

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۶/۲۵

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۸۵/۱۱/۲۴

بررسی شواهد ژئومورفولوژی تکتونیکی در منطقه بین مرند و جلفا (شاخص‌های عدم تقارن و سینوزیته پیشانی کوهستان)

علیرضا یوسفی باویل^۱

یوسف ستارزاده^۲

چکیده

منطقه مورد مطالعه در شمال غرب ایران واقع شده و دارای توپوگرافی نسبتاً خشنی می‌باشد. واحدهای سنگ‌شناسی موجود در منطقه متعلق به پرکامبرین تا عهد حاضر می‌باشند. جایگاه مورفوتکتونیکی کنونی منطقه آذربایجان که منطقه مورد مطالعه نیز در آن واقع شده است مرتبط با موقعیت تکتونیکی منطقه آذربایجان می‌باشد و به نظر می‌رسد که رژیم ثنوتکتونیکی حاکم بر منطقه از نوع فشارشی- کشیدگی^۳ می‌باشد.

از راه‌های شناسایی وجود فعالیت‌های تکتونیکی جوان در یک منطقه، مطالعات ژئومورفولوژی تکتونیکی می‌باشد. در این مطالعه سعی گردید با استفاده از نقشه‌های توپوگرافیک منطقه با مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ و به کمک نرم‌افزار AutoCAD، پارامترهای مورد نیاز را اندازه‌گیری کرده و سپس شاخص‌های عدم تقارن، تقارن توپوگرافیک عرضی و سینوزیته جبهه پیشانی کوهستان محاسبه شود و ناهنجاری‌های عوارض مورفولوژیک شناسایی گردد. سپس با توجه به شواهد زمین‌شناسی، سائزیمیک و سنجش از دور و همچنین برقراری ارتباط بین عوارض مورفولوژیکی و شواهد مذکور، سعی گردید تا نگرشی از فعالیت تکتونیکی عهد حاضر منطقه به دست آورده شود. بررسی‌ها نشان

۱- دانشجوی دکتری زمین‌شناسی (تکتونیک).

۲- استاد بازنشسته گروه زمین‌شناسی دانشگاه تبریز.

Email: Sattarzadeh@tabrizu.ac.ir.

³- Compressional-Extensional

می‌دهد که اولاً کج‌شدگی در منطقه حول یک محور با امتداد عمومی NE-SW صورت می‌گیرد، ثانیاً پیشانی‌های کوهستانی فعال در منطقه با گسل‌های دارای فعالیت معلوم، خطواره‌های شناسایی شده از روی تصاویر ماهواره‌ای و موقعیت رو مرکز^۱ زلزله‌ها منطقه دارای انطباق در خور توجهی می‌باشد که همگی دال بر فعال بودن مناطق مذکور از نقطه نظر تکتونیکی در عصر حاضر می‌باشند.

واژگان کلیدی: ژئومورفولوژی تکتونیکی، فاکتور عدم تقارن، فاکتور تقارن توپوگرافیک عرضی، شاخص سینوزیته پیشانی کوهستان، شمال‌غرب ایران.

مقدمه

در دهه‌های اخیر حرکت ناگهانی به سمت توسعه ژئومورفولوژی کمی منجر به پیشرفت در روش‌های آماری و مدل‌های ریاضی برای توصیف فرایندهای ژئومورفولوژیکی شده است. دامنه وسیع کار منجر به پایه‌ریزی روش‌های ژئومورفولوژیکی کمی مفید در تعبیر و تفسیر فرایندهای تحولی-ریختی^۲ و نیز در مطالعه نواحی فعال تکتونیکی شده است (Merta Dela, 2004; Pike, 1993; Seta et al., 2004; Buonasorte et al., 1991; Avena et al., 1967). به خصوص در مورد اخیر رهیافت‌های کمی، مفید بودن‌شان را در تعیین اثرات نئو تکتونیکی روی فرایندهای مورفوزایشی^۳ با استفاده از به کارگیری تجزیه و تحلیل‌های آماری و نیز تعریف پارامترهای عاری از تورش^۴ نشان داده است. مثلاً گاروته و همکاران در ۲۰۰۶، هندسه حوضه زهکشی را در بخشی از خلیج محصور Mississippi نزدیک منطقه لرزه‌خیز New Madrid به منظور تشخیص مناطق مهاجرت این رودخانه (به عنوان شاخص تکتونیک فعال)، آن را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. آنها میدانی از بردارهای عدم تقارن حوضه زهکشی را از روی یک مدل رقومی تهیه کرده و آن را با ساختارهای زمین‌شناسی، رخساره‌های سنگی، لرزه‌خیزی، خطواره‌های حاصل از مطالعات سنجش از دور و نیز با مقسم‌های اصلی زهکشی منطقه مورد مقایسه قرار دادند. اندازه‌گیری این شاخص (مهاجرت جانبی رودخانه) با استفاده از ۴۵۰۰ زهکشی مرتبه درجه دوم صورت گرفت. آنها بر اساس نتایج شاخص تقارن

