

بررسی اثر گسل شازند در زمین‌ساخت فعال منطقه گلپایگان

علیرضا ندیمی^۱، حمید ثمری^۲، علی محمد رجبی^۳، سید جواد طباطبایی^۴

۱ و ۲ و ۳ و ۴ - گروه زمین‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات

geotecton@yahoo.com

چکیده

شواهد ساختاری و زمین‌شناسی در منطقه گلپایگان نشان می‌دهد که دو سیستم گسل فعال به موازات و عمود بر راندگی اصلی زاگرس وجود دارد. گسل شازند با طول ۱۹۰ کیلومتر یکی از گسل‌های اصلی منطقه است که با روند شمال غرب-جنوب شرق از شمال غرب شازند تا جنوب غرب اصفهان امتداد یافته است. در حوالی شهر گلپایگان، گسل شازند و شاخه فرعی آن، "گسل حسین آباد" باعث بوجود آمدن منطقه فعال شده اند. این گسل‌ها دارای مولفه‌های شیبی معکوس و امتدادی راستگرد می‌باشند. گسل شازند باعث جابجایی و چرخش مخروط‌های افکنه و آبرفت‌های کواترنری، تغییر مسیر ۴ کیلومتری رودخانه‌های گلپایگان و خمین، بالا آمدگی دشت گلپایگان و فرسایش قائم شدید گردیده است. افزایش سرعت فرسایش قائم در سال‌های اخیر و آثار برجای مانده از حرکت گسل‌ها بر روی رسوبات کواترنری، نشان می‌دهد که منطقه گلپایگان از نظر زمین‌ساختی فعال است.

کلمات کلیدی: زاگرس، گلپایگان، زمین‌ساخت فعال، گسل شازند.

مقدمه

عمود بر روند راندگی اصلی زاگرس را نشان می‌دهد. از گسل‌های موازی با راندگی زاگرس می‌توان به دنباله گسل شازند اشاره نمود که در نواحی گلپایگان بی حرکت به نظر می‌رسد و از گسل‌های عمود بر راندگی زاگرس نیز می‌توان به گسل‌های موته اشاره نمود. در این مقاله با بررسی شواهد زمین‌شناسی مختلف به ردیابی اثرات و شناسایی گسل شازند و تاثیر آن در زمین‌ساخت فعال منطقه گلپایگان پرداخته شده است.

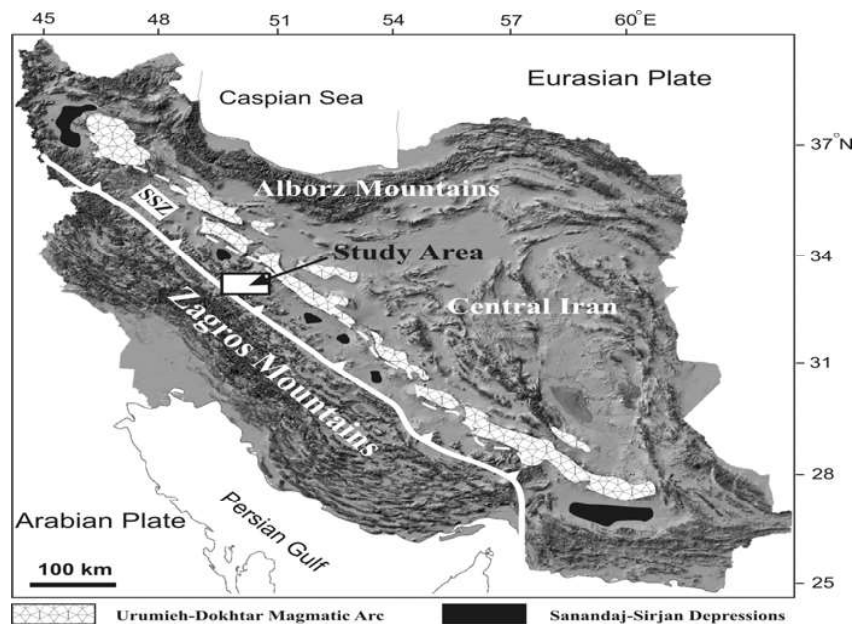
منطقه گلپایگان در تقسیم‌بندی ساختاری ایران در محدوده ناحیه دگرگونی سنندج-سیرجان و در حاشیه شمالی رشته کوه های زاگرس قرار گرفته

