



بررسی پدیده‌های ژئومورفیک منطقه‌ی نصرت آباد با استفاده از سنجش از دور و داده‌های صحرایی

بابر شوقی*، علی اصغر مریدی و علی احمدی

گروه زمین شناسی، دانشکده‌ی علوم پایه، دانشگاه سیستان و بلوچستان

*عهده‌دار مکاتبات

چکیده

رودخانه‌های پیشین و حوضه‌های کششی از جمله ساختارهایی هستند که در اثر عملکرد سیستم‌های گسلی موجود در این منطقه شکل گرفته‌اند. رودخانه‌های از پیش جاری در اثر فرسایش مناطق بالا آمده به وجود آمده و عملکرد فعالیت‌های تکتونیکی نتوانسته مسیر رودخانه را مسدود کند. در نتیجه مسیر رودخانه ثابت مانده و در اثر فرسایش، دیواره‌ها به صورت جانبی تغییر می‌کنند. حوضه‌های کششی نیز در اثر عملکرد تراکشی گسل‌های امتدادلغز شکل می‌گیرند. این عوارض از دیدگاه مورفوتکتونیک قابل بحث بوده و بررسی آن‌ها اطلاعات مفیدی در مورد تکامل ژئومورفیک منطقه به ما می‌دهند. بدون شک، گسل‌های مهم این منطقه (نصرت آباد و کهورک) در شکل‌گیری این ساختارها نقش مهمی داشته‌اند. در این تحقیق داده‌های ماهواره‌ای پردازش و آشکارسازی شدند و سپس با مطالعات و داده‌های صحرایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. موقعیت ویژه‌ی گسل‌های نصرت آباد و کهورک و حرکت راست بر آن‌ها در تکامل مورفولوژیک منطقه و شکل‌گیری عناصر و پدیده‌های نامبرده، موثر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: حوضه‌های کششی، دره‌های پیشین، جنوب شرق ایران، سیستم گسله نصرت آباد و کهورک.

Studying geomorphic features in Nosratabad area by using remote sensing and field data

J. Shoghi*, A. Moridi & A. Ahmadi

Department of Geology, University of Sistan & Baluchestan, Zahedan, I. R. Iran

Correspondence Author*

Abstract

The study area is located in south-east of Iran, in Zahedan-Bam road. Antecedent River and pull-apart basin are structures which formed in due to faults system. Antecedent Rivers has fix path and faults acts cannot changes the river path so river changes the lateral walls. Pull-apart basin formation

in transtentional strike-slip faults. These features from the geological and the geomorphological aspects are worth mentioning and the study of them can provide us valuable data about the geomorphical evolution of the area. Undoubtedly, the major Faults of this area (Kahurk & Nosrat Abad) have had an important role in constructing these structures. In this study by processing the satellite data, the features has been clarified and analyzed by field data. Nosratabad and Kahurak Faults attitude in the formation these features have important rule.

Key words: Pull-apart basin, antecedent river, southeast Iran, Nosratabad and Kahurak faults.

۱- مقدمه

عرض‌های اسی (Horse latitudes) یا به عبارتی عرض‌های ۲۶ تا ۳۳ درجه‌ی شمالی، خشکی هوا توجیه می‌شود. طبق آمار اداره‌ی هواشناسی زاهدان در سال‌های ۱۹۵۸ تا ۱۹۸۴ متوسط بارندگی سالانه حداکثر ۱۷۷ میلی‌متر در سال ۱۹۵۹ و حداقل ۲۶/۷ میلی‌متر در سال ۱۹۸۰ بوده که متوسط ۲۷ سال یاد شده، ۹۲/۷ میلی‌متر ذکر گردیده است (زنده دل ۱۳۷۹). تصویر ۱ نقشه‌ی زمین‌شناسی و موقعیت جغرافیایی نصرت آباد- کهورک را نشان می‌دهد. گسل‌های این منطقه در واقع شاخه‌های جنوبی سیستم گسل نهبندان می‌باشند که در طول آن‌ها افیولیت‌ها و فلیش‌های کرتاسه قرار دارند (شهرابی ۱۳۷۳). در مورد تاریخچه‌ی زمین‌شناسی این منطقه بر این باورند که با گسترش اقیانوس نئوتتیس در کرتاسه‌ی میانی (بارمین) و حتی آلبین شاخه‌هایی از آن به صورت گسل‌های ترانسفورم به داخل ایران کشیده شده و خرده‌قاره‌های مجزا از هم پدیدار گشته‌اند، که نتایج آن جدایش بلوک لوت از افغان و پدیدار شدن اقیانوس نئوبلوج در حد فاصل این دو بلوک بوده است (بربریان و همکاران ۱۳۶۲). این وضعیت در اواخر کرتاسه- پالئوسن در حدود ۵۰ میلیون سال به طول انجامیده و در طی فاز لارامید در اثر تصادم بلوک لوت و افغان از بین رفته (درویش زاده ۱۳۷۰) و چین‌های جنوب شرق ایران با روند شمالی- جنوبی به وجود آمده‌اند. قدیمی‌ترین واحدهای زمین‌شناسی در منطقه، فلیش‌های کرتاسه و افیولیت‌ها هستند (آقاناتی ۱۳۸۳).