^۱- Epicenter

^۲- Morpho-evolutive processes

^۳- Morphogenetic

^۴- Unbiased

توپوگرافیک عرضی وجود چندین قلمرو ژئومورفیک را در شمال Mississippi آشکار کردند و آنها را با بلوک‌های پوسته‌ای عمیق محدود به گسل‌ها یا خمیدگی‌های محتمل، مرتبط دانستند. آنها ۱۲ قلمرو مختلف تشخیص دادند که حواشی بعضی از قلمروها بر گسل‌های شناسایی شده (مربوط به پالئوزوئیک)، سیستم‌های گرابنی دره‌ای Mississippi (متوجه به سمت شمال شرق) و کمربندهای تراستی و گسل‌های جلوکوه^۱ Couachita (متوجه به سمت شمال غرب) منطبق می‌باشند. آنها اظهار کردند که این تعبیر و تفسیر با تجزیه و تحلیل‌های مربوط به تصاویر ماهواره‌ای منطقه که دارای خطواره‌های منطبق بر حواشی قلمروها می‌باشند، همخوانی دارد (Garrote et al., 2006). همچنین این گونه مطالعات (مطالعه سطوح مثلثی چند مرحله‌ای، پرتگاه‌های گسلی، انحراف رودخانه‌ها و پادگانه‌های رودخانه‌ای (Pavlides et al., 1999) و یا تجزیه و تحلیل‌های مورفومتریک (Harkins et al., 2005) همراه با مطالعات زمین‌شناسی در قطعه‌بندی کردن گسل‌ها (به عنوان مسبب اصلی لرزه خیزی) در مطالعات لرزه زمین-ساختی به کار گرفته می‌شوند که از آن جمله می‌توان به مطالعه روی گسل سنگ قرمز^۲ اشاره کرد که در آن خصوصیات صحرائی خاک (مخروط افکنه‌ها و پادگانه‌های آبرفتی) اطراف گسل تعیین شد. و این داده‌ها با تجزیه و تحلیل‌های مورفومتریک تلفیق شد تا سینماتیک و قطعه‌بندی گسل بیشتر تعیین گردد که برای این گسل تعداد قطعات از دو قطعه قبلی به سه قطعه افزایش یافت (Harkins et al., 2005). در مطالعات ژئومورفولوژی تکتونیکی همچنین با تمرکز روی متریک‌های^۳ توپوگرافی، الگوهای زهکشی و پروفیل‌های طولی رودخانه و با تجزیه و تحلیل عوارض در مقیاس‌های متفاوت، می‌توان اثر تغییر شکل تکتونیکی محلی احاطه‌کننده منطقه را روی الگوی زهکشی، و نیز تنظیم رودخانه‌ها نسبت به رژیم تکتونیکی محلی را نشان داد که از آن جمله می‌توان به تحقیق مولین و همکاران اشاره کرد که برای بخش شمالی Sila Massif در Alabria انجام داده‌اند (Molin et al., 2004).

1- Foreland
2- Red Rock Fault
3- Metrics

هدف این مطالعه به کارگیری چنین رهیافت‌هایی به همراه اطلاعات زمین‌شناسی، لرزه‌شناختی و خطواره‌های مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای، به منظور به دست آوردن نگرشی از فعالیت تکتونیکی عصر حاضر در منطقه بین مرند و جلفا می‌باشد.

منطقه مورد مطالعه

توپوگرافی

منطقه مورد مطالعه با مختصات $38^{\circ} 30' 00''$ تا $39^{\circ} 00' 00''$ و $45^{\circ} 15' 00''$ تا $46^{\circ} 00' 00''$ در شمال غرب ایران واقع شده است و دارای توپوگرافی نسبتاً خشنی می‌باشد. در سمت شرق و شمال منطقه ارتفاعات هرزند داغی، چامچی، قاراگوز داغ، بوغدا داغی و اوچ‌تپه واقع شده است. در قسمت شمال غرب منطقه ارتفاعات الیاشی و در سمت غرب تولکی تپه و اوغلو داغی و آق بلاغ واقع شده و قسمت جنوبی منطقه منتهی به آق داغ و میشو می‌شود. ارتفاعات گوسر داغ و قلعه داغ و لیوار داغ در قسمت مرکزی منطقه قرار داشته و بین این ارتفاعات دشت‌های هادیشهر، هرزندات، یکان کهریز و جلگه مرند واقع شده است.

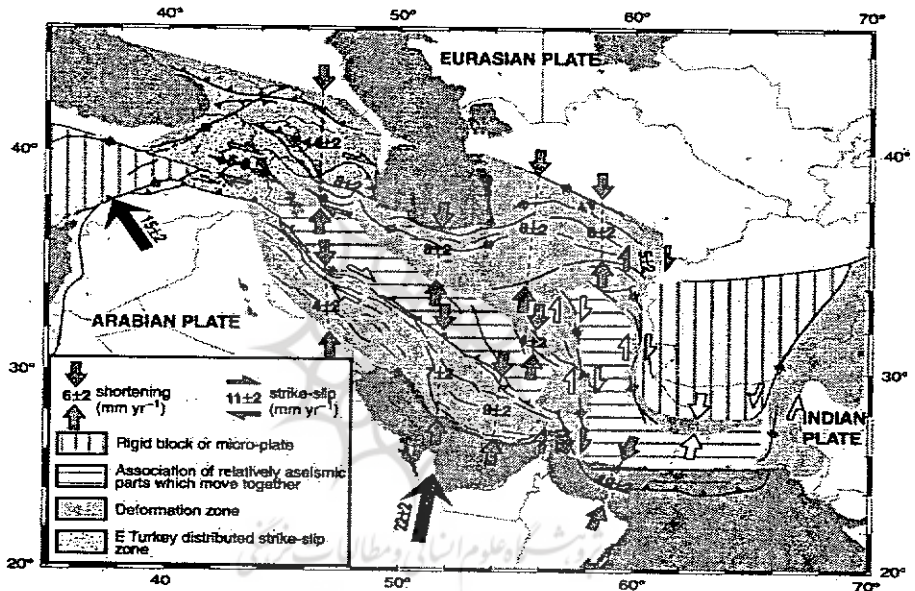
زمین‌شناسی و تکتونیک

واحدهای سنگ‌شناسی موجود در منطقه متعلق به پرکامبرین تا عهد حاضر می‌باشند. قدیمی‌ترین سازند موجود در منطقه سازند کهر می‌باشد که در حواشی اوغلو داغی رخنمون یافته است. فعالیت‌های آتشفشانی شدید ترشیری که از اواسط ائوسن آغاز شد همراه با توده‌های نفوذی داسیتی اولیگوسن وسعت زیادی از شرق منطقه را فرا می‌گیرند که همراه با رسوبات پالئوزوئیک و مزوزوئیک اغلب مناطق با توپوگرافی خشن را تشکیل می‌دهند. جایگاه مورفوتکتونیکی کنونی منطقه آذربایجان که منطقه مورد مطالعه نیز در آن واقع شده است مرتبط با موقعیت تکتونیکی منطقه آذربایجان می‌باشد که بین منطقه درگیر شدگی^۱ قفقاز در شمال، بلوک ایران مرکزی در جنوب، منطقه درگیر شدگی Bitlis-Zagros در جنوب غرب و پلیت شرق آناتولی در غرب واقع و از حرکت ساختارهای تکتونیکی فوق متحمل تغییرشکل^۲ پیچیده‌ای شده است. تظاهر این تغییر شکل در عهد حاضر را می‌توان به صورت فعالیت‌های سایزمیک، وجود ساختارهای نئوتکتونیکی در منطقه مشاهده کرد. با توجه به داده‌های سایزمیک (حل مکانیسم کانونی زلزله‌های بزرگ اتفاق افتاده در منطقه Talebian&