مطالعات زمین‌شناسی انجام شده در منطقه گلپایگان در حاشیه شمالی رشته کوه‌های زاگرس به طور عمده به وضعیت فعالیت‌های آذرین و تغییر شکل‌های به وجود آمده در طی دگرگونی‌های متعدد دوران‌های گذشته، کانسارها و موقعیت اقتصادی این ناحیه پرداخته است. عدم وقوع زمین‌لرزه‌های بزرگ، در این منطقه باعث گردیده که گلپایگان به عنوان یکی از مناطق بی‌حرکت و پایدار حاشیه شمالی زاگرس در نظر گرفته شود. در حالی که شواهد نوزمین‌ساختی، وجود گسل‌های فعال و بزرگ با روندهای NW-SE و NE-SW به طور موازی و یا

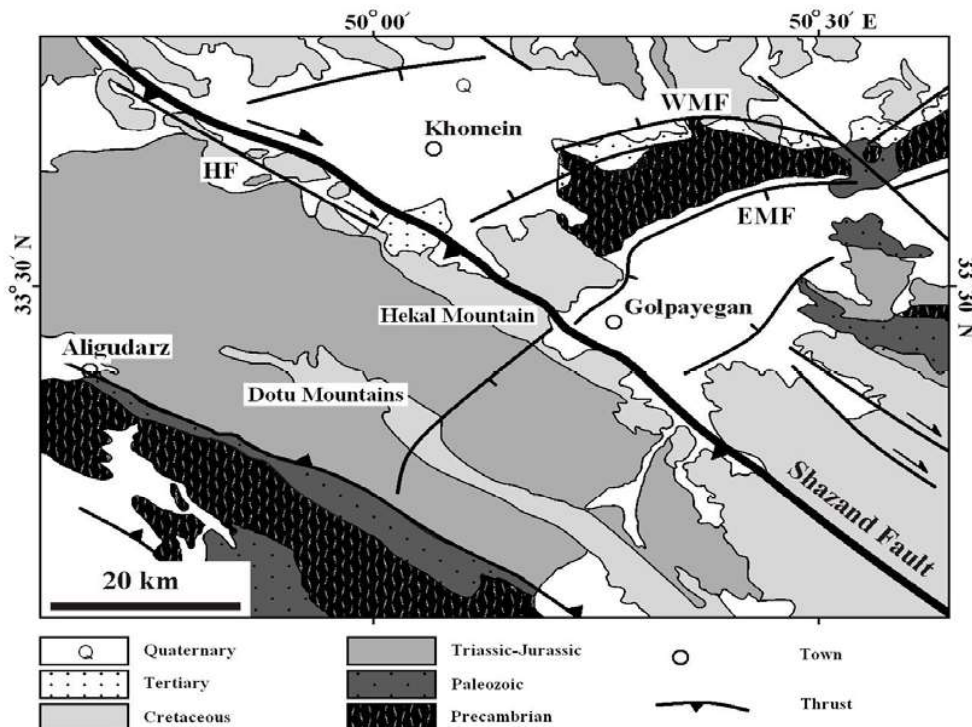
حرکات بر اساس شواهد لرزه‌ای و صحرایی در محدوده بین زاگرس و ایران مرکزی قابل مشاهده است [۹، ۵].

در طی برخورد زاگرس، گسل‌های متعددی مشابه و به موازات گسل اصلی زاگرس بوجود آمد. وضعیت فرارگیری این مجموعه گسل‌ها باعث بوجود آمدن قطعات ساختاری کوچک و مجزا گردیده است. این قطعات ساختاری مجزا با ویژگی‌های ساختاری مشابه در کنار یکدیگر حرکت می‌کنند. گسل‌ها در نزدیکی شهر گلپایگان، یکی از این گسل‌های موازی با زاگرس به شمار می‌رود که با توجه به شواهد زمین‌ساختی و سازوکار فعالیت آن، باید در طی برخورد زاگرس شکل گرفته باشد (شکل ۲) [۲]. این گسل به همراه شاخه‌های فرعی آن تاثیر مهمی در زمین‌ساخت فعال منطقه دارد که در ادامه به آن اشاره می‌شود.