۳- بررسی گسل‌های منطقه

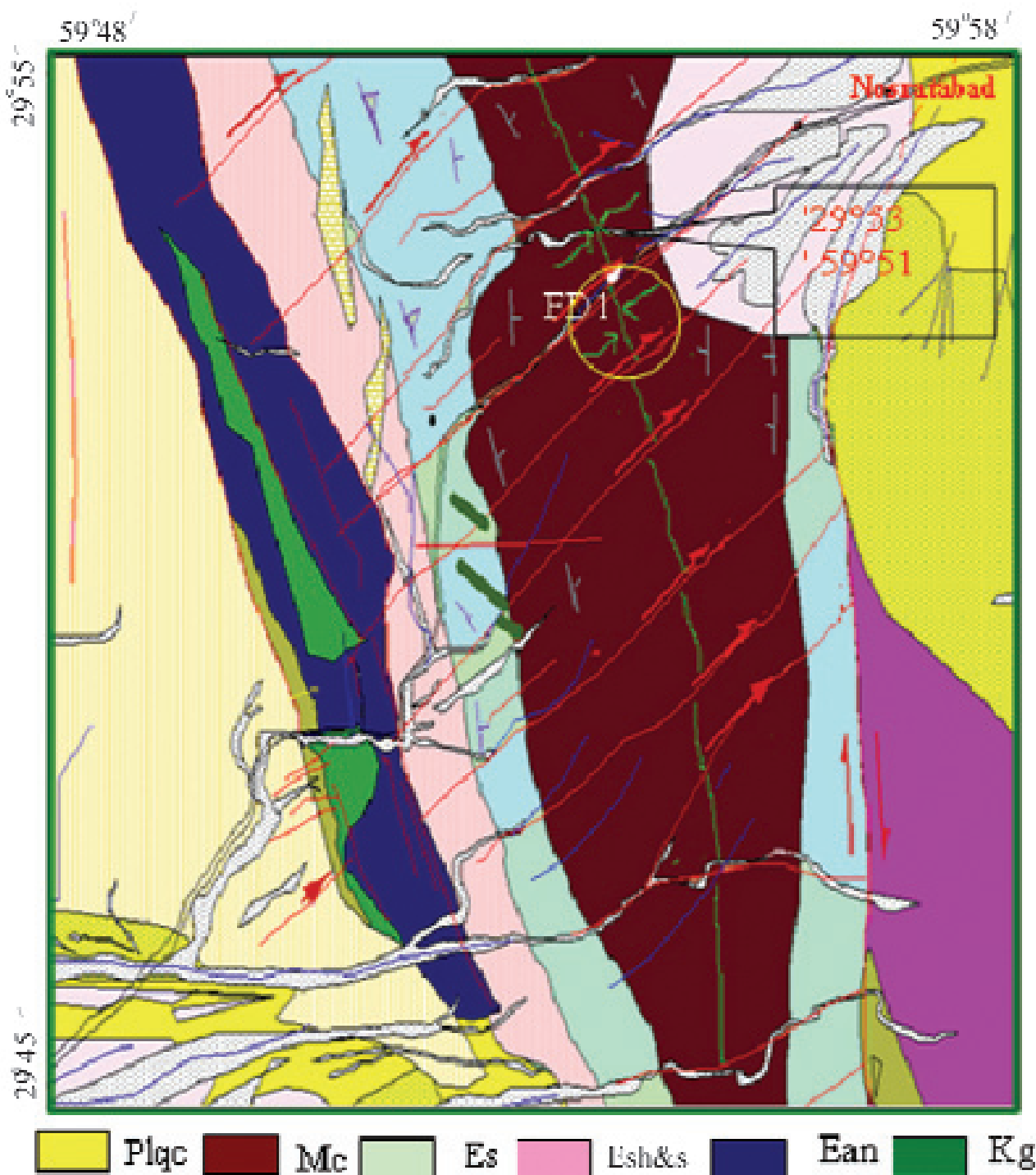
گسل نصرت آباد دارای طولی در حدود ۲۰۰ کیلومتر است که از شمال نصرت آباد آغاز و با روندی شمالی- جنوبی تا حصار و کشیده شده و از این منطقه با گردش به سمت جنوب شرقی با روند ۱۷۰-۱۶۰ N تا شمال شرقی بزمان امتداد یافته است. این گسل در واقع امتداد جنوبی گسل نهبندان بین فلیش‌های شرق ایران و پهنه‌ی لوت می‌باشد.

امروزه استفاده از داده‌های ماهواره‌ای جهت مطالعه‌ی ریخت زمین‌شناسی و تغییرات سطحی زمین کاربرد زیادی پیدا نموده است. در این مقاله سعی گردیده تا از تکنیک‌های جدید برای آشکارسازی شکستگی‌ها و پدیده‌های ژئومورفیک استفاده شود. به همین دلیل با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره‌ای و پردازش آن‌ها پدیده‌های مورد نظر آشکار شده و در مرحله‌ی بعد با استفاده از نرم‌افزار ای آر-مپر (ER-Mapper 6.4) و با اعمال فیلترگذاری و روش‌های وضوح سازی تصویر این پدیده‌ها مشخص گردیدند.

منطقه‌ی نصرت آباد و کهورک در حاشیه‌ی زون ساختاری سیستم (نوگل سادات ۱۳۷۲) بین دو گسل بزرگ نصرت آباد و کهورک قرار دارد. بخش مرکزی این منطقه به شدت تحت تنش بوده و دارای بیشترین شکستگی از نوع R و R هستند. آبراهه‌های این مناطق نیز از این شکستگی‌ها تبعیت می‌نمایند (شوقی ۱۳۸۶). از دیگر گسل‌های این منطقه می‌توان به گسل نهبندان اشاره نمود که دارای روند زیگموئیدال (غیر خطی) است. ساز و کار گسل نهبندان امتداد لغز راست بر با مؤلفه‌ی جزئی معکوس است (آقاناتی ۱۳۸۳). در ۵۰ کیلومتری شمال نصرت آباد، این گسل دو شاخه شده و گسل کهورک و گسل نصرت آباد را به وجود آورده است. حرکت امتدادی و مؤلفه‌ی معکوس این گسل‌ها باعث شکل‌گیری ساختارهایی شده که در ادامه به بررسی و نحوه‌ی ایجاد آن‌ها می‌پردازیم.

۲- جایگاه جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه

منطقه‌ی مورد مطالعه بین طول‌های ۵۹°۴۳' تا ۵۹°۵۸' و عرض‌های ۲۹°۱۵' تا ۳۰°۰۰' قرار دارد و به علت کمبود بارندگی و اختلاف درجه حرارت، منطقه از نوع خشک و بیابانی محسوب می‌شود. پوشش کم گیاهی باعث عدم جذب رطوبت و تشکیل شوره‌زار و باتلاق شده است. با توجه به قرارگیری منطقه در



تصویر ۱- نقشه‌ی زمین‌شناسی ساده شده از منطقه‌ی نصرت آباد. گسل نصرت آباد دارای سازوکار امتدادلغز با مؤلفه‌ی معکوس می‌باشد. واحد: Mc کنگلومرای کنجی که دچار چین خوردگی شده است.