^۱- Suture Zone

^۲- Deformation

(Jackson, 2002)، داده‌های GIS (وجود کوتاه شدگی با نرخ 14 ± 2 میلی متر در سال و با امتداد تقریبی N-S و نیز وجود جابجایی‌های راستگرد وسیع در شمال غرب ایران (Vernant et al., 2004) و (McClusky, 2002) (شکل ۱) و هم چنین شواهد زمین‌شناسی به دست آمده برای منطقه شمال غرب و شواهد مربوط به رژیم نئوتکتونیکی شرق پلیت آناتولی و قفقاز کوچک، به نظر می‌رسد که رژیم نئوتکتونیکی حاکم بر منطقه از نوع فشارشی-کشیدگی می‌باشد (Koçyiğit et al., 2001).



کل ۱- تشریح شماتیک تغییر حالت پوسته‌ای و کینماتیک‌های صفحه‌ای کنونی در خاورمیانه که بر اساس اندازه‌گیری‌های GPS اندازه‌گیری شده در ایران و شمال عمان می‌باشد؛ فلش‌های خاکستری نرخ‌های تغییر شکل اندازه‌گیری شده به طور مستقیم توسط GPS استند (Vernant et al. 2004).

مواد و روش‌ها

در این مطالعه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافیک منطقه با مقیاس‌های $1:250,000$ و $1:50,000$ و به کمک نرم‌افزار AutoCAD، پارامترهای مورد نیاز (مشخص شده در روابط مورد استفاده) اندازه‌گیری شدند. برای فاکتورهای عدم تقارن ابتدا حوضه‌های مختلف زهکشی

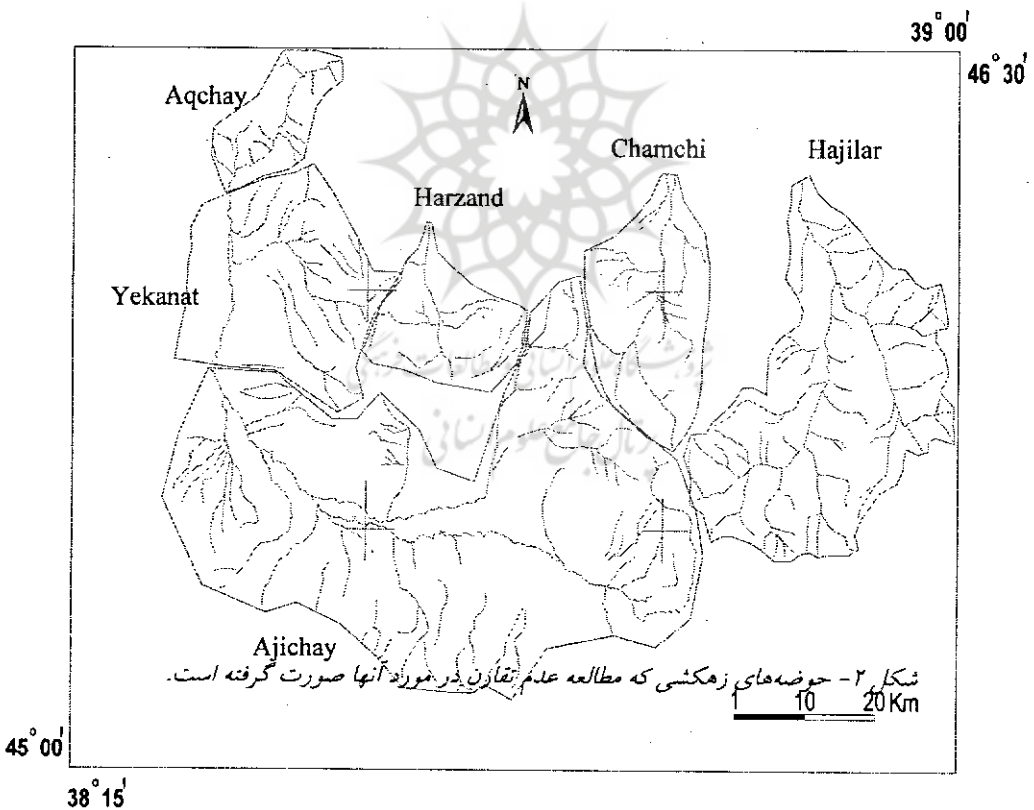
مشخص شدند که در آنها فقط زهکشی‌های مرتبه ۳ و ۴ در نظر گرفته شدند. برای شاخص عدم تقارن مساحت سمت راست حوضه نسبت به رودخانه اصلی و نیز مساحت کل حوضه اندازه‌گیری شده و سپس با استفاده از رابطه (۱) این شاخص برای هر یک از حوضه‌ها تعیین گردید. برای شاخص تقارن توپوگرافیک عرضی نیز خط میانی حوضه زهکشی و خط میانی کمربند منادری مشخص شده و پارامترهای Da و Dd تعیین و سپس با استفاده از رابطه (۲) این شاخص برای هر یک از حوضه‌ها محاسبه گردید. برای شاخص سینوزیته پیشانی کوهستان، ابتدا پیشانی‌های کوهستانی مشخص شده و سپس برای آنها پارامترهای Ls و Lmf اندازه گرفته شد و از رابطه (۳) برای محاسبه آن استفاده گردید. با محاسبه شاخص‌های مذکور نتایج حاصل با اطلاعات زمین‌شناسی، خطواره‌های استخراج شده از روی تصاویر ماهواره‌ای (استخراج خطواره‌ها با استفاده از تصاویر مربوط به ماهواره Landsat با سنجنده TM و با استفاده از تکنیک‌های آشکارسازی و فیلتر کردن توسط نرم‌افزار Geomatica صورت گرفته است) و نیز اطلاعات لرزه‌خیزی منطقه و همچنین اطلاعات مربوط به بردارهای سرعت افقی برای منطقه آذربایجان، تلفیق شده و در ارزیابی فعالیت تکتونیکی منطقه در دوران معاصر به کار گرفته شدند.

