

تحلیل زمین ریخت شناختی فعالیت‌های زمین ساختی موثر در شکل گیری دریاچه مهارلو

علی فقیه

استادیار بخش علوم زمین، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

بابک سامانی

استادیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران

سامان خبازی، ریحانه روشنگر

دانشجوی کارشناسی ارشد، بخش علوم زمین، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۶/۰۲

afaghiah@shirazu.ac.ir

چکیده

دریاچه مهارلو به صورت یک فرونشست زمین ساختی با روند شمال غرب- جنوب شرق تحت تاثیر عملکرد گسل های مهارلو و قره در جنوب شرق شهر شیراز تشکیل شده است. وجود گسل در حاشیه دریاچه و ایجاد سیمای زمین ریختی در جبهه های کوهستانی مجاور، زمینه مناسبی را برای ارزیابی فعالیت های زمین ساختی موثر در شکل گیری آن فراهم نموده است. با رویکرد کمی در تحلیل های زمین ریخت شناسی و اندازه گیری شاخص های زمین ریختی نظیر شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان (S_{mf}) و شاخص نسبت پهنای دره به عمق دره (V_f)، میزان فعالیت زمین ساختی گسل های موثر در شکل گیری این دریاچه مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج حاصل از تحلیل های زمین ریختی و ریخت سنجی در امتداد جبهه های کوهستان حاشیه دریاچه مهارلو حاکی از آن است که میزان فعالیت زمین ساختی در بخش های شمال شرق (گسل مهارلو) و جنوب غرب (گسل قره) این دریاچه متفاوت است. این نتایج نشان می دهد که گسل قره از لحاظ میزان فعالیت زمین ساختی، فعال تر از گسل مهارلو می باشد. نتایج حاصل از تحلیل آماری داده های زمین ریختی در طول گسل های قره و مهارلو حاکی از رده بندی فعالیت زمین ساختی در طول هر کدام از این گسل هاست که می تواند در ارتباط با تغییر شرایط زمین شناسی و یا جزء بندی استرین در طول گسل ها باشد.

کلمات کلیدی: شاخص زمین ریختی، فعالیت زمین ساختی، دریاچه مهارلو، گسل قره، گسل مهارلو

مقدمه

فعالیت زمین ساختی، شکل گیری، توسعه و تکامل زمیندیس ها نقش بسزایی در این گونه مطالعات دارندهدف از انجام این پژوهش، ارزیابی میزان فعالیت زمین ساختی گسل های محصور کننده دریاچه مهارلو واقع در جنوب شرق شهر شیراز و نقش آنها در توسعه و تکامل دریاچه مهارلو می باشد. با توجه به اعتبار شاخص های زمین ریختی در مطالعات زمین ریخت شناسی زمین ساختی و به منظور ارزیابی و مقایسه فعالیت این گسل ها در زمان کواترنری، از شاخص های زمین ریختی پیچ و خم جبهه کوهستان (S_{mf}) و نسبت پهنای بستر دره به عمق دره (V_f) استفاده شده است. مطالعه همزمان این دو شاخص در رده بندی میزان فعالیت زمین ساختی گسل های شکل دهنده جبهه کوهستان بسیار مفید است. این روش به عنوان یک ابزار مفید در ارزیابی زمین ساخت مناطق مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (Silva et al., 2003; El-Hamdouni et al., 2008).