که بخشی از آن در امتداد گسل نصرت آباد جریان دارد، دیده می‌شود. این رود از واحدهای ائوسن در حوالی روستای شورو در بلوک شرقی سرچشمه گرفته و با عبور از یکی از حوضه‌های فرونشستی در مسیری به طول حدود ۹ کیلومتر در امتداد گسل حرکت کرده و وارد بلوک غربی می‌گردد. بنابراین نرخ لغزش 5mm/yr در این ناحیه طی کوتاه‌تر

در منطقه‌ی کوه خل در جنوب نصرت آباد، چندین آبراهه دیده می‌شوند که در امتداد گسل دچار جابه‌جایی شده‌اند. مقادیر این جابه‌جایی‌ها از شمال به جنوب به ۱، ۲، ۷۵، ۲/۵ و ۷ کیلومتر بوده که نرخ لغزشی به ترتیب ۱/۶، ۱/۸، ۱/۴ و ۳/۸ میلی‌متر در سال را نشان می‌دهند (نگهبان ۱۳۸۴). در منطقه‌ی شورو، رودخانه‌ی مئاندری ماهی

و عمودی گسل‌ها می‌باشند. (Doornkamp 1986, Chen et al. 2003, Fodor et al. 2005). از جمله این ساختارها، می‌توان به این موارد اشاره نمود:

دره‌های خطی (Linear Valley)، رودخانه‌های منحرف شده (Deflected Stream)، بریدگی رودخانه‌ها (Offset Streams)، پشته‌های کرکره‌ای (Shutter Ridge)، پرتگاه‌ها (Scarp)، حوضه‌های کوچک آب (Sag pond)، چشمه‌ها (Spring)، سکوه‌های افقی، پشته‌های فشاری (Pressure Ridge) و حوضه‌های کششی (Christic et al. 1985, Dewey 1992). این ساختارها در تصویر ۴ نشان داده شده‌اند.

۴) عناصر ریخت زمین ساختی همراه با گسلش امتداد لغز (کلر و پینتر ۱۹۹۶).

۵- آشکارسازی داده‌های ماهواره‌ای و برداشت‌های

صمراپی

به منظور آشکارسازی داده‌های رقومی، تصحیحات رادیومتر، هندسی و جداسازی محدوده‌ی مورد نظر انجام شد و سپس هیستوگرام ارزش عددی پیکسل‌های هر بانده به طور جداگانه بررسی و با اعمال روش‌های مختلف، عوارض روی زمین در هر بانده واضح‌تر گردیدند. روش‌های مختلفی برای آشکارسازی پدیده‌ها وجود دارند که استفاده از باندهای مختلف، افزایش کنتراست، نحوه‌ی ترکیب و فیلتر نمودن آن‌ها می‌تواند در آشکارسازی تصاویر کمک شایانی نماید. قابل ذکر است که مقاطع عرضی و نقشه‌های توپوگرافی با استفاده از نرم‌افزار آبی آر-مپر (Mapper-ER) ترسیم گردیده‌اند. برای ساختن مناسب‌ترین تصویر، از ترکیب رنگ‌های اصلی آر جی بی (RGB) در باندهای هفت گانه داده‌ها استفاده شده و به صورت تجربی، ترکیب RGB ۵۳۱, ۷۴۱ به عنوان مناسب‌ترین ترکیب الگوریتم‌های خاص پردازشگر آبی آر مپر (ER Mapper 6.4) انتخاب گردید. برای شناسایی برخی خطواره‌های گسلی از تصاویر با رنگ کاذب (Pseudocolor images) و تغییر جهت زاویه‌ی تابش خورشید و نیز قراردادن فیلترهای مختلف به ویژه فیلتر High-pass, Sharpen2.ker برای انواع تصویر آر جی بی و رنگ کاذب استفاده گردید.

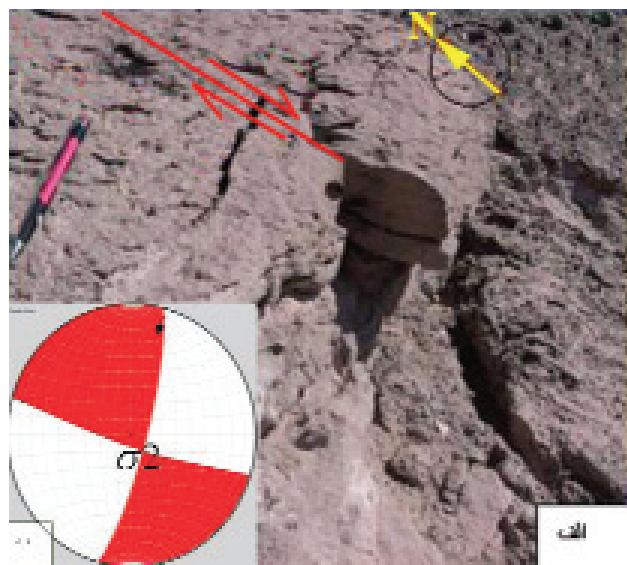
گسل‌های امتداد لغز در ایران فراوان بوده و مطالعات زیادی در این

به دست می‌آید. همچنین، با برداشت‌های ماهواره‌ای و صحرایی مشخص گردید (تصویر ۳-الف) که گسل نصرت آباد از نوع امتدادی با مؤلفه‌ی معکوس است. شیب میانگین این گسل نشان می‌دهد که جهت شیب آن به سمت شرق بوده و سمت شرقی این گسل فرادیواره محسوب می‌گردد (N09/83ESE). با توجه به وجود افیولیت‌ها در قسمت شرقی گسل نصرت آباد (فرادیواره) و قرارگیری کنگلومرای الیگو-میوسن در غرب (فرادیواره)، بخش شرقی گسل نصرت آباد برخاسته شده و در نتیجه گسل دارای مؤلفه‌ی معکوس می‌باشد. بر اساس این داده‌ها می‌توان سازوکار گسل نصرت آباد را امتداد لغز راست گرد با مؤلفه‌ی جزئی معکوس معرفی نمود.