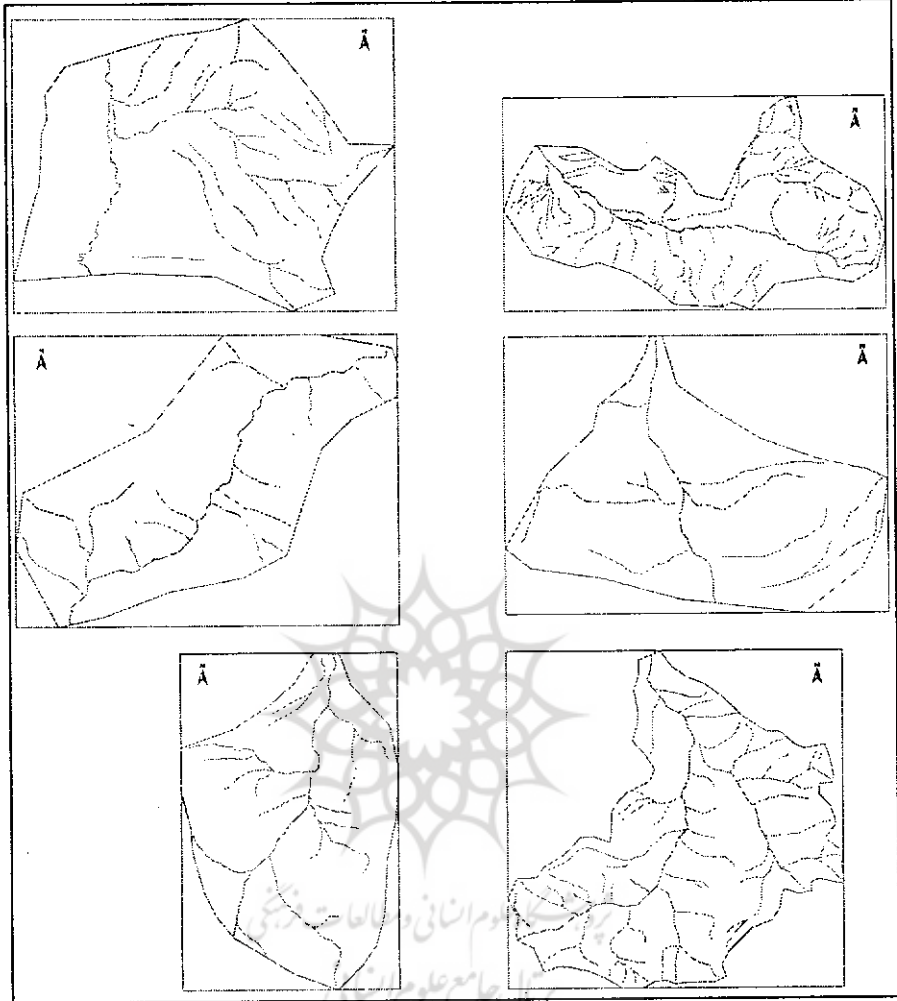
بحث و نتیجه‌گیری

۱- ژئومورفولوژی تکتونیکی

شواهد ژئومورفیک به دو صورت کیفی و کمی قابل ارزیابی می‌باشند که ارزیابی کمی تحت عنوان مورفومتری مرسوم بوده و در آن با استفاده از پارامترهای هندسی، اندیس‌های متفاوتی تعریف می‌شود که از این اندیس‌ها برای ارزیابی یک عارضه و نیز مقایسه تعدادی از آنها با یکدیگر استفاده می‌شود. در این مطالعه برای تعیین نحوه تقارن حوضه‌های زهکشی و نیز تعیین امتداد عمومی محور کج‌شدگی در منطقه، عدم تقارن حوضه‌های زهکشی منطقه مورد مطالعه توسط دو فاکتور عدم تقارن و فاکتور تقارن توپوگرافیک عرضی مورد ارزیابی قرار گرفت. در همین راستا بزرگ‌ترین حوزه‌های موجود در منطقه و نیز آنهایی که به نظر می‌رسیدند دارای نامتقارنی باشند، انتخاب گردیدند (شکل ۲) و دو فاکتور مذکور در مورد آنها محاسبه شدند که برای استخراج فاکتورهای مذکور تنها زهکشی‌های مرتبه سوم و چهارم در

نظر گرفته شدند (Molin et al., 2004). لازم به ذکر است که این دو فاکتور نمی‌توانند شاهد مستقیم (بدون استثنا) کج شدگی زمین باشند اما روشی برای تشخیص سریع کج شدگی احتمالی هستند (Keller & Pinter, 2002). محاسبه اندیس‌ها بر اساس نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ انجام شد. شکل ۲ نقشه مربوط به حوضه‌های زهکشی را که ارزیابی‌های مذکور در مورد آنها صورت گرفته، نشان می‌دهد.





شکل ۳- حوضه‌هایی که فاکتور عدم تقارن در مورد آنها ارزیابی شده است. پانل سمت چپ به ترتیب از بالا به پایین حوضه‌های یکان کهریز، آق‌چای، جامجی و پانل سمت راست به ترتیب از بالا به پایین حوضه‌های آجی‌چای (مزند)، هرزندات، حاجیلار را نشان می‌دهند.

۲- فاکتور عدم تقارن (AF)

جایی که زهکشی همراه با تغییر شکل تکتونیکی فعال توسعه یابد، شبکه زهکشی اغلب دارای الگوی مشخصی می‌باشد. فاکتور عدم تقارن برای تشخیص کج شدگی مورب نسبت به جریان در حوضه زهکشی یا مقیاس‌های بزرگ‌تر توسعه یافته است. در این مطالعه روش ارایه شده توسط (Gardner et al., 1987) در محاسبه این فاکتور به کار گرفته شده که به صورت زیر تعریف شده است.

$$AF = 100(A_r / A_t) \quad (1)$$

Ar: مساحت سمت راست حوضه نسبت به رودخانه اصلی، At: مساحت کل حوضه زهکشی.

در مناطق پایدار AF در حدود ۵۰ است. مقادیر کمتر از ۵۰ بیانگر بالا آمدگی سمت چپ رودخانه اصلی و کج شدگی حوضه به سمت راست و مقادیر بزرگتر از ۵۰ بیانگر بالا آمدگی سمت راست رودخانه اصلی و کج شدگی حوضه به سمت چپ است. شکل (۳) حوضه‌های زهکشی که ارزیابی مذکور در مورد آنها صورت گرفته است را نشان می‌دهد و نتیجه مربوط به محاسبه فاکتور عدم تقارن در این حوضه‌ها در جدول شماره (۱) آورده شده است.