زمین ریخت شناسی زمین ساختی (Tectonic Geomorphology) به عنوان شاخه ای از علوم زمین به مطالعه ارتباط مابین فرایندهای زمین ریختی و زمین ساختی ایجاد کننده چشم اندازها و زمیندیس های مختلف در مناطق فعال زمین می پردازد. پیشرفت های اخیر در زمینه مباحث تئوری و نمایش کمی فرایندهای زمین ریختی و زمین ساختی، باعث فراگیرتر شدن کاربرد این شاخه از علوم زمین در مطالعات گوناگون گردیده است (Burbank and Anderson, 2001). ریخت سنجی یا سنجش کمی چشم اندازها و اشکال سطح زمین یکی از تکنیک های مهم مورد استفاده در مطالعات زمین ریخت شناسی زمین ساختی می باشد. روشهای عددی و کمی، زمین ریخت شناس را قادر خواهد ساخت تا به طور عینی تکامل اشکال مختلف زمین را مورد مقایسه و ارزیابی قرار دهد (Keller and Pinter, 2002). در این راستا شاخص های زمین ریختی به عنوان ابزاری سودمند در ارزیابی میزان

موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی

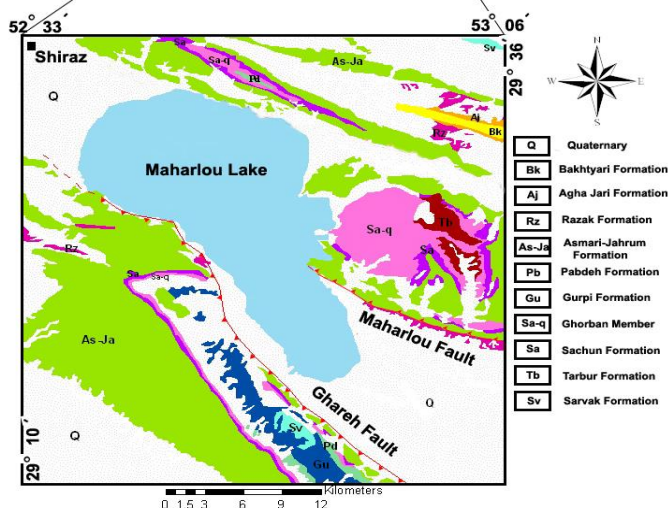
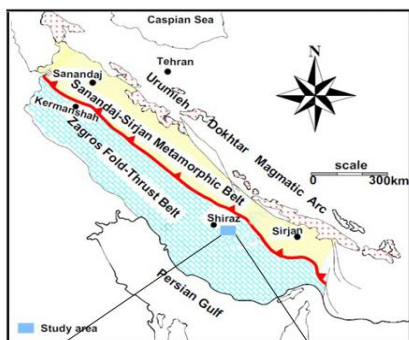
حوضه دریاچه مهارلو با طول جغرافیایی $33^{\circ} 52'$ تا $53^{\circ} 06'$ شرقی و عرض جغرافیایی $29^{\circ} 10'$ تا $29^{\circ} 36'$ شمالی، در فاصله ۱۸ کیلومتری جنوب شرق شهر شیراز واقع شده است. مهم ترین راه ارتباطی این حوضه، جاده آسفالت شیراز-فسا است که از حاشیه جنوبی دریاچه عبور کرده و پس از گذر از شهر سروستان از حوضه خارج می شود. در زمان پربابی، طول دریاچه در حدود ۲۸ کیلومتر و پهنای آن در حدود ۱۵ کیلومتر است. مساحت این دریاچه در فصول مختلف متفاوت و تابع بارش های جوی است و حداکثر به ۲۸۰ کیلومتر مربع می رسد. ارتفاع این دریاچه ۱۴۶۰ متر از سطح دریا و بیشینه ژرفای آن در دوره پربابی ۲ متر می باشد. دریاچه مهارلو یک دریاچه شور موقتی است به طوری که در فصول زمستان و بهار، دریاچه پر آب و در فصول تابستان و پائیز، دریاچه کم آب و گاه خشک می شود. در حوضه آبریز مهارلو رودخانه دائمی وجود ندارد. مسیل های نهر اعظم (رودخانه خشک) و باباحاجی شبکه اصلی آبنگاری منطقه مورد مطالعه را تشکیل می دهند. سطح آب دریاچه متأثر از حجم آبهای سطحی و زیر زمینی وارده به آن، بارندگی در سطح دریاچه و میزان تبخیر است. تپ آبهای وارده به دریاچه به طور عمده سولفاتی و بیکربناتی و متأثر از سازند های زمین شناسی حوضه آبریز است. میانگین بیشینه دمای سالانه حوضه مهارلو ۲۳ درجه سانتی گراد و میانگین بارندگی سالانه ۳۴۱ میلی متر و بیشترین آن مربوط به ماههای بهمن و اسفند است. میانگین تبخیر در حوضه مهارلو ۲۳۹۱ میلی متر در سال می باشد (Fayazi et al., 2007; Forghani et al., 2009).

