تاثیر زمین‌ساخت فعال در ناهنجاری‌های شبکه زهکشی حوضه‌ی مریوان

هیوا الهیاری[۱]، مریم ده‌بزرگی[۲]، محمد محجل[۳] و رضا نوزعیم[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه خوارزمی تهران،Hiwaallahyari@gmail.com

[۲]دکتری زمین شناسی تکتونیک، دانشگاه خوارزمی تهران،M_Dehbozorgy@yahoo.com

[۳]دکتری زمین شناسی تکتونیک، دانشگاه تربیت مدرس تهران،Mohajjel@modares.ac.ir

[۴]دکتری زمین شناسی تکتونیک، دانشگاه بین‌المللی امام‌خمینی قزوین،Nozaem@sci.ikiu.ac.ir

چکیده :

زمین‌ساخت‌فعال یک عامل بسیارمهم در بررسی توسعه‌ی چشم‌اندازهای سطح زمین در مناطق فعال تکتونیکی می‌باشد که به وسیله‌ی روش‌های مختلفی از جمله اندازه‌گیری شاخص‌های مورفومتریک به بررسی وضعیت چشم‌اندازها و در پی آن وضعیت تکتونیک فعال مناطق مختلف پرداخته می‌شود. استفاده از مطالعات مربوط به شاخص‌های مورفومتریک و تلفیق آن‌ها با شواهد صحرایی و چشم‌اندازهایی که وجود آن‌ها بیان‌گر تکتونیک فعال است، نتایج دقیقی را در بررسی‌های مربوط به تکتونیک فعال ارائه می‌دهد. منطقه‌ی مورد مطالعه در مریوان و حد فاصل عرض‌های جغرافیایی $20'$ 35° و $40'$ 35° و طول‌های جغرافیایی $00'$ 46° و $15'$ 46° و در ما بین دو پهنه‌ی زمین‌ساختی، سنندج- سیرجان و زاگرس مرتفع قرار دارد. برای بررسی وضعیت تکتونیک فعال منطقه، شاخص‌های مورفوتکتونیکی ناهنجاری سلسله مراتبی، انشعابات و منحنی و انتگرال هیپسومتری با استفاده از نرم افزار Arc GIS 10.1 مورد بررسی قرار گرفته است و با استفاده از نتایج به دست آمده میزان و نحوه‌ی فعالیت تکتونیکی در قسمت‌های مختلف منطقه را می‌توان با یکدیگر مقایسه نمود. گستره مورد مطالعه دارای نرخ‌های متفاوتی از فعالیت زمین‌ساخت است که این مورد ناشی از برخورد قاره‌ای بین صفحه عربی و بلوک ایران که بخشی از صفحه اوراسیاست، می‌باشد. طبق این بررسی برخی از مناطق فعالیت زمین‌ساختی بالا و برخی مناطق دیگر متوسط یا پایین را نشان می‌دهند.

کلیدواژه‌ها: ریخت‌زمین‌ساخت، زمین ساخت فعال، مریوان، گسل جوان زاگرس، سنندج- سیرجان، زاگرس مرتفع.

Title of paper

Influence Of Active Tectonic In Drainage Network Abnormalcy In Mariwan Basin

Author Name

Hiwa Allahyari, master tectonic student, Kharazmi university of Tehran,
Hiwaallahyari@gmail.com

Maryam Dehbozorgi, Geology PH.D., Kharazmi university of Tehran,
M_Dehbozorgy@yahoo.com

Mohammad Mohajjel, Geology PH.D., Tarbiat Moalem university of Tehran,
Mohajjel@modares.ac.ir

Reza Naozaem, Geology PH.D., Emam Khomaini International university of Qazvin,
Nozaem@sci.ikiu.ac.ir

Abstract:

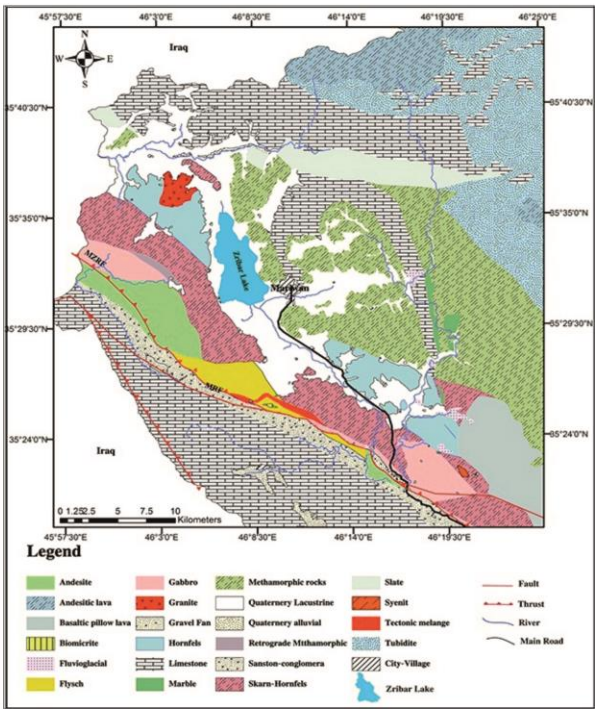
Neotectonic is an important factor in the development of landscaps in tectonically active region, which by various methods Including masure morphometric indexes to landscaps status and active tectonic setting will by discuss.using morphometric indexes studies and combining them with field evidence and landforms that they are represent active tectonic, provides accurate studies on active tectonic. study area is located in Mariwan and are between latitudes $35^{\circ} 20'$ and longitude $40' 35^{\circ}$ and in between two important tectonic zone of Iran, Sanandaj- sirjan and high Zagros. To check the status of active tectonic in this area, morphometric indexes Including hierarchical anomaly, curves and hypsometric integral, and bifurcation whit using the Arc GIS 10.1 software studied and by using the results obtained, the quantity and quality of tectonic activity in different parts of the area can be compared with each other. Study area has different rates of tectonic activity that this is due to the continental collision between Arabic and Iranian continental plate. According to the study, some areas of high tectonic activity and some other regions show moderate or low.

Keywords : Morphotectonic, Active tectonic, Mariwan, MRF, Sannandaj- Sirjan, High zagros

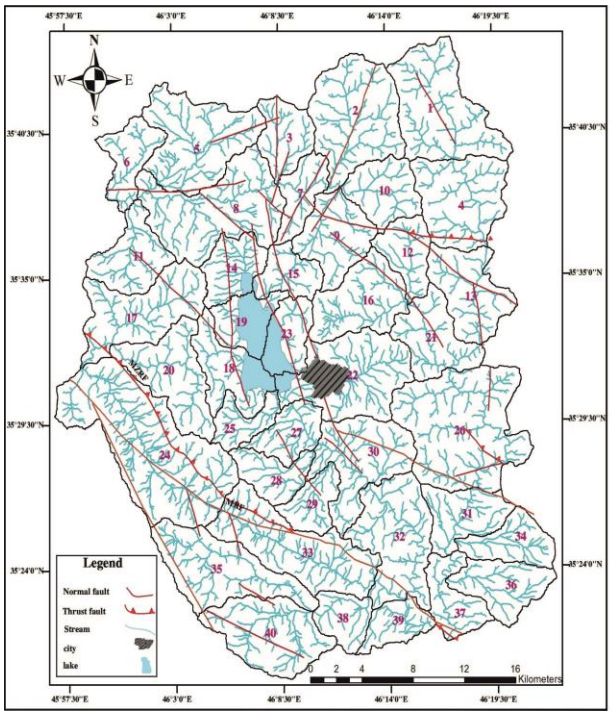
مقدمه :