جدول ۱- شاخص عدم تقارن برای چند حوضه در منطقه مورد مطالعه

Tilting	AF	At(Unit ²)	Ar(Unit ²)	نام حوضه
W	۷۹	۱۵/۲	۱۲/۰	یکان کهریز ^۱
S	۵۱	۵۲/۶	۲۶/۹	آجی چای ^۲
SE	۴۱	۴/۲	۱/۷	آق چای ^۳
W	۵۷	۶/۴	۳/۶	هرزندات ^۴
NW	۵۹	۱۰/۱	۶/۰	چامچی ^۵
NW	۷۱	۲۳/۷	۱۶/۸	حاجیلار ^۶

پروژه گاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

۳- فاکتور تقارن توپوگرافیک عرضی (T)

این فاکتور با رابطه زیر تعریف می‌شود.

$$T = D_a / D_d \quad (2)$$

T: برداری است که دارای مقدار (۰ تا ۱) و جهت می‌باشد؛

Da: فاصله بین خط میانی حوضه زهکشی تا خط میانی کمربند مائندری فعال؛

Dd: فاصله بین خط میانی حوضه زهکشی تا خط تقسیم حوضه.

- 1- Yekan kahriz
- 2- Ajichay
- 3- Aqchay
- 4- Harzandat
- 5- Chamchi
- 6- Hajilar

برای حوضه‌های کاملاً متقارن $T=0$ است و با افزایش نامتقارنی مقدار آن تا ۱ افزایش می‌یابد. با فرض این که شیب سنگ بستر تأثیر ناچیزی در مهاجرت مجراهای رودخانه داشته باشد، جهت مهاجرت ناحیه‌ای شاخصی از کج‌شدگی زمین در آن جهت است. شکل (۴) حوضه‌های زهکشی که ارزیابی مذکور در مورد آنها صورت گرفته را نشان می‌دهد و نتیجه مربوط به محاسبه فاکتور تقارن توپوگرافیک عرضی در این حوضه‌ها در جدول شماره (۲) آورده شده است.

جدول ۲- فاکتور تقارن توپوگرافیک عرضی برای چند حوضه در منطقه مورد مطالعه

T(ave)	Beari	B°/T(2)		B°/T(1)		B°/T(9)		B°/T	نام حوضه
۰/۵۷	۲۷۰	۲	۶	۲	۴	-	-	-	یکان کهریز
-۰/۲۵	-۱۹	۳	۲	-	-	۱	۴	۲	آجی چای
۰/۲۲	۱۳۵	۳	۱	-	-	۱	۳	-	آق چای
۰/۲۷	۲۵۶	۲	۱	۲	۴	-	-	۵	هرزندات
۰/۱۵	۱۰۲	۲	۱	-	-	۱	۲	-	چامچی
۰/۳۲	۲۸۰	۳	۳	۲	۳	-	-	۷	حاجی لار

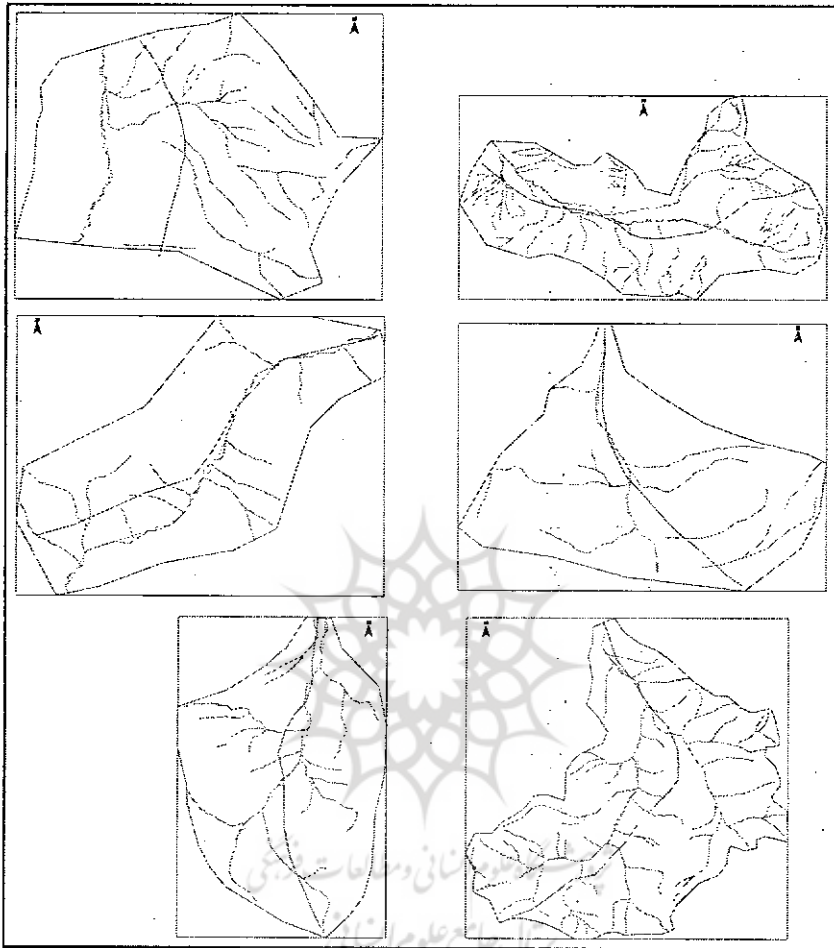
۴- سینوسیته پیشانی کوهستان (S_{mf})

این شاخص تعادل بین نیروهای فرسایشی، که تمایل به ایجاد خلیج‌هایی در جلو کوهستان دارند و نیروهای تکتونیکی را که تمایل به ایجاد پیشانی کوهستان مستقیم- هماهنگ با گسل فعال ایجادکننده پیشانی کوهستان- دارند، نشان می‌دهد. این اندیس طبق رابطه (۳) تعریف می‌شود و مینیمم حد آن (۱) بوده که بیانگر وجود ماکزیمم فعالیت در پیشانی کوهستان است و با افزایش مقدار آن از فعالیت در پیشانی کوهستان کاسته می‌شود.

$$S_{mf} = L_{mf} / L_s \quad (3)$$

L_{mf} : طول پیشانی کوهستان در طول پایه کوهستان؛

L_s : طول خط مستقیم جلو کوهستان.