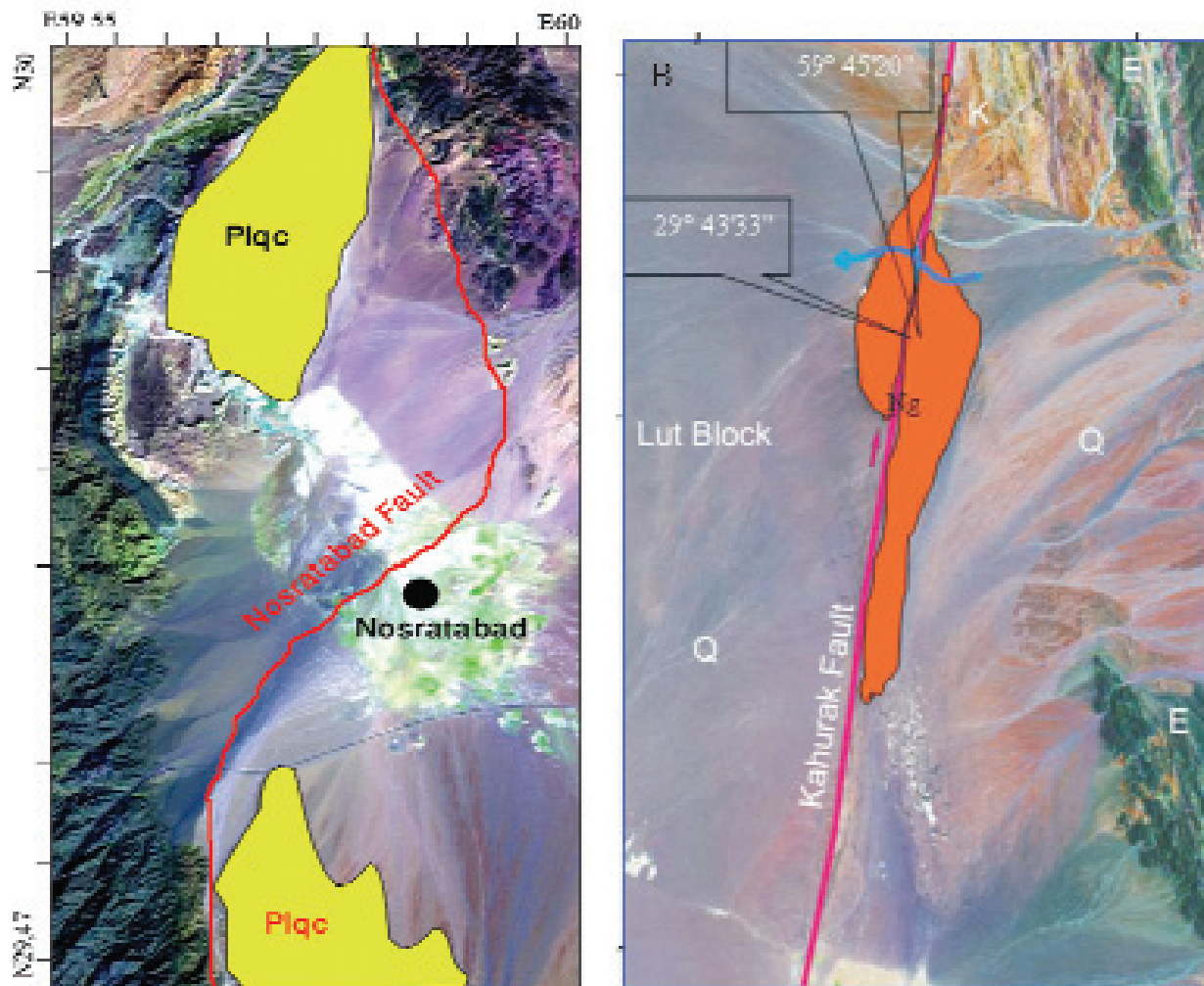
گسل کهورک انشعاب غربی سیستم گسلی نهندان است که از شمال غربی نصرت آباد آغاز و با طی مسیری حدود ۱۰۰ کیلومتر با روند ۲۰۰-۱۹۰N تا جنوب روستای کهورک در حاشیه‌ی پهنه‌ی لوت ادامه یافته و تا نزدیکی یزمان پیش می‌رود. در تصاویر ۲-ب و ۳-ب راست گرد بودن گسل با مؤلفه‌ی معکوس کاملاً مشخص است. در استریوگرام جهت شیب و راستای گسل نشان داده شده است. راستای گسل N۱۲۷۹SE دارای ریک هفت درجه در جهت شمال شرق می‌باشد ($R=7^{\circ}NE$).

۴- سافت‌های همراه با گسل‌های امتداد لغز

معمولاً در زون‌های گسلی امتداد لغز ساختارها و پدیده‌های موفولوژیک مختلفی تشکیل می‌شوند که ناشی از جابه‌جایی امتدادی



تصویر ۲-الف- قسمتی از گسل راست بر کهورک، ب- استریوگرام مربوط به آن که راست بر بودن آن را نشان می‌دهد.



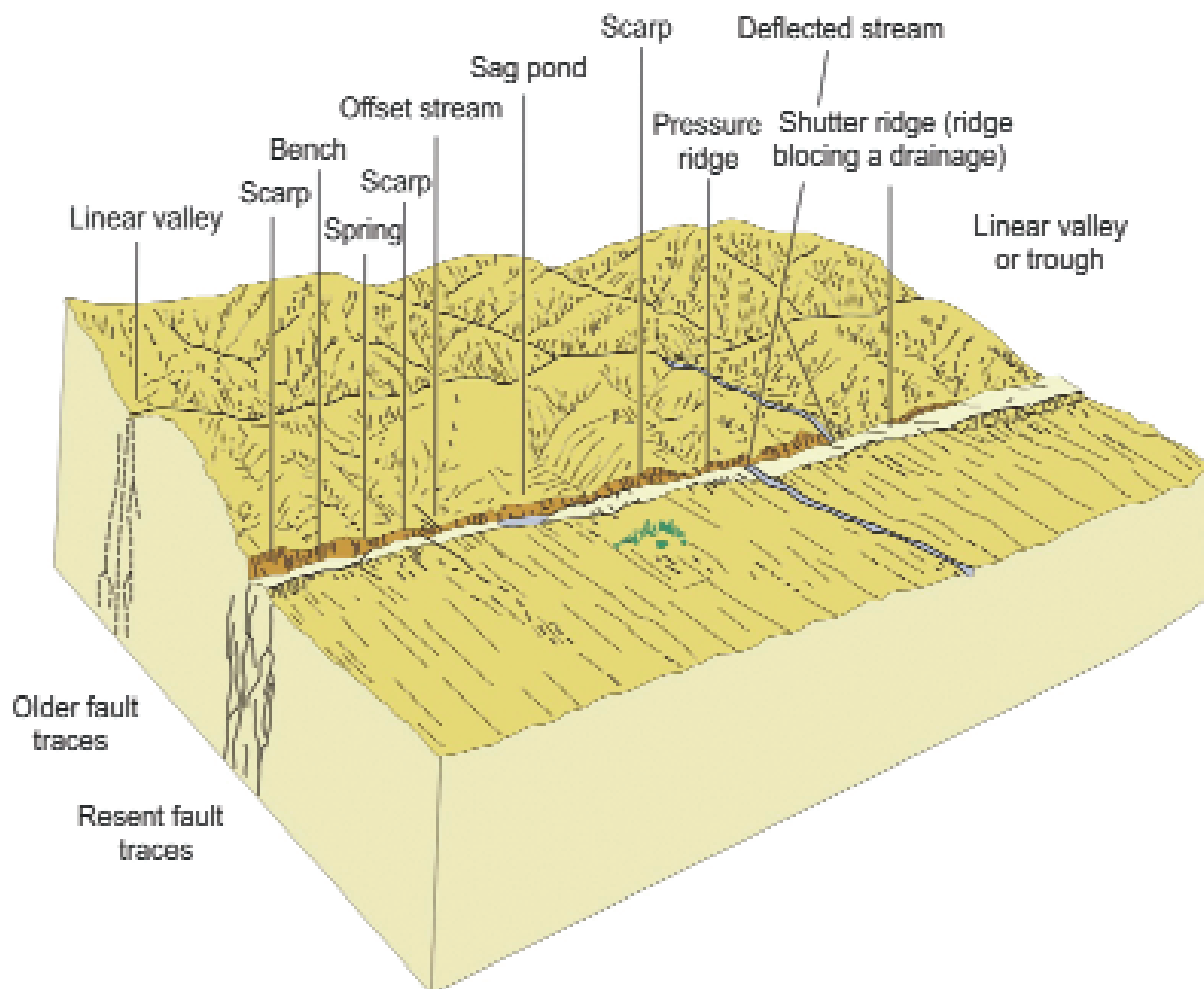
تصویر ۳-۱-۳-۴-۷ از گسل نصرت آباد که نشان می‌دهد این گسل نهشته‌های پلیو-کواترنر را حدود ۱۰ کیلومتر جابه‌جا نموده است. B- گسل کهورک، بیانگر جابه‌جایی راست بر نهشته‌های نئوژن به اندازه‌ی ۷ کیلومتر و یک آبراهه به اندازه‌ی ۱ کیلومتر است.