جایگاه زمین شناختی و زمین ساختی

کمبرند چین- رانده زاگرس به عنوان بخشی از کمربند کوهزایی زاگرس در حاشیه شمال شرقی پلاتفرم عربی واقع گردیده است (Berberian and King, 1981). دگرشکلی ناحیه ای ناشی از برخورد پلیت عربی با خرده قاره های ایران مرکزی باعث شکل گیری و توسعه گسلهای بزرگ تراسی و امتدادلغز و کوتاه شدگی پوسته در زاگرس گردیده است. این کمربند چین-رانده با طول تقریبی ۱۸۰۰ کیلومتر و عرض ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتر از شرق ترکیه آغاز و تا تنگه هرمز ادامه دارد (Alavi, 1994). دریاچه مهارلو در فاصله ۱۸ کیلومتری جنوب شرق شهر شیراز در بخش مرکزی کمربند چین-رانده زاگرس واقع شده است (شکل ۱). عمده ترین سازند های پروژند یافته در منطقه مورد مطالعه به ترتیب سنی از قدیم به جدید شامل تاربور، سروک، پابده، گوری، ساچون و آسماری-چهرم است که اغلب شامل آهک، مارن، شیل و رسوبات تبخیری می باشند. سازند آسماری-چهرم نسبت به سایر سازندها دارای بیشترین گسترش و سازنده اصلی جبهه های کوهستانی مورد مطالعه می باشد. حفاریهای انجام شده در دریاچه مهارلو توسط شرکت توسعه علوم زمین بیانگر آن است که تا ژرفای ۲۳ متری، رسوبات منفصل و سخت نشده دریاچه کنونی وجود دارد (Fayazi et al., 2007). دریاچه مهارلو از طرف شمال شرق و جنوب غرب به ترتیب توسط جبهه های کوهستانی تاقدیس های احمدی و قره و گسل های تراسی مهارلو و قره محصور گردیده است.

گسل مهارلو

گسل مهارلو با طول تقریبی ۴۶ کیلومتر و امتداد ۱۳۰ درجه در کناره شمال شرق دریاچه واقع شده است (شکل ۲). از دیدگاه زمین ریخت شناسی راندگی مهارلو یک گسل طولی بوده و میزان مؤلفه قائم و افقی لغزش شیبی در حدی است که شکل گیری و تکوین دشت سروستان و کاهش تدریجی بخش جنوب شرق دریاچه را در کنترل داشته است. از دیدگاه ویژگی های لرزه زمین



ساختی این گسل در گروه گسلهای پویا قرار می گیرد به طوری که رخداد زمین لرزه ۳ اکتبر ۱۹۸۸ را می توان نتیجه بروز جنبش در این راندگی دانست. با توجه به خصوصیات ریخت زمین ساختی، آثار جنبش در این گسل را می توان تا پلئستوسن بالایی و هولوسن ردیابی نمود. ساز و کار جابجایی تدریجی در طول راندگی مهارلو در پایداری و تداوم بخش شمال شرق حوضه رسوبگیر دریاچه مهارلو مهم می باشد (عندلیبی و اوپسی، ۱۳۷۸).