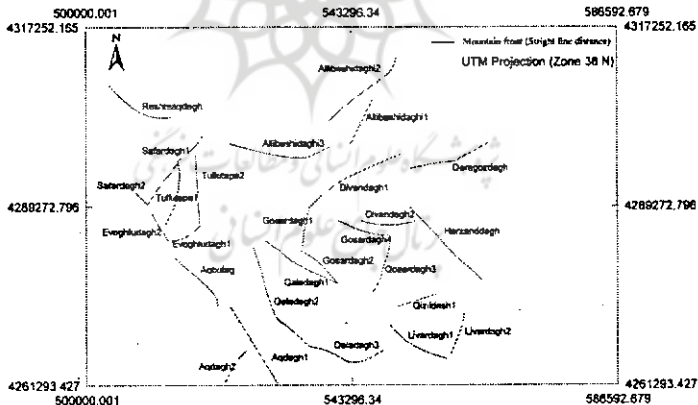


شکل ۴- حوضه‌هایی که فاکتور تقارن توپوگرافیک عرضی در مورد آنها ارزیابی شده است. پانل سمت چپ به ترتیب از بالا به پایین حوضه‌های یکان کهریز، آق‌جای، جامیجی و پانل سمت راست به ترتیب از بالا به پایین حوضه‌های آجی‌چای (مرند)، مرزندات، حاجیلار را نشان می‌دهند.

مک فادن و بول (۱۹۷۷)^۱ در مطالعه‌ای که برای ارزیابی فعالیت تکتونیک نسبی در کالیفرنیا و در اطراف گسل Garlock با استفاده از این اندیس انجام داده بودند، این اندیس را در سه دسته؛ پیشانی‌های کوهستانی با فعالیت بالا و با مقدار اندیس بین ۱ تا ۱/۶، پیشانی‌های کوهستانی با فعالیت کمتر با اندیس بین ۱/۴ تا ۳/۱۰ و پیشانی‌های کوهستانی غیرفعال با اندیس بین ۱/۸ تا بزرگ‌تر از ۵ تقسیم‌بندی کردند (Keller & Pinter, 2002).

^۱- Mc Fadden & Bull

برای پی بردن به وجود گسل‌های فعال در پیشانی‌های کوهستانی موجود در منطقه، شاخص سینوسیته پیشانی کوهستان با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه، برای ۲۶ پیشانی کوهستانی محاسبه گردید (شکل ۵). از نتایج اندازه‌گیری‌های به عمل آمده (جدول ۳) و نیز با توجه به شواهد حاصل از نقشه‌های زمین‌شناسی و سائزموکتونیک (شکل ۶ و ۷) و نیز تصویر ماهواره‌ای منطقه (شکل ۸) معلوم گردید که: پیشانی‌های کوهستانی مانند هرزند داغ، آق بلاغ، آق داغ ۱ که منطبق بر گسل‌های شناسایی شده هستند، دارای مقدار سینوزیته بین ۱/۲ تا ۱/۴ می‌باشد که با نتایج بررسی فوق همخوانی دارد (شکل ۵ و ۶). پیشانی‌های دیگر که دارای اندیس کمتر از ۱/۸ هستند مناطقی هستند که با خطواره‌های مشخص شده از روی تصویر ماهواره‌ای دارای انطباق خوبی هستند که از آن جمله می‌توان به دیوان داغ ۱، قره گوز داغ، گوسر داغ ۳، آلبیاشی ۲ اشاره کرد (شکل ۵ و ۸). از طرف دیگر در اطرف پیشانی‌هایی مثل گوسرداغ ۲، قلعه داغ ۱ و ۲، تولکی تپه ۲، اواغلوداغ ۲، رومرکز زلزله‌ها توزیع شده‌اند (شکل ۵ و ۷).



شکل ۵- نقشه مربوط به محل‌های اندازه‌گیری سینوزیته پیشانی کوهستان (Smf) در منطقه مرزد مطالعه.



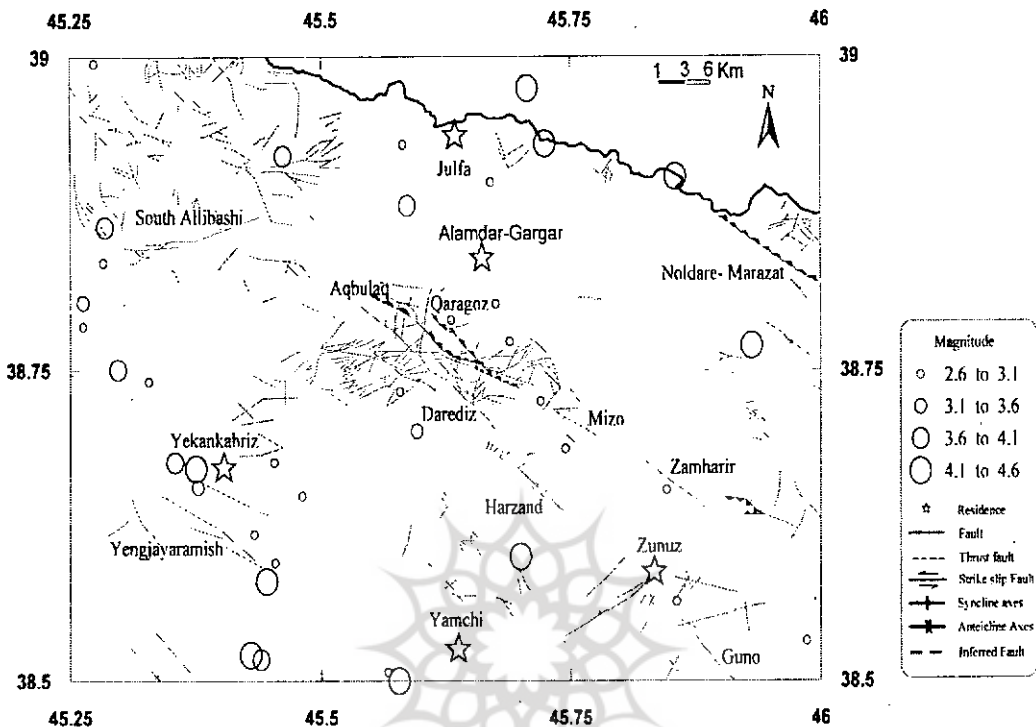
شکل ۶- نقشه زمین‌شناسی تبریز- پلدشت- داخل کادر منطقه مرزد مطالعه (از سازمان زمین‌شناسی کشور).