چین خوردگی و برخاستگی در منطقه جاری بوده‌اند و بعد از ایجاد این فرایندها نیز به مسیر خود ادامه داده‌اند (Davis Mulch 2003). در تصاویر ۵A، ۵B و ۵C دره‌های از پیش جاری در حالت‌های مختلف مشاهده می‌گردند. در تصویر ۵A منطقه چین‌خورده است ولی بالا آمدگی ندارد، اما رودخانه، قبل از بالا آمدگی وجود داشته و بعد از آن نیز به مسیر خود ادامه داده است. در تصویر ۵B گسلش هنوز عمل نکرده، اما بعد از عملکرد گسل، رودخانه به مسیر خود ادامه داده است. در تصویر ۵C که تلفیقی از گسلش و چین خوردگی است، رودخانه توانسته است مسیر قبلی خود را بییماید. منطقه‌ی مورد مطالعه تلفیقی از گسلش و چین خوردگی می‌باشد. رودخانه مراحل جوانی، بلوغ و پیری (مئاندری بودن) را طی نموده و به مرور زمان و افزایش نرخ برخاستگی منطقه، دوباره جوان شده است. گسل نصرت آباد امتدادلغز راست بر (Dextral) و دارای مؤلفه‌ی کوچک معکوس

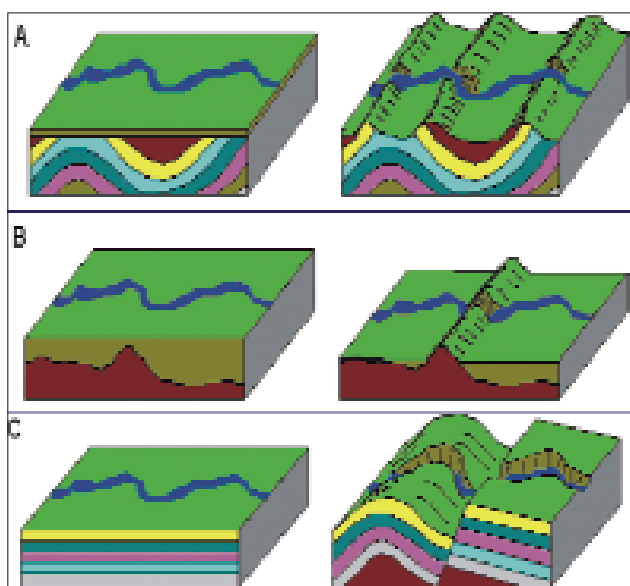
زمینه و ساختارهای مرتبط با آن‌ها صورت گرفته است (رضایی مقدم ۱۳۷۴). اکثر گسل‌های شرق و جنوب شرق ایران امتدادلغز می‌باشند. بنابراین مطالعه‌ی این گسل‌ها جهت درک نحوه‌ی شکل‌گیری ساختارهای ایجاد شده مهم می‌باشند. از آنجایی که این دو گسل از گسل‌های امتدادلغز بزرگ مقیاس و فعال (زلزله‌های تاریخی و دستگاهی) در جنوب شرق ایران می‌باشند، بنابراین می‌توان اکثر پدیده‌های ژئومورفیک را در این منطقه مشاهده نمود. از جمله پرتگاه گسلی، دره‌های خطی، پشته‌های کرکره‌ای و غیره که در این مطالعه دو مورد از این پدیده‌ها، حوضه‌های کششی و دره‌های از پیش جاری را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۶- رودخانه‌های پیشین (Antecedent River)

رودخانه‌های از پیش جاری رودخانه‌هایی هستند که قبل از گسلش،

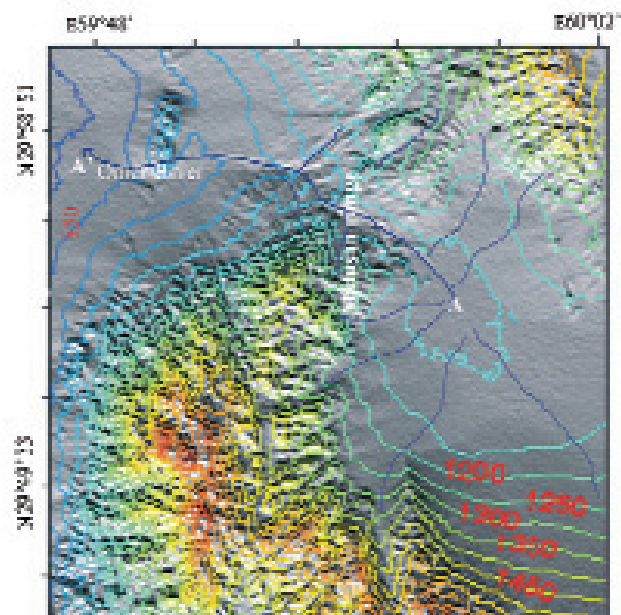


تصویر ۴- عناصر ریخت زمین ساختی همراه با گسلش امتدادلغز (Keller Pinter 1996)



تصویر ۵- طرحی شماتیک از مراحل مختلف تشکیل رودخانه‌های پیشین، در تصویر (A) رودخانه قبل از بالا آمدگی جریان داشته و پس از ظاهر شدن چین در سطح زمین نیز به مسیر خود ادامه می‌دهد. تصویر (B) در اثر نیروی قائم بالا آمدگی رخ داده ولی رودخانه به مسیر خود ادامه می‌دهد. تصویر (C) تلفیقی از چین خوردگی و گسلش را نشان می‌دهد که رودخانه مسیر خود را پیمایش نموده است.