این منطقه بخشی از دو زون ساختاری مهم ایران، یعنی سنندج- سیرجان و زاگرس مرتفع می‌باشد. گسل جوان زاگرس و راندگی اصلی زاگرس که به مانند مرزی مابین این دو زون قرار دارند، ساختارهای اصلی منطقه را تشکیل می‌دهند(شکل. ۱، سبزهای و همکاران(۱۳۸۸)). سنندج- سیرجان قسمت داخلی دگرگون شده‌ی کوهزاد زاگرس در باختر ایران می‌باشد که به هنگام بسته شدن اقیانوس تتیس جوان در کرتاسه پسین در اثر برخورد سکوی قاره‌ی عربی با ایران ایجاد شده است. تکتونیک حاصل از برخورد، در یک رژیم همگرای فشارشی راستبر در زمان نئوژن نیز فعال شده

است (محجل و سهندی ۱۳۷۸). کوهزاد زاگرس نتیجه‌ی همگرایی خرده قاره‌های ایران مرکزی و ورق عربستان است که با از بین رفتن اقیانوس تتیس جوان (در بین آنها) شکل گرفته است(Berberian and king, 1981, Sengor, 1984). کوهزاد زاگرس از جدا شدن قاره‌ای و برخورد دوباره بین سکوی قاره عربی و ایران تکوین یافته است. این پدیده قسمتی از کوهزاد تتیس را شامل می‌شود، که بین اوراسیا و قسمت‌های مختلف گندوانا اتفاق افتاده است(Sengor, 1984). رشته کوه زاگرس در محل برخورد پلاتفرم عربستان و اوراسیا، نمونه‌ی یک کمربند کوهزایی جوان و فعال است. شواهد زمین شناسی، ژئوفیزیکی و لرزه‌شناسی نشان می‌دهد که زاگرس از شمال‌خاوری به سمت جنوب‌باختری در حال بالا آمدن است. به عبارتی، ساختارهای زاگرس از شمال‌خاوری به سمت جنوب‌باختری جوان‌تر می‌شود(Berberian, 1995). براساس بررسی‌های انجام شده فعالیت تکتونیکی و مقدار بالا آمدگی در بخش‌های مختلف زاگرس متفاوت است (Nilforoushan, F., et al 2003. Vernant, P., et al 2004. Hessami, K., et al 2006). از شواهد بالا آمدگی زاگرس می‌توان به وقوع زلزله‌ها (Blanc, E.J.P., et al 2003)، بالا آمدگی کانال‌های قدیمی (Hessami, K., et al 2006)، و شواهد ژئومورفیک بالا آمدگی چین‌ها مانند الگوی شبکه‌ی زهکشی(Oberlander, T. M., 1985. Rangzan, K., and Iqbaluddin., 1995. Ramsey, L.A., 2008. Piraste, S., 2011.) اشاره کرد. در زون سنندج – سیرجان، پدیده‌های دگرگونی، ماگماتیسم و زمین‌ساخت پی در پی و هم‌آهنگ با فازهای زمین‌ساختی شناخته شده در مقیاس جهانی در بیشترین مقدار است. به همین‌رو، این زون نا آرام‌ترین و به گفته‌ای دیگر پویاترین پهنه‌ی زمین‌ساختی ایران است.



شکل ۱- نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه‌ی مورد مطالعه



شکل۲- حوضه‌ها و آبراهه‌ها و گسل‌های منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق:

به منظور تعیین تکتونیک فعال در مقیاس حوضه زهکشی با استفاده از شاخص‌های مورفومتری بر روی منطقه‌ی مریوان در ابتدا حوضه‌های زهکشی با به کارگیری افزونه Arc Hydro در نرم‌افزار Arc GIS 10.1 استخراج و سپس اقدام به ساخت شبکه رودخانه‌های اصلی در منطقه مورد مطالعه شده ودر نهایت، بر روی حوضه‌های تشکیل شده شاخص‌های مورفومتری اندازه‌گیری شده است.