جدول ۳- سینوزیت پیشانی کوهستان (Smf) برای منطقه مورد مطالعه؛ شماره‌های موجود در جلو بعضی از پیشانی‌های کوهستانی بیانگر اندازه‌گیری پیشانی‌های کوهستانی در موقعیت‌های مختلف در اطراف یک عارضه (ارتفاعات نام‌گذاری شده) می‌باشند. @.@

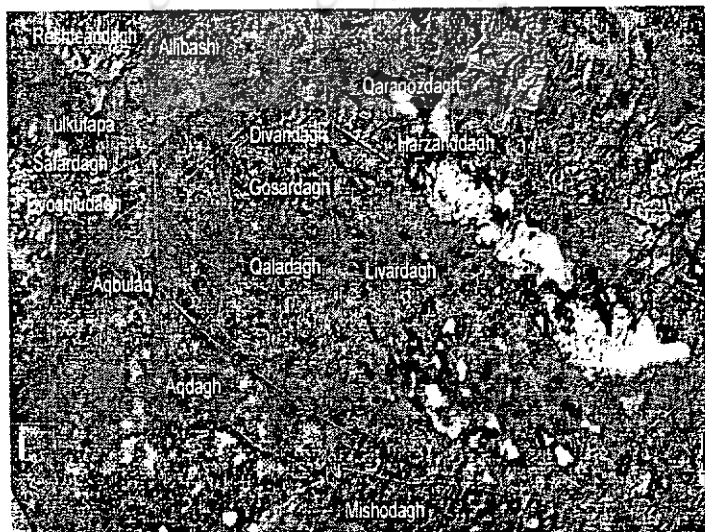
ردیف	پیشانی کوهستان	Smf	ردیف	پیشانی کوهستان	Smf	ردیف	پیشانی کوهستان	Smf
۱	رشته آق داغ ^۱	۱/۴	۱۰	آق داغ ۲	۲/۰	۱۹	دیوان داغ ^۲	۱/۳
۲	صفر داغ ^۳	۱/۴	۱۱	قلعه داغ ^۴	۱/۹	۲۰	قزل داش ^۵	۱/۵
۳	صفر داغ ۲	۱/۲	۱۲	قلعه داغ ۲	۲/۴	۲۱	لیوار داغ ^۶	۱/۸
۴	تولکی تپه ^۷	۱/۸	۱۳	قلعه داغ ۳	۲/۱	۲۲	لیوار داغ ۲	۱/۵
۵	تولکی تپه ۲	۱/۳	۱۴	گوسر داغ ^۸	۱/۵	۲۳	هرزند داغ ^۹	۱/۴
۶	او اوغلو داغ ^{۱۰}	۱/۲	۱۵	گوسر داغ ۲	۱/۶	۲۴	قارا گوز داغ ^{۱۱}	۱/۳
۷	او اوغلو داغ ۲	۱/۲	۱۶	گوسر داغ ۳	۱/۸	۲۵	اللیباشی ^{۱۲}	۱/۹
۸	آق بلاغ	۱/۳	۱۷	گوسر داغ ۴	۱/۶	۲۶	للیباشی ۲	۱/۹
۹	آق داغ ۱	۱/۲	۱۸	دیوان داغ ۱	۱/۴			

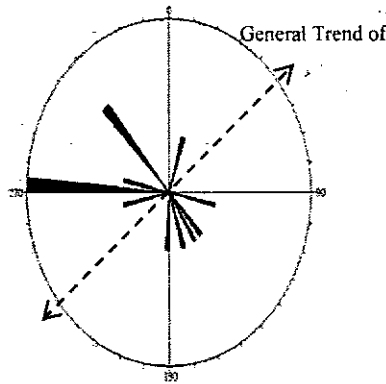
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

- 1- Aqdagh
- 2- Divandagh
- 3- Safardagh
- 4- Qaladagh
- 5- Qizildash
- 6- Livardagh
- 7- Tulkutapa
- 8- Goysardagh
- 9- Harzandagh
- 10- Evoghludagh
- 11- Qaragozdagh
- 12- Allibashi

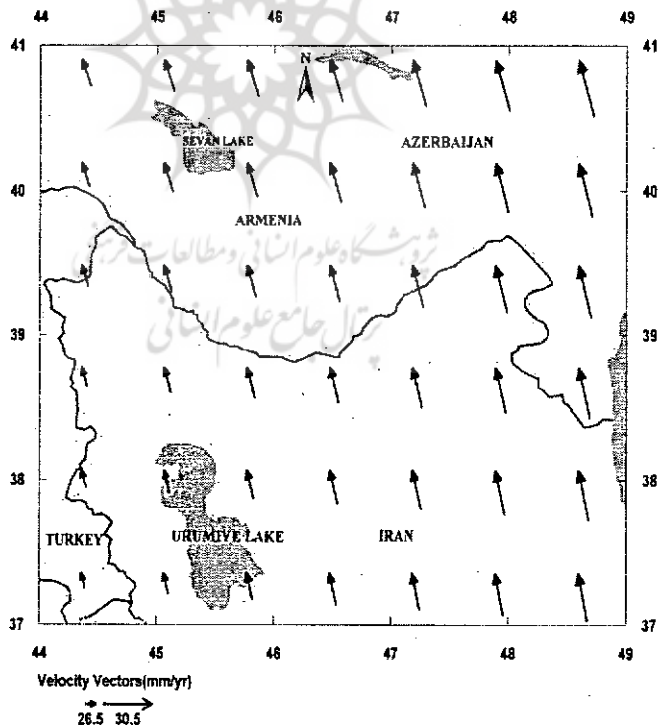


شکل ۷- نقشه ساینموکتونیک، منطقه مورد مطالعه (بوسقم، ۱۳۸۱).





