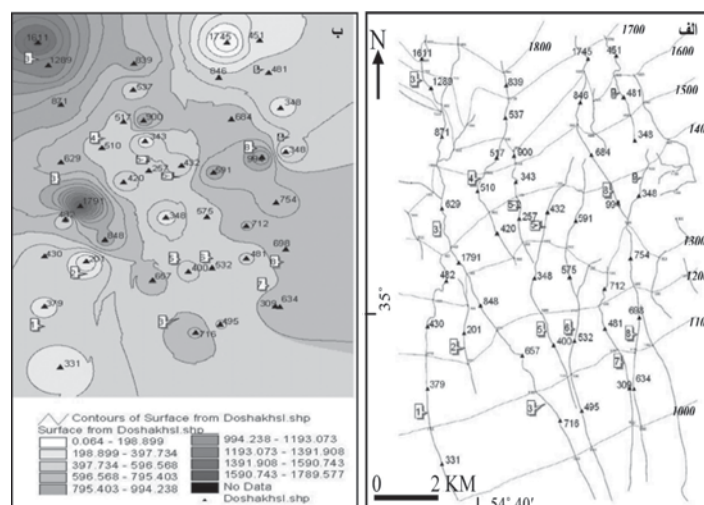
نام محدوده پیشانی کوه	میانگین شاخص SL	میانگین شاخص Vf	میانگین شاخص Smf	رده پویایی زمین‌ساختی
گندی	۱۰۴۴	۳/۰۴	۱/۴۴	یک
دوشاخ	۱۰۱۴	۲/۶۸	۱/۰۵	یک
پیرمردان	۴۲۵	۳/۳۴	۱/۱	یک



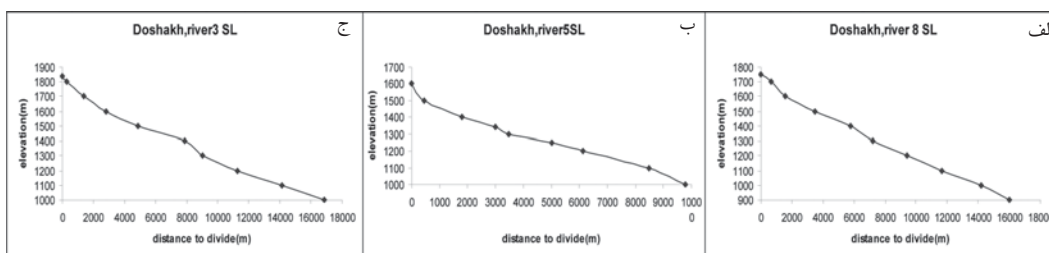
شکل ۲- الف) نقشه subenvelope محدوده گندی. خطوط سبتر پرننگ نشان دهنده آبراهه‌ها و خطوط نازک تر معرف خطوط تراز و وصل کننده نقاط هم ارتفاع بستر آبراهه‌ها هستند. اعداد درشت تر مقادیر SL و اعداد داخل کادر شماره آبراهه‌های بررسی شده را نشان می‌دهند. اعداد ایتالیک ارتفاع منحنی‌های subenvelope هستند. پیکان‌ها انحراف آبراهه‌ها را نشان می‌دهند. نقشه پایه) نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سدفه، برگ ۶۹۶۰ IV، سری KY۵۳، سازمان جغرافیایی کشور، ۱۳۵۳. ب) نقشه منحنی میزان SL بر اساس نقشه ۲- الف در محدوده گندی که دو مقدار بیشینه SL را در مرکز و شمال باختر محدوده نشان می‌دهد.



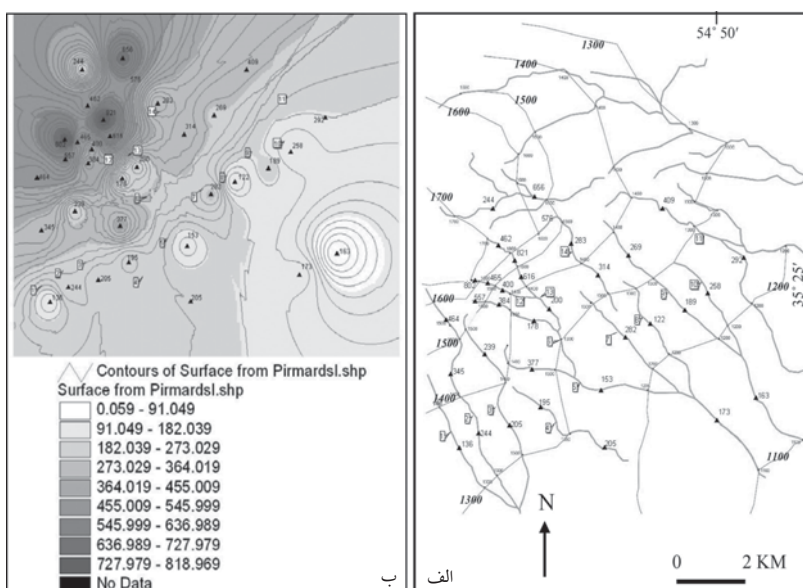
شکل ۳ - نیمرخ‌های گرادیان آبراهه‌های شماره ۱) (ب)، ۴) (ج) و ۶) الف) در محدوده گندی. نیمرخ‌ها در مناطق فعال دارای شکل کوژ به بالا هستند. در شکل ج آشکارا دو بیشینه گرادیان (و در نتیجه SL) در ارتفاعات ۱۸۰۰ و ۱۶۰۰ متر دیده می‌شود. به علت لگاریتمی بودن محور قائم، نیمرخ در مسافت‌های بیش از ۱۰۰۰ متر تدریجاً به خط افقی نزدیک می‌شود. نیمرخ‌ها بر اساس نقشه subenvelope شکل ۲ تهیه شده‌اند. به منظور آشکارتر شدن نیمرخ‌ها، مقیاس افقی (ارتفاعات) نسبت به نقشه پایه اغراق آمیز شده است.