است، بنابراین جابه‌جایی امتدادی این گسل بیشتر ناشی از برخاستگی می‌باشد. اما همین نرخ کم برخاستگی باعث ایجاد شیب کم و جاری شدن رودخانه از شرق به غرب گردیده است. رودخانه‌ی مئاندری عمر از نصرت آباد سرچشمه می‌گیرد و بعد از عبور از رشته کوه ملوسان در شمال غرب نصرت آباد و پس از طی مسیری پریپیچ و خم و طی مسافت ۳۵ کیلومتر وارد دشت لوت می‌شود. این رودخانه به صورت جانبی مسیر خود را فرسایش داده و اثر رودخانه‌های قدیمی را می‌توان در حاشیه‌ی دیواره‌ی فاقد فرسایش جانبی (قسمتی از دیواره‌ی رودخانه مئاندری که آب نمی‌تواند فرسایش دهد) مشاهده نمود (تصویر ۸). حوضه‌های آبریز این رودخانه، رودهایی هستند که از رشته کوه ملوسان سرچشمه می‌گیرند. همان‌طور که در تحلیل گسل نصرت آباد بیان شد قسمت شمال این گسل در شمال غرب نصرت آباد به عنوان منطقه‌ایی با فعالیت کم شناخته شده و بر این اساس می‌توان سه دلیل را برای



تصویر ۶- تصویر اس آر تی ام (SRTM) از منطقه‌ی نصرت آباد که به وسیله‌ی نرم‌افزاری آر-مپر نقشه‌ی توپوگرافی ۱/۱۰۰۰۰ تهیه گردیده است. این تصاویر دارای بعد ارتفاعی می‌باشند که در تهیه‌ی نقشه‌های توپوگرافی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این تصویر حوضه‌های آبریز رود عمر مشاهده می‌گردند. A و A' مسیر مقطع عرضی تصویر ۷ را نشان می‌دهند.

گردیده که با داشتن اختلاف ارتفاع و فاصله‌ی افقی بین این دو، گرادیان منطقه به دست می‌آید. همان‌طور که ذکر گردید، گسل‌های نصرت آباد و کهورک در برخاسته شدن منطقه نقش مهمی را ایفا نموده‌اند. زمان شکل‌گیری این رودخانه را می‌توان زمان بسته شدن این حوضه دانست. یعنی از زمان میوسن به بعد این رودخانه جاری و تا زمان حال به مسیر خود ادامه داده و توانسته است مسیر شرق به غرب را با بریدن محدوده‌ی برخاسته بین دوگسل ادامه دهد.

در کشور ما مطالعات زیادی بر روی این پدیده‌ها صورت نگرفته

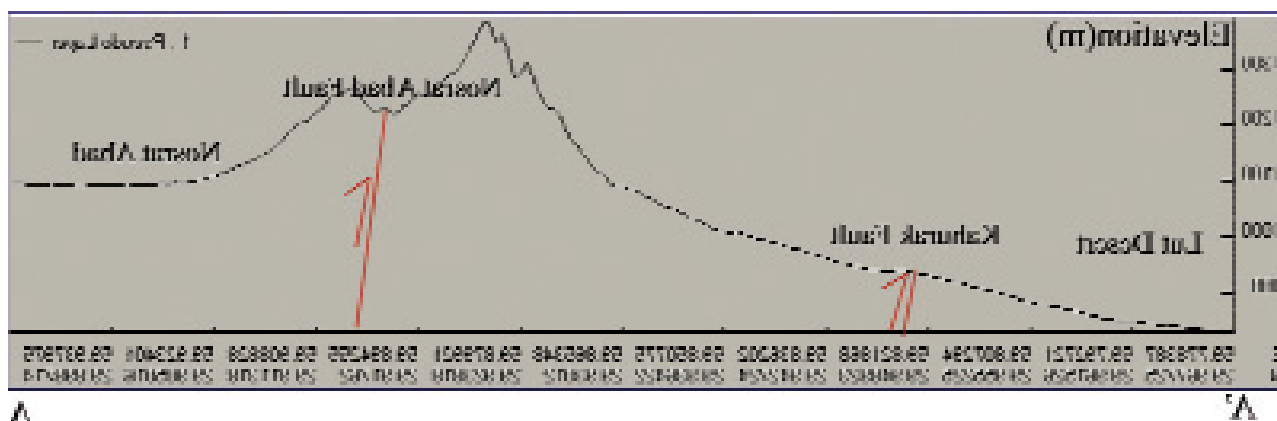
جاری شدن این رودخانه از شرق به غرب در نظر گرفت :

۱- مطالعه‌ی چین‌های این منطقه نشان می‌دهد که از نوع ناودیس بوده و به طرف شمال غرب پلانژ دارند. در نتیجه قسمت شمالی دارای ارتفاع کمتری نسبت به جنوب می‌باشد و رودخانه توانسته است در طی زمان زمین‌شناسی مسیر خود را فرسایش دهد و از سمت شرق به غرب جاری شود. نقشه‌ی زمین‌شناسی تصویر این ناودیس را نشان می‌دهد.

۲- داده‌های صحرایی مؤید این نکته است که سمت شرقی گسل نصرت آباد در حال برخاستگی می‌باشد و این عامل باعث قرارگیری این منطقه در ارتفاع بالاتری نسبت به کویر لوت شده است (تصویر ۸ مقطع عرضی گرفته شده در راستای رودخانه). به همین دلیل رودخانه‌هایی وجود دارند که با وجود برخاستگی منطقه، مسیر شرق به غرب را پیموه و وارد کویر لوت می‌شوند.

۳- فرسایش زیاد و جنس رسوبات سست (شیلی و ماسه‌سنگی) این منطقه باعث ادامه‌ی جریان در مسیر قبلی شده است. در تصاویر ۶ و ۷ ماهواره‌های این محدوده مشاهده می‌گردد.