گسل قره

گسل قره در حاشیه جنوب غرب دریاچه واقع گردیده و دارای طول تقریبی ۴۲ کیلومتری باشد. امتداد این گسل بین ۱۱۰ تا ۱۴۰ درجه متغیر است (شکل ۳). ساز و کار حرکتی گسل قره در زایش و پایداری دریاچه مهارلو با اهمیت می باشد. گسل قره بر اساس ویژگی های لرزه زمین ساختی از جمله گسل های فعال کوتاه تر محسوب می گردد به طوری که می توان رخداد های زمین لرزه های ۲ ژانویه ۱۹۶۸، ۲۶ مارس ۱۹۶۸، ۲۹ نوامبر ۱۹۷۱، ۲۹ دسامبر ۱۹۷۱، ۲۶ دسامبر ۱۹۷۴ و ۴ جولای ۱۹۸۵ را به جنبش در طول این گسل نسبت داد. بر اساس ویژگی های مورفومتریکی کف دریاچه مهارلو می توان دریافت که نقش گسل قره بر ریختار کف حوضه بیشتر از گسل مهارلو بوده است. ژرفترین بخش دریاچه در قسمت جنوب غرب دریاچه قرار دارد. این وضعیت می تواند نتیجه پویایی بیشتر گسل قره نسبت به گسل مهارلو باشد (عندلیبی و اوپسی، ۱۳۷۸).

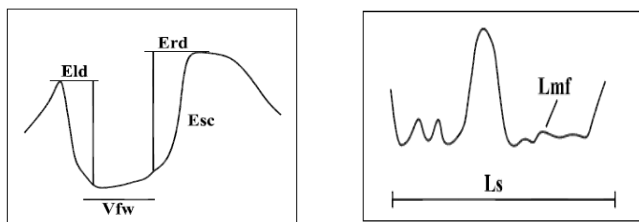
داده های مورد نیاز برای انجام این پژوهش از نقشه های توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، تصاویر ماهواره ای و بازدیدهای صحرایی به دست آمده است. محاسبه شاخص های زمین ریختی با استفاده از نرم افزار ArcGIS 9.3 صورت پذیرفته است. شاخص های ریختی مورد استفاده در این پژوهش به شرح ذیل می باشد:

شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان

این شاخص تعادل بین نیروهای فرسایشی و زمین ساختی را نشان می دهد. فرایندهای فرسایشی به بریدن و ایجاد شکل های خلیجی در داخل جبهه کوهستان تمایل دارند در حالی که نیروهای زمین ساختی تمایل به ایجاد یک جبهه کوهستانی مستقیم دارند (Silva et al., 2003). شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$S_{mf} = L_{mf} / L_S$$

در رابطه فوق S_{mf} شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان، L_{mf} طول جبهه کوهستان در امتداد کوهپایه و L_S طول خط مستقیم جبهه کوهستان را نشان می دهد (شکل ۴). جبهه کوهستانی در حال بالا آمدگی، نسبتاً خطی بوده و با مقادیر S_{mf} کم مشخص می شود. اگر نرخ بالا آمدگی کاهش یابد یا متوقف شود، فرآیند های فرسایش جبهه کوهستان را به طور قهقراایی حفر خواهند کرد و شاخص S_{mf} افزایش می یابد.



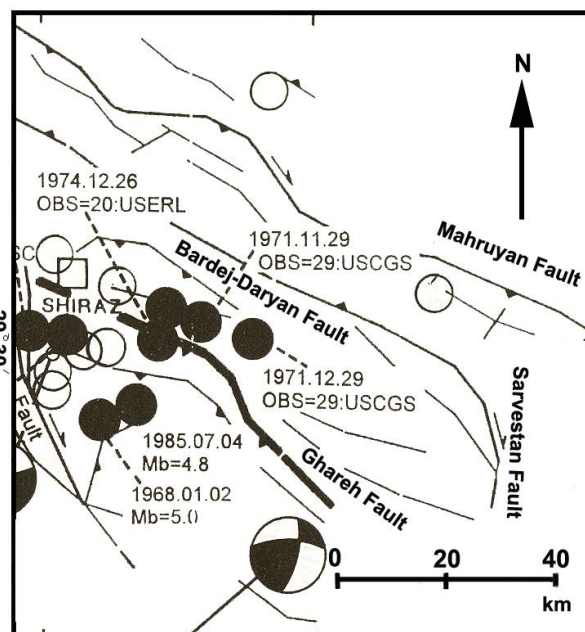
شکل ۴. شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان (سمت راست) و شاخ برگرفته از Silva et al. (2003). نسبت پهنای بستر دره به عمق دره (سمت چپ)