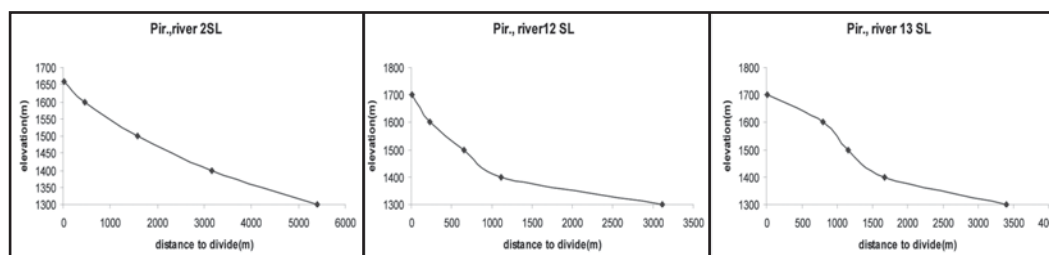
شکل ۴- الف) نقشه subenvelope محدوده دوشاخ. خطوط سبتر پرننگ نشان دهنده آبراهه‌ها و خطوط نازک تر معرف خطوط تراز و وصل کننده نقاط هم ارتفاع بستر آبراهه‌ها هستند. اعداد درشت تر مقادیر SL و اعداد داخل کادر شماره آبراهه‌های بررسی شده را نشان می‌دهند. اعداد ایتالیک ارتفاع منحنی‌های subenvelope هستند. نقشه پایه: نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سدفه، برگ ۶۹۶۰ IV، سری KY۵۳، سازمان جغرافیایی کشور، ۱۳۵۳. ب) نقشه منحنی میزان SL بر اساس نقشه ۴- الف در محدوده دوشاخ که دو مقدار بیشینه SL را در مرکز و شمال باختر محدوده نشان می‌دهد.



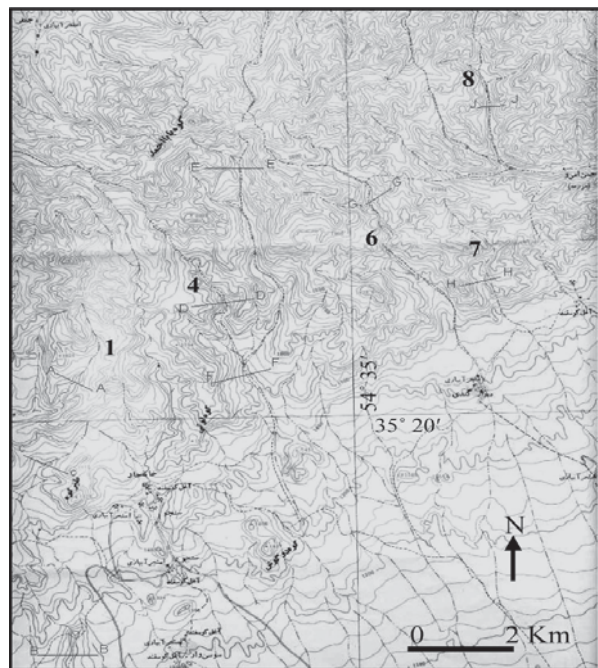
شکل ۵- نیمرخ‌های گرادیان آبراهه‌های شماره ۳(ج)، ۵(ب) و ۸(الف) در محدوده گندی. نیمرخ‌ها در مناطق فعال دارای شکل کوژ به بالا هستند. فقط در شکل ب به زحمت دو بیشینه گرادیان (و در نتیجه SL) در ارتفاعات ۱۵۰۰ و ۱۴۰۰ متر دیده می‌شود. به علت لگاریتمی بودن محور قائم، نیمرخ در مسافت‌های بیش از ۱۰۰۰ متر به تدریج به خط افقی نزدیک می‌شود. نیمرخ‌ها بر اساس نقشه subenvelope شکل ۴ تهیه شده‌اند. به منظور آشکارتر شدن نیمرخ‌ها، مقیاس افقی (ارتفاعات) نسبت به نقشه پایه اغراق آمیز شده است.