شکل ۴- جهات کج شدگی حوضه‌های زهکشی در منطقه بين مرند و جلفا، به دست آمده از محاسبه شاخص‌های عدم تقارن و تقارن توپوگرافیک عرضی؛ با توجه به جهات کج شدگی به نظر می‌رسد که کج شدگی حول محوری با امتداد عمومی شمال شرق- جنوب غرب صورت می‌گیرد.



شکل ۱۰- بردارهای سرعت افقی تهیه شده برای شمال غرب ایران بر اساس داده‌های سرعت

NUVEL-1A است (یوسفی، ۱۳۸۴).

نتایج

۱) به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری‌های مربوط به دو فاکتور میزان عدم تقارن حوضه‌های بررسی شده، موارد زیر را می‌توان بیان کرد (البته، لازم به ذکر است که در حین نتیجه‌گیری، فاکتور عدم تقارن به دلیل کمتر بودن تصمیم‌گیری فردی در اندازه‌گیری‌ها، بر فاکتور تقارن توپوگرافیک عرضی ترجیح داده شده است):

ا) در حوضه یکان کهریز بالاآمدگی قسمت شرقی و کج‌شدگی به سمت غرب مشاهده می‌شود.

ب) در حوضه مربوط به آجی‌چای (در قسمت‌های پایین دست این رودخانه) به نظر می‌رسد که قسمت جنوبی بالاآمدگی بیشتری را نشان می‌دهد و کج‌شدگی کلی به سمت شمال است.

ت) در حوضه مربوط به آق‌چای بالاآمدگی شمال‌غربی حوضه و کج‌شدگی آن به سمت جنوب‌شرق تظاهر می‌یابد.

ث) در حوضه هرزندات بالاآمدگی قسمت شرقی و کج‌شدگی به سمت غرب مشاهده می‌شود.

ج) در حوضه مربوط به چامچی بالاآمدگی قسمت جنوب شرقی و کج‌شدگی به سمت شمال غرب مشاهده می‌شود.

ح) در حوضه مربوط به حاجیلارچای نیز بالاآمدگی قسمت جنوب شرقی و کج‌شدگی به سمت شمال غرب حوضه مشاهده می‌شود.

خ) در کل به نظر می‌رسد که کج‌شدگی در منطقه حول یک محور با امتداد عمومی-NE-SW صورت می‌گیرد (شکل ۹) که با امتداد تقریبی N-S برای کوتاه‌شدگی موجود در منطقه (شکل ۱) و همچنین با امتداد NNW-SSE بردارهای سرعت افقی به دست آمده از مدل NUVEL 1-A برای شمال‌غرب ایران (شکل ۱۰) دارای هماهنگی قابل ملاحظه‌ای می‌باشد.

۲) نتایج به دست آمده از بررسی‌های مربوط به شاخص پیشانی کوهستانی نشان می‌دهد که پیشانی‌های کوهستانی فعال در منطقه با گسل‌های دارای فعالیت معلوم، خطواره‌های

شناسایی شده از روی تصاویر ماهواره‌ای و موقعیت رومرکز زلزله‌ها منطقه دارای انطباق در خور توجهی می‌باشد. که همگی دال بر فعال بودن مناطق مذکور از نقطه نظر تکتونیکی در عصر حاضر می‌باشند.

منابع

۱- یوسفی، علیرضا (۱۳۸۴)؛ «بررسی سائزمو تکتونیکی منطقه بین مرنند و جلفا»، پایان نامه کارشناسی ارشد گرایش تکتونیک، شماره ۱۰۴، دانشگاه تبریز.

2- Avena G. C., Giuliano G., Lupia Palmieri E. (1967), "*Sulla valutazione quantitativa della gerarchizzazione ed evoluzione dei reticoli fluviali*", Bollettino della Società Geologica Italiana, No. 86, PP: 781-796.

3- Buonasorte G., et al. (1991), "*Some relations between morphological characteristics and geological structure in the Vulsini Volcanic Complex (Northern Latium, Italy)*", "Zeitschrift für Geomorphologie N.F., Suppl. Bd., No. 82, PP: 59-71.

4- Marta D., et al. (2004), "*Quantitative morphotectonic analysis as a tool for detecting deformation patterns in soft-rock terrains: A case study from the southern Marches, Italy*", Géomorphologie: Relief, Processes, Environment, No. 4, PP: 267-284.

5- Gardner, T.W., et al. (2002), "*Central America and the Caribbean*", in Graf W.L. ed., *Geomorphic systems of North America*: Boulder, Colorado, Geological Society of America, Centennial Special, Vol. 2, PP: 343-401.

6- Julio G., et al. (2006), "*Tectonic geomorphology of the southeastern Mississippi Embayment in northern Mississippi, USA*", Geological Society of America Bulletin, Vol. 118, PP: 1160-1170.

7- Nathan W. et al. (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, No. 27, PP: 925-1939.

8- Keller, E. A., Pinter, N., (2002), "*Active Tectonics: Earthquakes, Uplift and Landscape*", 2nd ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

9- Koçyiğit, A., et al. (2001), "*Neotectonics of East Anatolian Plateau (Turkey) and Lesser Caucasus: Implication for transition*

from thrusting to strike-slip faulting", Geodinamica Acta, No. 14, PP: 77-195.

10- Paola M., et al. (2004); "*Geomorphic expression of active tectonics in a rapidly-deforming fore-arc, Sila massif, Calabria, southern Italy*", American Journal of Science, No. 304, PP: 559-589.

11- Pike R.J. (1993); "*A bibliography of geomorphometry, with a topical key to the literature and an introduction to the numerical characterization of topographic form*", U.S. Geological Survey Open-file Report, 93-262-A, p:132.

12- Spyros B. et al. (1999); "*Geometry, kinematics and morphotectonics of the Yanqing-Huailai active faults (northern China)*", Tectonophysics, No. 308, PP: 99-118.

13- Talebian, M. and Jackson, J. (2002); "*Offset on the main recent fault of NW Iran and implications for the late Cenozoic tectonics of the Arabia-Eurasia collision zone*", Geophys. J. Int. No. 50, PP: 422-439.

14- Vernant, P., F. et al. (2004), "*Present-day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman*", Geophys. J. Int., No. 157, PP: 381 - 398.