- شاخص‌های مورفومتری

۱- منحنی وانتگرال هیپسومتری

شاخص هیسومتری (Hi) مساحت سطح زیرین منحنی هیپسومتری را توصیف می‌کند، بنابراین نشان دهنده‌ی ظرفیت یک حوضه بدون فرسایش است. یکی از روشهای ساده برای توصیف شکل منحنی هیپسومتری یک حوضه، محاسبه‌ی انتگرال هیپسومتری آن است. انتگرال هیپسومتری، توزیع سطوح ارتفاعی در یک منطقه و حوضه آبریز را نشان می‌دهد (Strahler, A.N., 1952). انتگرال هیپسومتری حوضه‌ی آبریز با استفاده از مساحت سطح زیرین منحنی هیپسومتری به دست می‌آید. معادله‌ای که برای محاسبه‌ی انتگرال هیپسومتری استفاده می‌شود به صورت زیر است (Keller, E.A., Pinter, N., 2002. Mayer, L., 1990)

$$Hi = (\text{Average elevation} - \text{min elevation} / \text{max elevation} - \text{min elevation}). \quad (۱)$$

برای تمامی حوضه‌های زهکشی این شاخص در سه کلاس رده بندی شده است (El Hamdouni et al., 2007): که عبارتند از: کلاس ۱، منحنی محدب یا کوژ($Hi \geq 0.5$) ، کلاس ۲، منحنی‌های محدب مقعر ($0.4 \leq Hi < 0.5$)، کلاس ۳، منحنی‌های مقعر یا کاو ($Hi < 0.4$).

۲- شاخص انشعابات(R)

شاخص انشعابات از اختلاف بین نسبت انشعابات (Rb) و نسبت مستقیم انشعابات (Rbd) محاسبه می‌شود. نسبت انشعابات (Rb)، از تقسیم تعداد رودهای هر رده (N_u) بر تعداد رده‌های بالاتر از خود (N_{u+1}) محاسبه می‌شود. نسبت مستقیم انشعابات (Rbd)، از تقسیم تعداد رودهای هر رده که به رودهای یک رده بالاتر از خود می‌ریزند (N_{du}) بر تعداد رودهای یک رده بالاتر از خود (N_{u+1}) محاسبه می‌شود. این شاخص به ناهنجاری سلسله مراتبی حوضه‌ی زهکشی وابسته است و اطلاعات سودمندی در مورد نوع و میزان فرسایش حوضه زهکشی و در درجه تکامل آن ارائه می‌دهد. مقادیر بالای این شاخص در شبکه زهکشی نشانگر تاثیر زمین‌ساخت فعال در منطقه است و با افزایش فعالیت زمین‌ساخت در حوضه زهکشی مقدار این شاخص افزایش می‌یابد (Guarnieri, P. and Pirrotta, C., 2008).

$$R = Rb - Rdb \quad (۲)$$

$$Rb = N_u / N_{u+1} \quad (۳)$$

$$Rbd = N_{du}/N_{u+1} \quad (٤)$$

۳- شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی (Δa)

این شاخص براساس تعداد ناهنجاری سلسله مراتبی (Ha) محاسبه می‌شود (Ciccacci, S., et al. 1986). مرتبه‌ای از انشعابات که وارد مرتبه‌ی دو یا چند رده بالاتر خود شود، ناهنجاری سلسله مراتبی دارد. تعداد ناهنجاری سلسله مراتبی (Ha) به صورت زیر محاسبه می‌شود(Avena, G.C., et al. 1967)

$$Ha_{i\to j} = 2^{(j-2)} - 2^{(i-1)} \quad (۵)$$

$$Ha_t = \sum(Ha_{i\to j} \times Ns_{i\to j}) \quad (۶)$$

(j) رده رودخانه بالاتر و (i) رده رودخانه پایین تر است. سپس تعداد ناهنجاری کل حوضه محاسبه می‌شود (معادله ۶). در این معادله ($Ns_{i\to j}$) تعداد رودخانه‌هایی است که به رودخانه‌های رده بالاتر از خود وارد می‌شود.