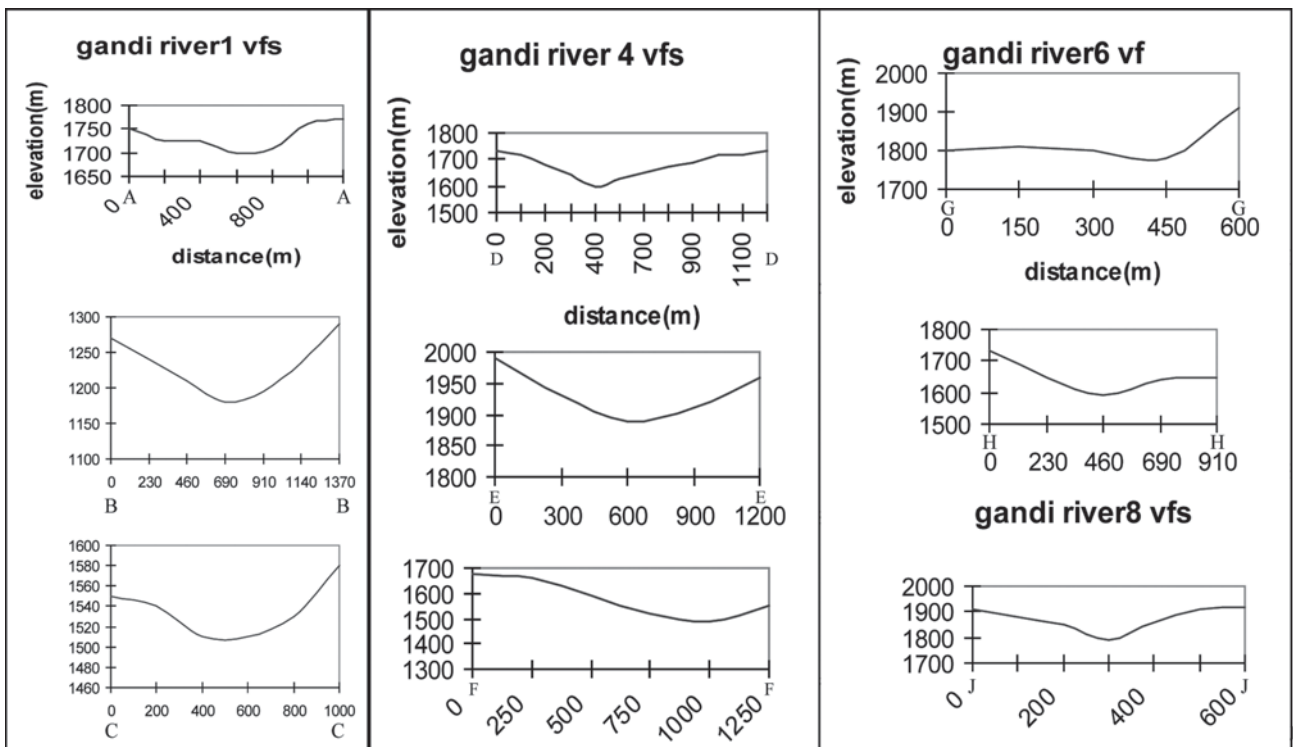
شکل ۶- الف) نقشه subenvelope محدوده پیرمردان. خطوط سبتر پرننگ نشان‌دهنده آبراهه‌ها و خطوط نازک‌تر معرف خطوط تراز وصل‌کننده نقاط هم ارتفاع بستر آبراهه‌ها است. اعداد درشت‌تر مقادیر SL و اعداد درون کادر شماره آبراهه‌های مطالعه شده را نشان می‌دهند. اعداد ایتالیک ارتفاع منحنی‌های subenvelope هستند. نقشه پایه: نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و رنگ عوض، برگ ۶۹۶۰I، سری KV۵۳، سازمان جغرافیایی کشور، ۱۳۵۳. (ب) نقشه منحنی میزان SL بر اساس نقشه ۶-الف در محدوده پیرمردان که مقدار بیشینه SL را در شمال باختر محدوده نشان می‌دهد.