شاخص نسبت پهنای بستر دره به عمق دره

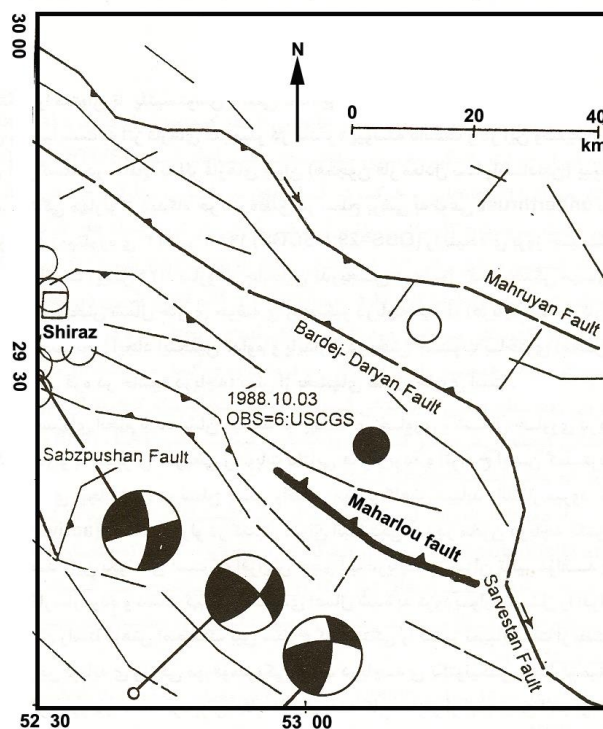
این شاخص دره های U شکل با مقادیر V_f نسبتاً زیاد را از دره های V شکل با مقادیر کم V_f از یکدیگر تفکیک می کند. مقادیر زیاد V_f مرتبط با نرخ های کم بالا آمدگی می باشد. در این حالت رود پهنای بستر خود را فرسایش داده به طوری که به طور گسترده پهنای بستر دره افزایش می یابد و دره U شکل ایجاد می شود. مقادیر کم V_f بیانگر دره های عمیق همراه با رودهایی است که به طور فعال کف بستر خود را حفر می کنند. این نواحی معمولاً همراه با بالا آمدگی زیاد هستند. شاخص نسبت پهنای بستر دره به عمق دره توسط رابطه زیر محاسبه می شود:

$$V_f = 2V_{fw} / [(E_{ld} - E_{sc}) + (W_{rd} - E_{sc})]$$

در رابطه فوق V_f نسبت عرض به ارتفاع دره، V_{fw} پهنای کف دره، E_{ld} ارتفاع دیواره سمت چپ دره، E_{sc} ارتفاع دیواره سمت راست دره و E_{sc} ارتفاع بستر دره می باشد (شکل ۴).