پس از تعیین تعداد ناهنجاری کل حوضه، شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی (Δa) به صورت زیر محاسبه می‌شود. در این معادله (N_1) تعداد کل آبراهه‌های رده ۱ حوضه زهکشی می‌باشد.

$$\Delta a = Ha_t / N_1 \quad (۷)$$

مقدار بالای این شاخص نشانگر تاثیر زمین‌ساخت فعال در حوضه زهکشی است (Guarnieri, P. and Pirrotta, C., 2008)

بحث:

محاسبات انجام شده براساس شاخص‌های مورد استفاده، بیانگر غالب بودن تکتونیک فعال در برخی از زیر حوضه منطقه‌ی مورد مطالعه است.

شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی در حوضه‌ی شماره ۳۷ بیشترین مقدار را نشان می‌دهد(Δa = ۹/۸۹)که علت آن می‌تواند به دلیل وجود گسل‌های اصلی زاگرس(گسل جوان زاگرس و راندگی اصلی زاگرس)و عملکرد جوان آنها باشد که بر رسوبات جوان کواترنری نیز تاثیر گذاشته‌اند(شکل۱ و ۲). پس از حوضه‌ی ۳۷، حوضه‌ی ۳۱ (Δa = ۷/۸۴) و حوضه‌ی ۱۳ (Δa = ۷/۸۳) بیشترین مقدار ناهنجاری را نشان می‌دهند(جدول ۱). دیگر شاخص اندازه‌گیری شده شاخص انشعابات (R) می‌باشد که در حوضه‌ی شماره‌ی ۳۷ بیشترین مقدار را نشان می‌دهد(R=۳/۱۸). این شاخص نیز مانند شاخص سلسله مراتبی در حوضه‌ی ۳۷ بیشترین مقدار را نشان می‌دهد که دلیل آن وجود دو گسل اصلی زاگرس می‌باشد(شکل ۱ و ۲). بعد از این حوضه، حوضه‌های ۳۸ (R=۳/۰۳) و ۳ (R=۲/۸۱) و ۳۹ (R=۲/۳۳) بیشترین مقدار را دارا می‌باشند. شاخص هیپسومتری، دیگر شاخص اندازه گیری شده است. برای این شاخص، حوضه‌ی شماره‌ی ۱۰ بیشترین مقدار را نشان می‌دهد(Hi=۰/۵۰). بعد از آن حوضه‌های ۱۷ و ۲۰ و ۳۸ به ترتیب با مقدار Hi،۰/۴۷، ۰/۴۴ و ۰/۴۳. بالاترین مقدار را از لحاظ شاخص هیپسومتری نشان می‌دهند. حوضه‌ی شماره‌ی ۱۹ نیز پایین‌ترین مقدار را نشان می‌دهد(Hi=۰/۱۰)(جدول ۱). براساس این شاخص تنها یک حوضه در کلاس یک یا فعال بالا قرار دارد(حوضه‌ی شماره‌ی ۱۰(Hi=۰/۵۰))و تعداد

چهار حوضه در کلاس دو یا متوسط از لحاظ فعالیت قرار دارند و تعداد ۳۵ حوضه نیز در کلاس سه یا دارای فعالیت کم می‌باشند.

جدول۱- مقادیر اندازه گیری شده‌ی شاخص‌های انتگرال هیپسومتری، شاخص انشعابات، شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی در ۴۰ حوضه