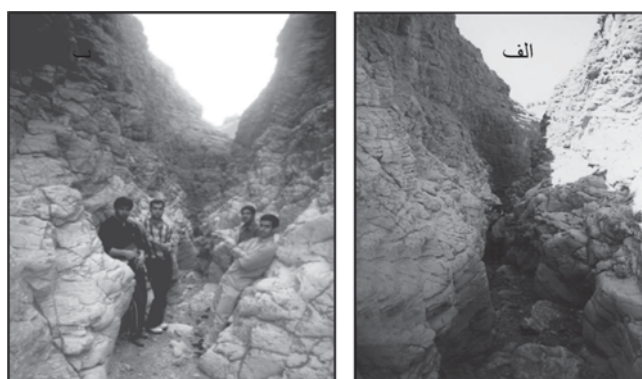
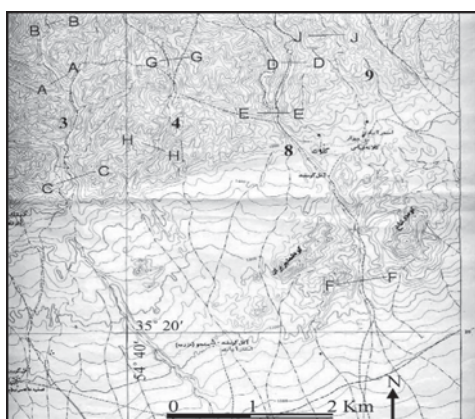
شکل ۷- نیمرخ‌های گرادیان آبراهه‌های شماره ۲ و ۱۲ و ۱۳، به ترتیب از چپ به راست در محدوده پیرمردان. نیمرخ‌ها در مناطق فعال دارای شکل کوژ به بالا هستند. بیشینه گرادیان (و در نتیجه SL) فقط در ارتفاع حدود ۱۶۰۰ متر دیده می‌شود. به علت لگاریتمی بودن محور قائم، نیمرخ در مسافت‌های بیش از ۱۰۰۰ متر به طور تدریجی به خط افقی نزدیک می‌شود و به علت پایین بودن گرادیان شکل کاو به بالا می‌گیرد. نیمرخ‌ها بر اساس نقشه subenvelope شکل ۶ تهیه شده‌اند. به منظور آشکارتر شدن نیمرخ‌ها، مقیاس افقی (ارتفاعات) نسبت به نقشه پایه اغراق آمیز شده است.



شکل ۸- بخشی از نقشه توپوگرافی سدغه (سازمان جغرافیایی کشور، ۱۳۵۳) که در آن محل نیرخ‌های تعیین شاخص Vf برای محدوده گندی مشخص شده است. اعداد پررنگ بیان گر شماره آبراهه‌های بررسی شده هستند.

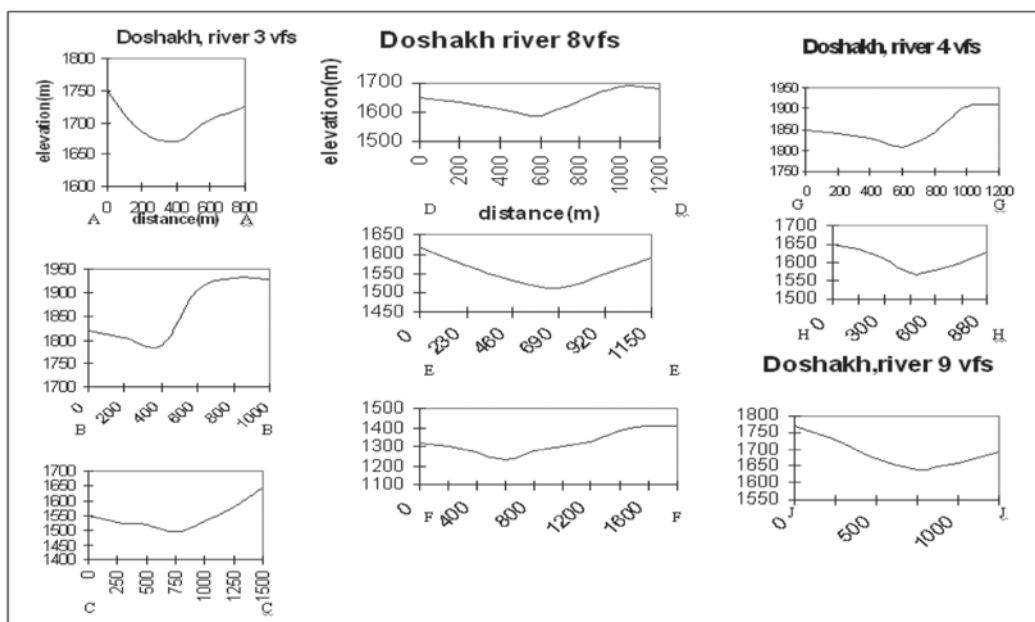


شکل ۹- نیرخ توپوگرافی تعدادی از آبراهه‌های محدوده گندی که برای محاسبه شاخص Vf تهیه شده است. محل نیرخ‌ها در شکل ۸ مشخص شده است. به منظور آشکار شدن نیرخ‌ها، مقیاس‌های مسافت و ارتفاع اغراق آمیز شده‌اند و با مقیاس شکل ۸ تفاوت دارند. مقدار شاخص Vf برای نیرخ‌های AA تا JJ بر اساس شکل ۸ محاسبه شده و به ترتیب عبارتند از: ۳/۳؛ ۳/۲۸؛ ۴/۹۲؛ ۶/۸؛ ۳/۸۳؛ ۴/۰۷؛ ۴/۴؛ ۴/۲/۳؛ ۳/۸۳.