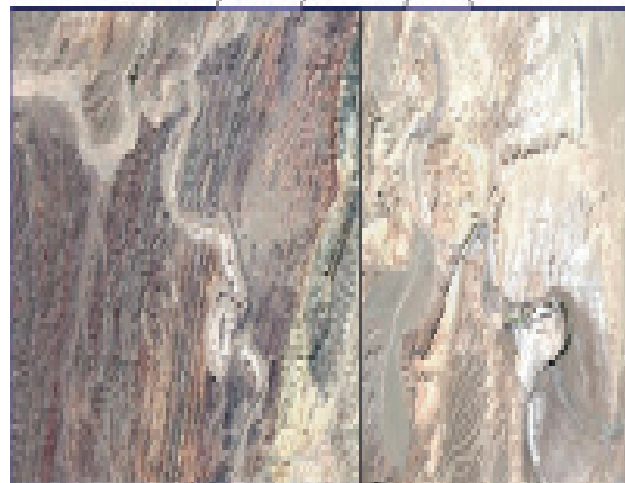
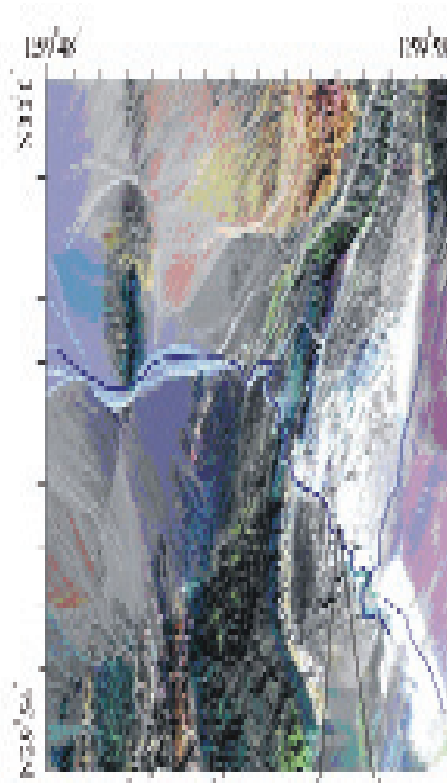
نقشه‌ی توپوگرافی تهیه شده توسط نرم‌افزاری آر-مپر نشان دهنده‌ی توپوگرافی بالای نصرت آباد هستند و در نتیجه باعث جاری شدن رودخانه‌ی عمر از طرف شرق به غرب شده است. شیب به دست آمده برای این منطقه پنج درجه به سمت غرب است که شیب ملایمی است. بنابراین در این شیب کم رودخانه‌های مئاندری شکل گرفته‌اند. مقطع عرضی گرفته شده توسط این نرم‌افزار نیز این شیب را تأیید می‌نماید. منطقه‌ی نصرت آباد در ارتفاع ۱۱۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد، ولی کویر لوت در ارتفاع ۸۰۰ متری از سطح دریا واقع



تصویر ۷- مقطع عرضی گرفته شده از تصاویر اس آر تی ام (SRTM) که دارای بعد ارتفاعی هستند و برخاستگی شرق گسل نصرت آباد را نشان می‌دهند. این گسل نقش مهمی در جریان مستمر رودخانه از سمت شرق به غرب داشته است.

راستای گسل ساختارهای کششی و فشارشی شکل می‌گیرند (McClay 1995). در تصویر ۹ نحوه‌ی شکل‌گیری مناطق تحت فشارش و کشش مشخص گردیده است.

یکی از ویژگی‌های گسل‌های امتدادلغز، قطعه قطعه بودن (Segment-Segment) این گسل‌ها می‌باشد (Leeder 1997). گسل نصرت آباد نیز از نوع امتداد لغز است که در راستای خود قطعه قطعه بوده و باعث تشکیل حوضه‌های کششی گردیده است. در جنوب نصرت آباد این گسل دارای روند $N160$ درجه می‌باشد، در حالی که در نزدیکی نصرت آباد اثری از گسل نصرت آباد وجود ندارد. تأثیر سطحی این گسل باعث برخاسته شدن رسوبات پلیو-کواترنر شده که در مسیر نصرت آباد به سمت ایستگاه بازرسی این مورد به خوبی دیده می‌شود. در ادامه، روند این گسل در شمال نصرت آباد آشکار گشته است. این انفصال در روند گسل، باعث تشکیل حوضه‌ای گردیده که تمام آبراهه‌های منطقه به طرف آبادی نصرت آباد سرازیر می‌شوند. این حوضه محدوده‌ی آبادی نصرت آباد و مناطق شمالی آن را در بر می‌گیرد. همچنین به نظر می‌رسد عامل شکل‌گیری باتلاق نصرت آباد که در ۷۵ کیلومتری شمال غرب نصرت آباد قرار دارد، به این امر مرتبط بوده و محدوده‌ی مرکزی کشش را نشان می‌دهد. تصویر ۱۰ نمایش شماتیک از این محدوده را نشان می‌دهد.

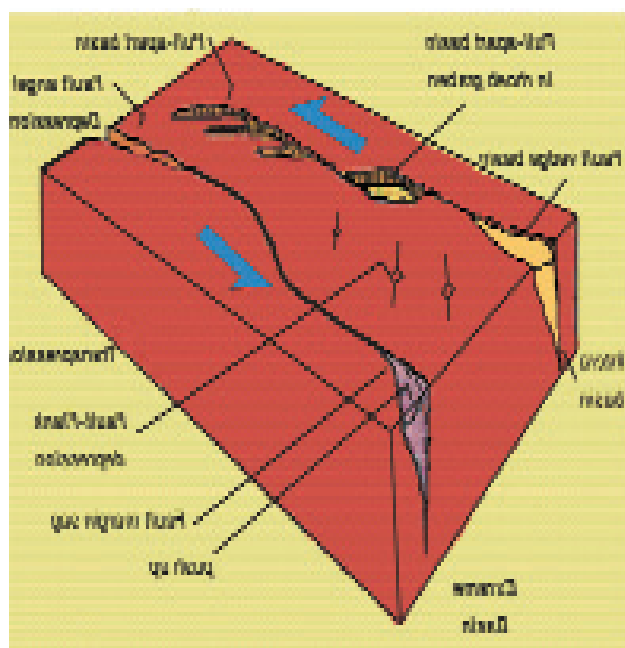


تصویر ۸- تصاویر ماهواره‌ای ای تی ام (ETM) با تفکیک بالا از دره‌ی رود عمر، این رودخانه با وجود برخاستگی در این مناطق هنوز به مسیر خود ادامه می‌دهد که نشان از پیش بودن فرسایش نسبت به برخاستگی است. اثر دره‌های قدیمی یا فسیل دره‌های پیشین در تصاویر آشکار است.

است. محققین زیادی گسل‌های امتدادلغز را مطالعه نموده‌اند، اما بر روی پدیده‌ی ژئومورفیک تحقیقات کمتری صورت گرفته و جای مطالعات بیشتری هنوز باقی است.

۷- موفه‌های کششی (Pull - apart)

حوضه‌های کششی معمولاً زمانی شکل می‌گیرند که سطح گسل دارای انحناء یا گسل به صورت منقطع باشد. در این صورت در



تصویر ۹- ساختارهای فشارشی و کششی که در راستای گسل امتدادلغز شکل می‌گیرند (McClay 1995)

مراجع

آقنابتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، انتشارات صنوبر: ۶۸-۷۱.