شکل ۲. نقشه راندگی مهارلو و کانون رو سطحی دستگاهی (دایره های مشکی) (عندلیبی و اویسی، ۱۳۷۸)



شکل ۳. نقشه راندگی قره و کانون رو سطحی دستگاهی (دایره های مشکی) (عندلیبی و اویسی، ۱۳۷۸)

روش مطالعه

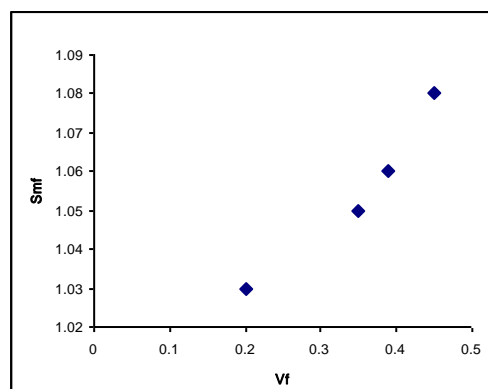
به منظور ارزیابی عملکرد فعالیت های زمین ساختی موثر در شکل گیری دریاچه مهارلو، سنجش های کمی ریخت سنجی در این ناحیه انجام شده است.

گسلی (Ramp valley) نامیده می شوند (Cobbold et al., 1993). این دره ها شبیه به دره های کافتی هستند ولیکن تحت تاثیر عملکرد دو گسل تراستی غیر همسو ایجاد شده اند. عملکرد دو گسل غیر همسوی مهارلو و قره در شکل گیری یک فرونشست زمین ساختی با امتداد شمال غرب-جنوب شرق و تشکیل دریاچه مهارلو به صورت یک دره میان گسلی موثر بوده است (Faghih et al., 2011). مطالعه شاخص های زمین ریختی در طول گسل های ایجاد کننده این دریاچه، اطلاعات مفیدی را در مورد میزان فعالیت های زمین ساختی موثر در شکل گیری این دریاچه به ما می دهد.

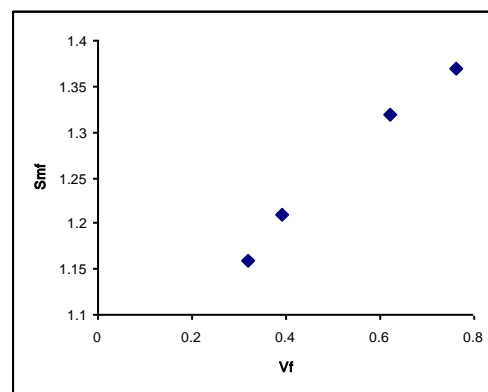
برخی از محققین زمین ریخت شناسی بر اساس مقادیر مختلف شاخص های زمین ریختی، رده های مختلف میزان فعالیت زمین ساختی را برای نواحی مختلف معرفی نموده اند. رده های معرفی شده توسط El-Hamdouni et al. (2008). بیانگر این مطلب است که در جبهه های کوهستانی فعال (رده ۱) مقدار شاخص S_{mf} کمتر از ۱/۱ است ($S_{mf} < 1/1$). در جبهه های کوهستانی نیمه فعال (رده ۲) مقدار این شاخص بین ۱/۱ تا ۱/۵ متغیر است ($1/1 \leq S_{mf} < 1/5$). در صورتی که مقدار این شاخص بیشتر از ۱/۵ ($S_{mf} \geq 1/5$) باشد نشان دهنده وجود جبهه های کوهستانی غیر فعال (رده ۳) می باشد. در رده بندی دیگری که توسط Silva et al. (2003) در مورد جبهه های کوهستانی صورت گرفته است، جبهه های کوهستانی خطی دارای مقادیر شاخص S_{mf} کمتر از ۱/۵ می باشند که معرف رده (۱) میزان فعالیت زمین ساختی در این رده بندی است. در رده (۲) این رده بندی، جبهه های کوهستانی دارای پیچ و خم بیشتر بوده و شاخص S_{mf} بین ۱/۸ تا ۲/۳ متغیر است. بر اساس این داده ها گسل قره و گسل مهارلو در رده (۱) تقسیم بندی (Silva et al. 2003) قرار می گیرند. علاوه بر این، این دو گسل بر اساس رده بندی El-Hamdouni et al. (2008) به ترتیب در رده ۱ و ۲ میزان فعالیت زمین ساختی قرار می گیرند.