شکل ۱۰- نمونه‌ای از دره‌های V شکل در محدوده گندی. الف) بخشی از آبراهه شماره ۴ در حوالی نیمرخ DD. ب) بخشی از آبراهه شماره ۸ در حوالی نیمرخ JJ. نگاه عکس‌ها به جنوب.

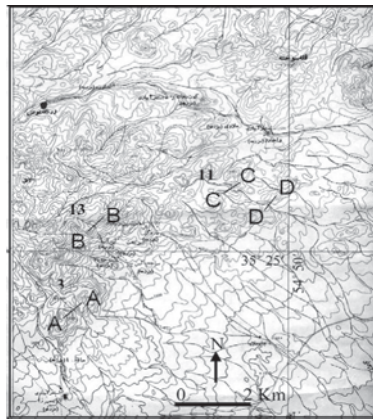
شکل ۱۱- بخشی از نقشه توپوگرافی سدغه (سازمان جغرافیایی کشور، ۱۳۵۳) که در آن محل نیمرخ‌های تعیین شاخص Vf مشخص شده است. اعداد پررنگ بیان گر شماره آبراهه‌های بررسی شده هستند.



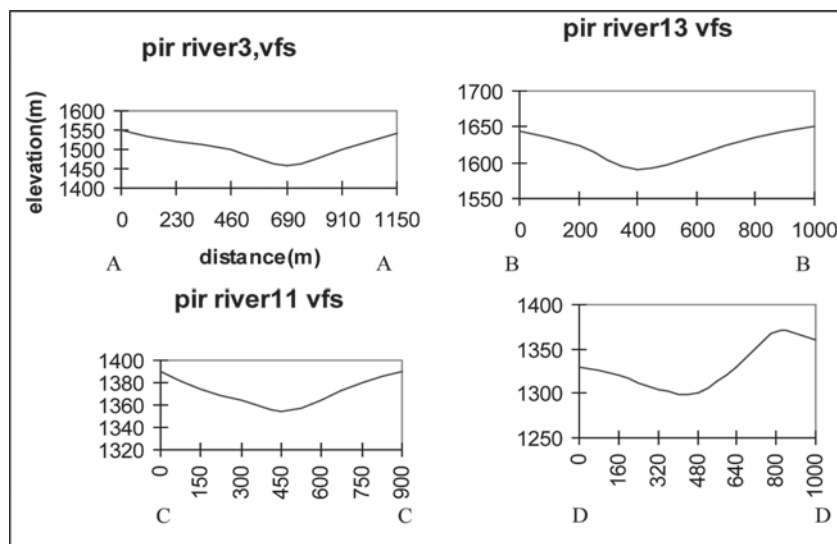
شکل ۱۲- نیمرخ توپوگرافی تعدادی از آبراهه‌های محدوده دوشاخ که برای محاسبه شاخص Vf تهیه شده است. محل نیمرخ‌ها در شکل ۱۱ مشخص شده است. به منظور آشکارتر شدن نیمرخ‌ها، مقیاس‌های مسافت و ارتفاع اغراق‌آمیز شده‌اند و با مقیاس شکل ۱۱ تفاوت دارند. مقدار شاخص Vf برای نیمرخ‌های AA تا JJ بر اساس شکل ۱۱ محاسبه شده و به ترتیب عبارتند از: ۱/۶۳؛ ۲/۰۹؛ ۲/۷۳؛ ۳/۳۷؛ ۲/۳؛ ۱/۳۷؛ ۲/۵۵؛ ۲/۸۴؛ ۲/۸۴؛ ۴/۸۴.



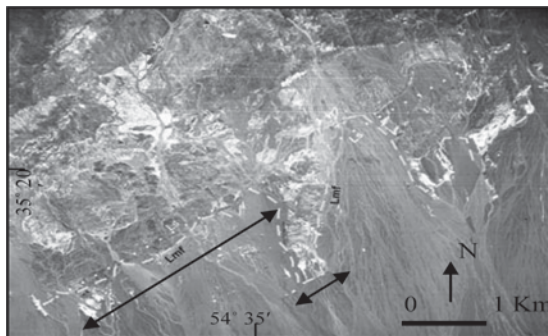
شکل ۱۳- نمایی از یک دره V شکل که بخشی از آبراهه شماره ۳ را در محدوده دوشاخ نشان می‌دهد. نگاه به جنوب.



شکل ۱۴- بخشی از نقشه توپوگرافی و رنگه عوض (سازمان جغرافیایی کشور، ۱۳۵۳) که در آن محل نیمرخ‌های تعیین شاخص Vf برای محدوده پیرمردان مشخص شده است. اعداد پررنگ بیان گر شماره آبراهه‌های مطالعه شده هستند.