بربریان، م.، ۱۳۶۲، دگرریختی قاره‌ای در فلات ایران زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، گزارش شماره‌ی ۵۲.

درویش زاده، ع.، ۱۳۷۰، زمین‌شناسی ایران، نشر دانش امروز: ۶۸-۷۶.

زنده‌دل، ح.، ۱۳۷۹، مجموعه راهنمای ایرانگردی استان سیستان و بلوچستان، نشر ایرانگردان: ۳۴-۴۵.

شهرابی، م.، ۱۳۷۳، شرح نقشه‌ی زمین‌شناسی چهارگوش ا...آباد، مقیاس ۱:۷۲۵۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.

شوقی، ج.، ۱۳۸۶، تحلیل هندسی و جنبشی منطقه‌ی نصرت آباد و کهورک جهت تعیین زون برشی، رساله‌ی کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه سیستان و بلوچستان: ۶۴-۶۷.

رضایی مقدم، م. ح.، ۱۳۷۴، پژوهش در تشکیل کوهپایه‌ها و دشت‌های انباشتی دامنه‌ی جنوبی میشو با تأکید بر مورفوکلیما و مورفوتکتونیک، رساله‌ی دوره‌ی دکتری، دانشگاه تبریز، گروه جغرافیا: ۸۰-۱۲۰.

نوگل سادات، م. ع. ا.، ۱۳۷۲، نقشه‌ی تکتونیک ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.

نگهبان، م.، ۱۳۸۴، تحلیل مورفوتکتونیک و نفوتکتونیک نصرت آباد، رساله‌ی کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه سیستان و بلوچستان: ۹۸-۱۰۰.

Chen, Y. C., Sung, Q. & Cheng, K. Y., 2003, "Along-strike variations of morphotectonic features in the Western Foothills of Taiwan: Tectonic implications based on stream-gradient and hypsometric analysis", *Geomorphology*, Vol. 56 (1-2): 109-137.

Christic, N. & Biddle, K. T., 1985, "Deformation and basin formation along strike-slip faults", *Soc. Econ. Paleon. Mineral. Spices*, Vol. 37: 1-34.

Dewey, J. F., 1992, "Active tectonics of the Andes", *Tectonophysics*, Vol. 205 (1-3): 79-95.

Doornkamp, A., 1986, "Geomorphological approaches to the study of neotectonics", *J. Geol. Soc. London*, Vol. 143 (2): 335-342.

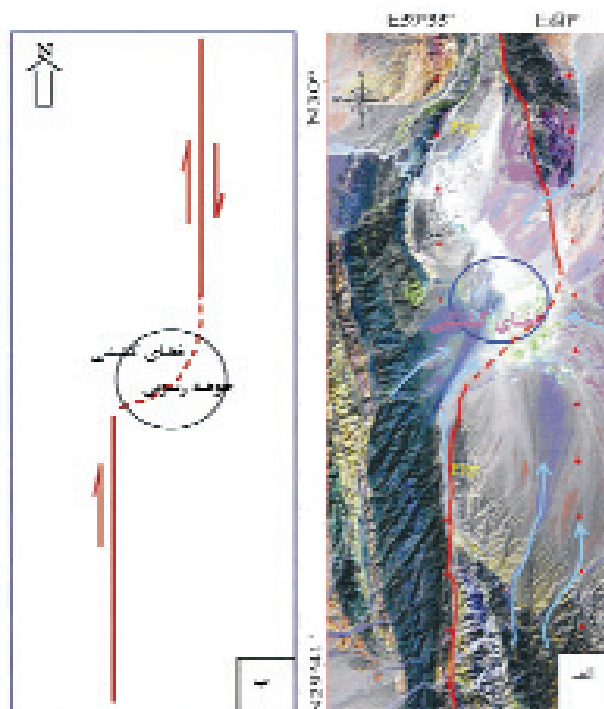
Fodor, L., Bada, G., Csillag, G. & Horvath, E., 2005, "An outline of neotectonic structures and morphotectonics of the western and central Pannonian basin", *Tectonophysics*, Vol. 410 (1-4): 15-41.

Keller, E. & Pinter, N., 1996, "Active tectonics: earthquakes, uplift and landscape", *University of California, Santa Barbara*, Vol. 4: 48-60.

Leeder, M., 1997, "Depositional models for active rifts, tectonic, climatic on sediment supply", *Geological Soc. Am.*, Vol. 29 (6): 239-252.

McClay, K. & Dooley, T., 1995, "Analogue models of pull-apart basins", *Geology*, Vol. 23 (8): 711-714.

Davis, S. J. & Mulch, A., 2003, "Climate, tectonic and landscape evolution", *Stanford University*, Vol. 3: 54-68.



تصویر ۱۰- الف: تصویر ماهواره‌ای لندست با ترکیب بانده‌ی ۱-۳-۵ از روند گسل نصرت آباد و حوضه‌ی مورد نظر تصویر. ب- نمایش شماتیک نحوه‌ی ایجاد فضای کششی حاصل عملکرد گسل‌های امتدادلغز

۸- نتیجه‌گیری

داده‌های ماهواره‌ای و صحرائی نشان دهنده‌ی امتدادلغز بودن گسل‌های منطقه هستند. اکثر ساختارهای مرتبط با گسل‌های امتدادلغز در این منطقه شکل گرفته‌اند. حرکت قائم و امتدادی گسل‌های امتدادلغز باعث برخاسته شدن سمت شرق گسل نصرت آباد و محدوده‌ی بین گسل نصرت آباد و کهورک شده است. قطعه‌قطعه بودن گسل باعث ایجاد فضایی کششی و تشکیل حوضه‌ی فرونشست دشت نصرت آباد، به خصوص در بخش شمالی آن شده است.

میانگین نرخ جابه‌جایی بر اساس داده‌های ژئومورفیک برای گسل نصرت آباد ۳ mm/yr به دست آمده است. بخش شمالی گسل نصرت آباد طبق شواهد جابه‌جایی رودخانه، دارای فعالیت کمتری نسبت به جنوب است.

گرادیان مقطع زده شده در راستای رودخانه عمر، پنج درجه به سمت غرب می‌باشد. این شیب ملایم منجر به ایجاد رودخانه مئاندری عمر گشته است و توانسته بر برخاستگی منطقه‌ی میانی گسل‌های نصرت آباد و کهورک غلبه نموده و باعث شکل‌گیری رودخانه‌ی از پیش جاری گردد.