رده بندی مشابهی نیز بر اساس مقدار شاخص V_f توسط محققین فوق صورت پذیرفته است. در رده (۱) El-Hamdouni et al. (2008) مقادیر کوچکتر از ۰/۵ بر وجود جبهه های کوهستانی فعال دلالت دارد. هم چنین مقادیر V_f حد فاصل ۰/۵ تا ۱ معرف فعالیت زمین ساختی متوسط (رده ۲) است. در صورتی که مقادیر V_f بزرگتر از ۱ باشد جبهه کوهستانی در رده ۳ قرار می گیرد که معرف جبهه کوهستانی غیر فعال می باشد. بر اساس داده های ریخت سنجی حاصل از بررسی دره های موجود در جبهه های کوهستانی مورد مطالعه، گسل قره در رده (۱) El-Hamdouni et al. (2008) و رده ۱ و ۲ (Silva et al. 2003) قرار می گیرد. مقادیر شاخص V_f در دره های منتهی به جبهه کوهستانی مهارلو معرف رده ۱ و ۲ El-Hamdouni et al. (2008) و رده ۲ Silva et al. (2003) می باشد. طبق مقادیر شاخص های S_{mf} و V_f بدست آمده در این پژوهش برای گسلهای قره و مهارلو، می توان چنین بیان کرد که میزان فعالیت زمین ساختی در امتداد گسل قره بیشتر از گسل مهارلو است. در بخش های جنوب غرب دریاچه و در امتداد گسل قره مقادیر کم شاخص S_{mf} و V_f نشان دهنده میزان فعالیت زمین ساختی زیاد است در حالیکه مقادیر بدست آمده از این شاخص در امتداد گسل مهارلو حاکی از فعالیت زمین ساختی کمتر در حاشیه شمال شرق نسبت به جنوب غرب دریاچه است.

مقدار شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان (S_{mf}) برای جبهه کوهستانی قره بین ۱/۰۳ تا ۱/۰۸ محاسبه گردید. مقادیر این شاخص برای جبهه کوهستانی مهارلو بین ۱/۱۶ تا ۱/۳۷ متغیر است. مقادیر شاخص نسبت پهنای بستر دره به عمق دره (V_f) برای دره هایی که جبهه کوهستانی قره را بریده اند بین ۰/۲ تا ۰/۴۵ می باشد در حالی که مقدار این شاخص در دره های منتهی به جبهه کوهستانی مهارلو بین ۰/۳۲ تا ۰/۷۶ متغیر است. تحلیل های آماری رگرسیون به روش (Silva et al., 2003) بر روی داده های V_f و S_{mf} صورت گرفت و در طول هر گسل دو رده مختلف بر حسب میزان فعالیت زمین ساختی مشخص گردید (شکل ۵ و شکل ۶).



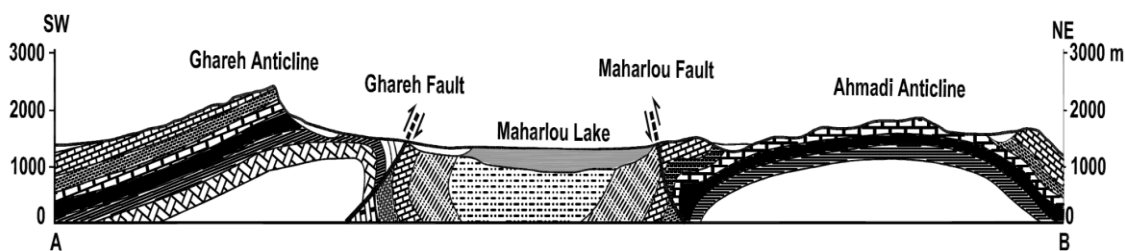
شکل ۵. نتایج آنالیز رگرسیون بر روی پارامترهای V_f و S_{mf} در طول گسل قره