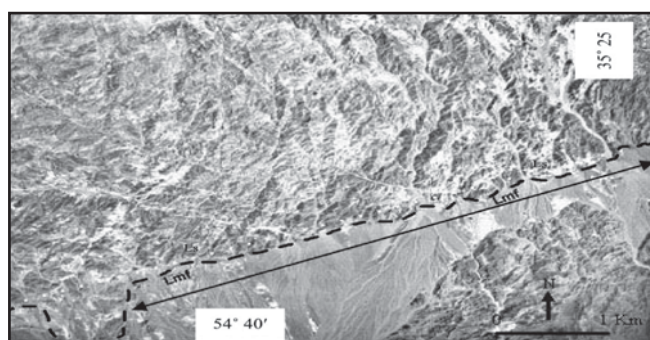
شکل ۱۵ - نیمرخ توپوگرافی تعدادی از آبراهه‌های محدوده پیرمردان که برای محاسبه شاخص Vf تهیه شده است. محل نیمرخ‌ها در شکل ۱۴ مشخص شده است. به منظور آشکارتر شدن نیمرخ‌ها، مقیاس‌های مسافت و ارتفاع اغراق آمیز شده‌اند و با مقیاس شکل ۱۴ تفاوت دارند. مقدار شاخص Vf برای نیمرخ‌های AA تا DD بر اساس شکل ۱۴ محاسبه شده و به ترتیب عبارتند از: ۳/۲؛ ۴/۶؛ ۲/۵؛ ۳/۰۶؛ ۳/۰۶.



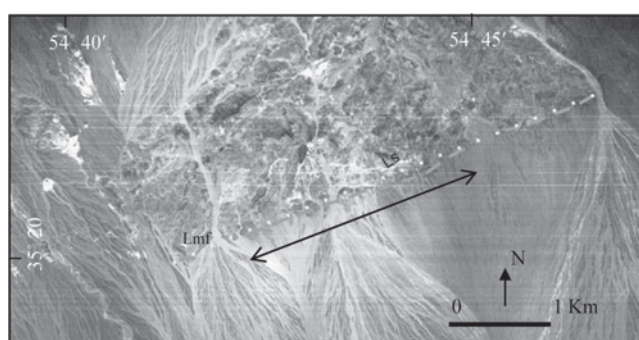
شکل ۱۷- تعیین شاخص Smf در محدوده گندی با استفاده از عکس هوایی منطقه. نقطه چین نشان‌دهنده طول مستقیم جبهه کوه (Ls) و خط چین نشان‌دهنده طول مارپیچ جبهه کوه (Lmf) است. طول کل Ls برابر حدود ۷ کیلومتر و طول کل Lmf برابر حدود ۱۲ کیلومتر است. Ls در طول پیکان بزرگ برابر حدود ۳ کیلومتر و طول Lmf در همان محل برابر حدود ۳/۵ کیلومتر است. در طول پیکان کوچک، Ls و Lmf به طور تقریبی برابر هستند.



شکل ۱۶- نمایی از یک آبراهه نسبتاً V شکل (آبراهه شماره ۱۳ در محدوده پیرمردان). نگاه به جنوب.



شکل ۱۹- تعیین شاخص Smf در محدوده پیرامون با استفاده از عکس هوایی منطقه. نقطه چین نشان‌دهنده طول مستقیم جبهه کوه (Ls) و خط چین نشان‌دهنده طول ماریچ جبهه کوه (Lmf) است. طول کل Ls برابر حدود ۵/۸ کیلومتر و طول کل Lmf برابر حدود ۶/۸ کیلومتر است. در طول پیکان بزرگ برابر حدود ۴/۷ کیلومتر و طول Lmf در همان محل برابر حدود ۵ کیلومتر است.



شکل ۱۸- تعیین شاخص Smf در محدوده دو شاخ با استفاده از عکس هوایی منطقه. نقطه چین نشان‌دهنده طول مستقیم جبهه کوه (Ls) و خط چین نشان‌دهنده طول ماریچ جبهه کوه (Lmf) است. طول کل Ls برابر حدود ۴/۴ کیلومتر و طول کل Lmf برابر حدود ۴/۸ کیلومتر است. در طول پیکان بزرگ برابر حدود ۲/۴ کیلومتر و طول Lmf در همان محل برابر حدود ۲/۵ کیلومتر است.

کتابنگاری

- خادمی، م. و شهریاری، س.، ۱۳۸۶- ویژگی‌های ساختاری و وضعیت زمین‌ساختی منطقه ترود، جنوب دامغان، رساله دکتری دانشگاه شهید بهشتی .
 نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سدفه، ۱۳۵۳- برگ ۶۹۶۰۷، سری KV۵۳، سازمان جغرافیایی کشور .
 نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ ورنگه عوض، ۱۳۵۳- برگ KV۵۳، سازمان جغرافیایی کشور.
 هوشمندزاده، ع. علوی نائینی، م. و حقی پور، ع.، ۱۳۵۷- تحول پدیده‌های زمین‌شناسی ناحیه ترود، سازمان زمین‌شناسی کشور.