شماره حوضه	انتگرال هیپسومتری(Hi)	شاخص انشعابات(R)	شاخص ناهنجاری سلسله مراتبی(Δa)
۱	۰/۳۵	۰/۷۹	۱/۸۴
۲	۰/۳۹	۱/۲۹	۱/۵۵
۳	۰/۳۱	۲/۸۱	۰/۷۱
۴	۰/۳۶	۱/۱۲	۳/۰۲
۵	۰/۱۸	۰/۶۴	۰/۶۶
۶	۰/۲۹	۱/۰۴	۲
۷	۰/۳۱	۱/۵۶	۴/۳۶
۸	۰/۱۹	۱/۷۷	۲/۳۳
۹	۰/۳۲	۰/۶۲	۰/۶۳
۱۰	۰/۵۰	۰/۷۳	۰/۹۰
۱۱	۰/۲۸	۰/۸۶	۱/۳۶
۱۲	۰/۴۰	۰/۸۶	۰/۸۱
۱۳	۰/۳۷	۱/۲۳	۷/۸۳
۱۴	۰/۱۸	۰/۷۱	۰/۵۴
۱۵	۰/۳۸	۰/۸۹	۰/۷۹
۱۶	۰/۲۴	۰/۵۱	۰/۵۹
۱۷	۰/۴۷	۰/۷۶	۱/۷۶
۱۸	۰/۲۵	۱/۷۶	۰/۳۹
۱۹	۰/۱۰	۰/۴۲	۰/۱۱
۲۰	۰/۴۴	۱/۵۸	۱/۷۲
۲۱	۰/۲۳	۱/۸۳	۶/۱۰
۲۲	۰/۱۸	۱/۱۴	۱/۲۰
۲۳	۰/۲۰	۰/۴۶	۰/۴۶
۲۴	۰/۳۳	۰/۹۸	۱/۳۹
۲۵	۰/۳۰	۰/۱۲	۱/۴۷
۲۶	۰/۲۸	۲/۰۲	۶/۵۴
۲۷	۰/۱۵	۱/۵۵	۳/۱۰

۲۸	۰/۳۴	۰/۷۲	۰/۸۲
۲۹	۰/۲۱	۰/۴۴	۰/۵۵
۳۰	۰/۲۰	۱/۴۸	۲/۱۸
۳۱	۰/۱۷	۱/۶۴	۷/۸۴
۳۲	۰/۳۴	۲/۰۶	۴/۵
۳۳	۰/۳۹	۱/۰۷	۱/۱۵
۳۴	۰/۳۶	۰/۷۸	۱/۱۲
۳۵	۰/۳۴	۱/۱۹	۲/۰۱
۳۶	۰/۳۰	۰/۸۴	۱
۳۷	۰/۳۰	۳/۱۸	۹/۸۹
۳۸	۰/۴۳	۳/۰۳	۴/۳۲
۳۹	۰/۲۸	۲/۳۳	۳/۸۱
۴۰	۰/۳۷	۰/۸۴	۰/۹۴

نتیجه گیری :

گسل جوان زاگرس و راندگی اصلی زاگرس در حالت کلی همراستا می‌باشند، در برخی مناطق همدیگر را قطع می‌کنند و در برخی مناطق بر هم منطبق می‌شوند (Braud and Rico, 1971) . در منطقه مورد مطالعه نیز گسل جوان زاگرس، راندگی اصلی زاگرس را قطع کرده است و عملکرد جوان این گسل موجب شده است که در حوضه‌های نزدیک به این دو گسل مقدار ناهنجاری‌ها بالا باشد(حوضه‌های ۳۲، ۳۷، ۳۸و ۳۹). همانطور که ذکر شد، پهنه‌ی ساختاری سنندج-سیرجان از ناآرامترین پهنه‌های ساختاری ایران به حساب می‌آید، در این منطقه نیز مشاهده می‌شود که در بعضی مناطق طبق شاخص‌های اندازه گیری شده این قضیه تایید می‌شود و فعالیت تکتونیکی بالایی را نشان می‌دهد. اما بیشترین فعالیت در این منطقه در اطراف گسل‌های جوان زاگرس و راندگی اصلی زاگرس می‌باشد، به ویژه گسل جوان زاگرس که در این ناحیه دچار خمیدگی شده گسل راندگی اصلی زاگرس را قطع کرده است و فعالیت‌های جوان با توجه به قطع کردن رسوبات جوان داشته است

منابع فارسی :

سبزه‌ای، م .، گورابجیری، ا.، اسلام‌دوست، ف.، (۱۳۸۸). نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ مریوان، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور.