شکل ۶. نتایج آنالیز رگرسیون بر روی پارامترهای V_f و S_{mf} در طول گسل مهارلو

بحث و نتیجه گیری

با نگاهی به تصاویر ماهواره ای و مشاهدات صحرایی منطقه مورد مطالعه می توان دریافت که دریاچه مهارلو توسط دو گسل تراستی غیر همسو احاطه گردیده است. با توجه به موقعیت دریاچه و نحوه قرارگیری و جهت گیری این دو گسل نسبت به یکدیگر می توان چنین بیان کرد که دریاچه مهارلو یک فرونشست زمین ساختی است که تحت تاثیر عملکرد این گسلها ایجاد شده است (شکل ۷). این گونه فرونشست های زمین ساختی را دره میان



شکل ۷. برش عرضی زمین شناسی نمایش دهنده نقش گسل های قره و مهارلو در شکل گیری دریاچه مهارلو در یک دره میان گسلی (Rift valley)

طول هر گسل می تواند به تغییر در شرایط زمین شناسی و یا جزء بندی
استرین در طول هر یک از این گسل ها مرتبط باشد.

قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب سپاس و تشکر خود را به داوران فصلنامه زمین شناسی
کاربردی پیشرفته به خاطر نقطه نظرات سازنده شان ابراز می نمایند. همچنین
از معاونت محترم پژوهشی دانشکده علوم دانشگاه شیراز به سبب همکاری
صمیمانه سپاسگزاریم.

منابع

- عندلیبی. م.ج، اویسی. ب.، ۱۳۷۸، ساینموتکتونیک مدرن، انتشارات تخت
جمشید، شیراز، ایران، ۳۱۸ صفحه.
- Alavi.M., 1994, Tectonic of the Zagros orogenic belt
of Iran: new data and
interpretations, Tectonophysics, Vol: 229,
p:211-238.
- Berberian.M., King.G.C., 1981, Towards a
palaeogeography and tectonics evolution of
Iran, Canadian Journal of Earth Sciences,
Vol: 18, p: 210-265.
- Burbank.D., Anderson.R., 2001, Tectonic
Geomorphology. Blackwell Science, Oxford.
- Cobbold.P.R., Davy.P., Gapais.D., Rossello.E.A.,
Sadybakasov.E., Thomas.J.C., Tondji.J.J.,
Urreiztieta.M.D., 1993, Sedimentary basins
and crustal thickening. Sedimentary
Geology, Vol: 86, p:77-89.
- El-Hamdouni.R., Irigaray.C., Fernandez.T.,
Chacón.J., Keller.E.A., 2008, Assessment of
relative active tectonics, southwest border of
Sierra Nevada (southern Spain),
Geomorphology, Vol: 96, p:150-173.
- Faghih.A., Samani.B., Kusky.T., Khabazi.S.,
Roshanak.R., 2011, Geomorphologic
assessment of tectonic activity in the
Maharlou Lake Basin, Zagros Mountains of
Iran. Geological Journal (in press).
- Fayazi.F., Lak.R., Nakhaei.M., 2007,
Hydrogeochemistry and brine evolution of
Maharlou Saline Lake, southwest of Iran.
Carbonates and Evaporites, Vol: 22, p:33-42.
- Forghani.G., Moore.F., Lee.S., Qishlaqi.A., 2009,
Geochemistry and speciation of metals in
sediments of the Maharlu Saline Lake,
Shiraz, SW Iran. Environmental Earth
Sciences, Vol: 59, p:173-184.
- Keller.E.A., Pinter.N., 2002, Active tectonics:
Earthquakes, Uplift and Landscapes. Prentice
Hall, New Jersey, 338 pp.
- Silva.P.G., Goy.J.L., Zazo.C., Bardajm.T., 2003,
Fault generated mountain fronts in Southeast
Spain: geomorphologic assessment of
tectonic and earthquake activity.
Geomorphology, Vol: 250, p:203-226.