References

- Abdalian, S., 1953- Le tremblement de terre de Toroud, en Iran:Natur, Paris, vol.81, no.3222, p.314-319.
 Ambraseys, N. N. & Moinfar, A., 1977-The seismicity of Iran: The torud earthquake of 12th February 1953. *Annali de Geophysica* , 30 , 185-200.
 Ambraseys, N. N. & Melville, C. P., 1982- A history of Persian Earthquakes , Cambridge University Press , New York.
 Berberian, M., 1976- Contribution to the seismotectonics of Iran, *Geol. Surv. Of Iran*, rep.no. 39.
 Bull, W. B., 1978- Geomorphologic tectonic classes of the south front of the San Gabriel Mountains, California . US Geological Survey Contract Report, 14-08-001-G-394. Office of earthquakes , volcanoes , and engineering.
 Bull, W. B. and McFadden, L. D., 1977- Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. In D.O. Doehring (ed.) , *Geomorphology in arid regions. Proceedings of the eighth annual geomorphology symposium. State university of New York at Binghamton*
 Bull, W. B., 1977- Tectonic geomorphology of the Mojave desert. Geological Survey Contract report 14-08-001-G-394. Office of earthquakes, volcanoes, and engineering.
 Hack, J.T., 1973- Stream – profile analysis and stream gradient index. *US Geological Survey Journal of Research* , 1:421 - 429 .
 Hessami, H., Jamali, F. and Tabassi, H., 2003- Major active faults of Iran (map). IIEES.
 Keller, E. A. & Pinter, N., 1996- Active Tectonics; Prentice Hall, Saddle River, New Jersey, 339 p.
 Keller, E. A., Pinter, N., 2002- Active tectonics: earthquake, uplift and landscapes, 2^{ed}. Prentice-Hall, Upper Saddle River, N.J.
 Nowroozi , A. A., 1971- Seismotectonics of the Persian Plateau, eastern Turkey , Caucasus and Hindu – Kush regions. *Bulletin of the Seismological Society of America* , 61, 317-341.
 Schumm, S. A., 1977- The Fluvial System. Wiley, New York. Seno, T., Stein, S., Gripp, A.E., 1993. A model for the motion of the Philippine sea plate consistent with NUVEL-1 and geological data. *J. Geophys. Res.* 98, 17941–17948.

that the region has activity specially at two parts: central part (near the mountain front) and northwestern part (near the main divide of the Torud mountains) and therefore the tectonic activity class of the region can be number 1. The activity of the central part can be due to the movements of the Torud fault. The activity of the northwestern part is the result of the uplift of the region which is related to the at least one fault parallel with the Torud fault that has formed the relic mountain fronts at recent past. The distribution of strain of this activity shows the progressive deformation from north northwest to south southeast and from west to east.

Keywords: The Torud Fault, Morphotectonics, Neotectonics, SL, Vf and Smf Indices.

For Persian Version see pages 47 to 56

*Corresponding author: M. Khademi, E-mail: Khademi@dubs.ac.ir

The 'Tectonic Geomorphology and Seismotectonics of the Ravar Fault Zone, South of Central Iran

A. Shafiei Bafti^{1*} & M. Shahpasandzadeh²

¹ Tectonic group, Islamic Azad University Zarand Branch, Kerman, Iran

² Geophysics group, graduate University and Technical of Kerman, Kerman, Iran.

Received: 2008 April 28

Accepted: 2008 December 10

Abstract

According to potential of the intra-continental strike-slip faults for occurrence of large earthquakes, which are also considered as the main elements of active continental deformation, determination of their geometry and kinematics along with recognition of the active segments and temporal structural evolution is necessary. The oblique-slip fault of Ravar with about 137 km length is extending in vicinity of Ravar, north of Kerman. In the north of study area, the fault extends parallel to the Lakar-Kuh fault, but in the south converges toward to the Lakar-Kuh and the Kuh-Banan faults. Upthrusting of the eastern block of the Ravar fault and east-ward thrusting of the Lakar_Kuh fault system constructed a positive flower structure. The motion of the Ravar fault have caused the dextral displacement and an accumulative horizontal displacement of the drainages about 940-970 in the north since Pleistocene. Regarding a minimum horizontal slip-rate of about 0.54 mm/yr, the recurrence time of earthquakes with $M_w \sim 6.7$ would be about 1400 year. In the middle part of the fault, the Reidel fractures of R, R \square , and P has been well developed and caused a dextral deflection of the Esmail-Abad River about 16m. With assumption of characteristic earthquake occurrence, the maximum slip per event could be about 0.75 m, which is consistent with the minimum displacement of the recent gorges. The amount of horizontal dextral displacement of the fault decreases toward to the south, whereas the vertical component of the fault motion increases, so that the Pleistocene deposits show about 10 m difference in elevation across the southern part of the fault. Concerning the trend of meizoseismal zone of 1911/04/18 Ravar earthquake ($M \sim 5.8$, $I_0 \sim VIII$) and parallelism of trend of the co-seismic surface rupture (N13W) with the southern part of the fault, the Ravar fault could be responsible of this earthquake. In addition, the active cross-faulting of the Dehu, the Dehzanan, the Chatrud, the Pasib, and the Darbid-Khun control the recurrence time and magnitude of the earthquakes in the study area.