محجل، محمد.، سهندی، محمدرضا (۱۳۸۷). تکامل تکتونیکی پهنه‌ی سنندج- سیرجان در نیمه شمال‌باختری و معرفی زیر پهنه‌های جدید درآن. فصلنامه علوم زمین، سال هشتم، شماره ۳۱-۳۲.

References:

Avena, G.C., Giuliano, G. and Lupia Palmieri, E., 1967. Sulla valutazione quantitativa della gerarchizzazione ed evoluzione dei reticoli fluviali. Bollettino della Societa Geologica Italiana, 86, pp. 81–796.

Berberian, M. & King, G. C., 1981- Towards paleogeography and Tectonics evolution of Iran. Canadian J. of Earth Science 18, pp. 210-256.

Berberian, M., 1995, Master "Blind" Thrust Faults Hidden under the Zagros Folds: Active Basement Tectonics and Surface Morphotectonics, Tectonophysics, 241, pp. 193-224.

Braud, J., Ricou, L.E., (1971). L'accident du Zagros ou main thrust, un charriage et un coulissement. C.R. Acad. Sci., Paris, Ser. D. 272, pp. 203-206.

Ciccacci, S., Fredi, P., Lupia Palmieri, E. and Pugliese, F., 1986, Indirect Evaluation of Erosion Entity in Drainage Basins through Geomorphic, Climatic and Hydrological Parameters, Geomorphology, pp. 233- 248.

El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernandez, T., Chacón, J. and Keller, E.A., 2007, Assessment of relative active tectonics, southwest border of Sierra Nevada (southern Spain), Geomorphology, 96, pp. 150 –173.

Guarnieri, P. and Pirrotta, C., 2008, The Response of Drainage Basins to the Late Quaternary Tectonics in the Sicilian Side of the Messina Strait (NE Sicily), Geomorphology, 95, pp. 260 –273.

Hessami, K., Nilforoushan, F., Talbot, C.J., 2006, Active Deformation within the Zagros Mountains Deduced from GPS Measurements, Journal of the Geological Society, London, 163, pp.143-148.

Keller, E.A., Pinter, N., 2002, Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape(2 ndEd.) Prentice Hall, New Jersey.

Mayer, L., 1990, Introduction to Quantitative Geomorphology, Prentice Hall Englewood, Cliffs, NJ. Nilforoushan, F., Vernant, P., & Masson, F., et al, 2003, GPS Network Monitors the Arabia– Eurasia Collision Deformation in Iran, Journal of Geodesy, 77, pp. 411–422.

Oberlander, T. M., 1985, Origin of Drainage Transverse to Structures in Orogens, in Tectonic Geomorphology, edited by Morisawa, M., and Hack, J.T., Allen and Unwin, Boston, pp. 155 – 182.

Piraste, S., Pradhan, B., Rizvi, S.M., 2011, Tectonic Process Analysis in Zagros Mountain with the Aid of Drainage Networks and Topography Maps Dated 1950–2001 in GIS, Arabian Journal of Geoscience, 4 (1-2), pp. 171-180.

Ramsey, L.A., Walker, R.T., Jackson, J., 2008, Fold Evolution and Drainage Development in the Zagros Mountains of Fars Province,SE Iran, Basin Research, 20, pp. 23-48.

Rangzan, K., and Iqbaluddin., 1995, Morpo- tectonic Study of Zagros Structural Belt of SW Iran Using Remote Sensing Techniques,Journal of the Indian Society of Remote Sensing 23, (4), pp. 211- 224.

Strahler, A.N., (1952). Dynamic basis of geomorphology, Geological Society of American Bulletin 63,pp. 923-938.

Sengor, A. M. C., 1984- The Cimmeride orogenic system and tectonics of Eurasia. Geol. Soceity of America, Speat. Paper , 195.

Vernant, P., Nilforoushan, F. & Hatzfeld, D., et al. 2004, Present-day Crustal Deformation and Plate Kinematics in Middle East Constrained by GPS Measurements in Iran and Northern Oman,Geophysical Journal International, 157, pp. 381–398.