Keywords: Strike-slip faults, Segmentation, Active fault, Tectonic geomorphology, The Ravar fault zone, Central Iran

For Persian Version see pages 57 to 66

*Corresponding author: A. Shafiei Bafti; E-mail: Amir.Shafii@gmail.com

Geomorphic Signatures of Active Tectonics in the Karaj Drainage Basin in South Central Alborz, N Iran

R. Khavari^{1*}, M. Ghorashi^{2,3}, M. Arian¹, & Kh. Khosrotehrani¹

¹ Islamic Azad University (IAU), Science and Research Branch, Tehran, Iran

² Islamic Azad University (IAU), North Tehran Branch, Tehran, Iran

³ Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 2008 September 17

Accepted: 2008 November 22

Abstract

The paper presents a method for evaluating relative active tectonics based on geomorphic indices useful in evaluating morphology and topography. Indices used include: stream length-gradient index (SL), drainage basin asymmetry (Af), hypsometric integral (Hi), ratio of valley-floor width to valley height (Vf), index of drainage basin shape (Bs), and

Focal Mechanism of December 20, 2007, Tabriz Earthquake Using Accelerograph Data

H. Hamzehloo^{1*}, E. Farzanegan² & H. Mirzaei²

¹ International Institute of Earthquake. Engineering and Seismology, Tehran, Iran

² Building and Housing Research Center, Tehran, Iran

Received: 2008 April 27

Accepted: 2008 November 30

Abstract

The December 20, 2007 earthquake has occurred three months after the September 16, 2007 earthquake near the Tabriz city in East Azarbaijan province. We have used SH- waves accelerographs data and Brune model to estimate the causative fault plane parameters. The strike, dip and rake have been estimated as 310°, 85° and 170°, respectively. The focal mechanism shows right- lateral strike slip, which is consistent with the North Tabriz Fault. This is the first focal mechanism for the North Tabriz fault based on the strong ground motion data.

Keywords: SH- Waves, Focal Mechanism, North Tabriz fault

For Persian Version see pages 35 to 38

* Corresponding author: H. Hamzehloo; E-mail: hhamzehloo@iiees.ac.ir

Structural Analysis of Simin-Darreh Moradbeik Shear Zone, South of Hamedan

L. Izadi kian^{1*}, A. Alavi² & M. Mohajje³

¹University of Bu-Ali Sina, Faculty of Science, Department of Geology, Hamedan, Iran

²University of Shahid Beheshti, Faculty of Earth Science, Department of Geology, Tehran, Iran.

³ University of Tarbiat Modarres, Faculty of Science, Department of Geology, Tehran, Iran.

Received: 2008 May 14

Accepted: 2008 December 10

Abstract

The Simin- Darreh Moradbeik shear zone is located in the south of Hamedan city with 5 km width and at least 10 km length. The portion of contact metamorphic rocks, plutonic rocks and migmatites are affected by this shear zone. At least three ductile deformation stages are recognized by folding and foliation of each stages of deformation. All of deformation stages are coaxial and created interference pattern of folding. Field evidence shows tension and shear stress in this area. The shear zone dips to northeast and northwest with normal sense of shear movement. This shear zone deformed locosom of migmatite, boudinage of andalusite porphyroblast and formed granitic mylonite from Khako granite. Distribution of mylonitic foliation poles show refolding of this shear zone at the next deformation stages. According to deformation stages in Hamadan tectonites, possibly this shear zone formed syn to post second deformation (D2)

Keywords: Shear zone, Migmatit, Ductile deformation, Hamedan

For Persian Version see pages 39 to 46

*Corresponding author: L. Izadi kian; E-mail: Izadikian@yahoo.com

Calculation and Interpretation of Some Morphotectonic Indices Around the Torud Fault, South of Damghan

M. Khademi^{1*}

¹Damghan University of Basic Sciences, Damghan, Iran.

Received: 2008 August 12

Accepted: 2008 December 10

Abstract

The only geologic evidence of the neotectonic activity of the Torud region is its seismicity which assumed to be related to the Torud seismogenic fault. This fault has been overlain by the Quaternary alluvium in the major part of its length. Therefore, the study of morphotectonic characteristics of the region gives more evidences about its activity. Calculation of three morphotectonic indices including stream length – gradient (SL) and ratio of valley – floor width to valley height (Vf) of stream channels and mountain front sinuosity (Smf) shows high SL values (425 – 1044) and low Vf (2.68 – 3.34) and Smf (1.05 – 1.44) values and indicate