است (شکل ۱). این ناحیه، سرگذشت تغییرشکل پیچیده‌ای در طی دوران‌های مختلف زمین‌شناسی داشته است. ناحیه سنندج - سیرجان جزء ناآرامترین و به عبارتی، فعال‌ترین ناحیه ساختاری ایران به شمار می‌رود و تا مزوزوئیک، فازهای دگرگونی و آذرین مهمی را پشت سر گذاشته است [۱]. حرکات بعد از لارامید در شکل‌گیری این ناحیه به ویژه منطقه مورد مطالعه نقش مهمی داشته است [۳]. این حرکات تمام ساختارهای چین خورده و رانده شده را در میوسن بالایی تا پلیوسن شدیداً فشرده است. پس از میوسن با ایجاد کشش‌های جانبی در بعضی نقاط ناحیه، گسل‌های عادی گسترش یافتند و حوضه‌ها و فرورفتگی‌هایی در طول حاشیه شمالی زاگرس تشکیل شدند [۶]. در اثر حرکات فشارشی و طی برخورد بین صفحات عربی و ایران مرکزی، در کنار حرکات معکوس گسل‌های حاشیه شمالی زاگرس، حرکات راستالغز راستگرد نیز بوجود آمد. این



شکل ۱- موقعیت منطقه گلپایگان در حاشیه شمالی رشته کوه‌های زاگرس بین راندگی زاگرس و ناحیه آتشفشانی ارومیه-دختر. SSZ ناحیه سنندج سیرجان است [۶].



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه گلپایگان. در این شکل HF, WMF و EMF به ترتیب نشان‌دهنده گسل حسین‌آباد، گسل شرقی و گسل غربی موته می‌باشد [۲].

شرق به موازات ناحیه گسلی گردیده اند که به خوبی در بخش‌های شمال غرب و جنوب شرق منطقه مورد مطالعه قابل تشخیص است [۲]. آثار حرکتی این گسل‌ها را می‌توان از روی جابجایی واحدهای سنگی، مخروط‌های افکنه عهد حاضر و خش گسلی آنها تشخیص داد. در بخش‌های شمال‌غربی و جنوب‌شرقی منطقه مورد مطالعه، گسل‌های این سیستم بسیار فعال هستند و شواهد لرزه‌ای متعددی از آنها به ثبت رسیده است. از جمله گسل‌های مهم این سیستم می‌توان به گسل شازند اشاره نمود.

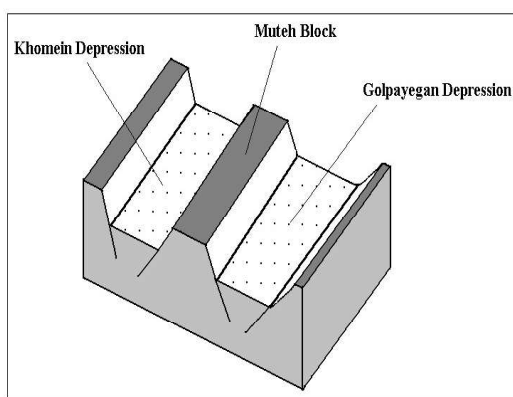
- سیستم گسل‌ها با روند NE-SW، گسل‌های این سیستم با روند شمال‌شرق- جنوب‌غرب تقریباً عمود بر ناحیه راندگی زاگرس امتداد یافته‌اند. در امتداد این گسل‌ها تشکیلات قدیمی و در بعضی نقاط

سیستم‌های گسلی منطقه گلپایگان

بررسی تصاویر هوایی و ماهواره‌ای و شواهد صحرایی نشان می‌دهد که دو سیستم گسلش اصلی در منطقه گلپایگان وجود دارد که به ترتیب اهمیت و فراوانی عبارتند از: گسل‌ها با روند NW-SE و گسل‌هایی با روند NE-SW (شکل ۲).

- سیستم گسل‌ها با روند NW-SE، گسل‌های این سیستم با روند شمال غرب- جنوب شرق به موازات راندگی اصلی زاگرس امتداد یافته‌اند و علاوه بر مولفه معکوس، حرکت راست‌الغز راستگرد نیز دارند. گسل‌ها، سیستم غالب گسلش در منطقه را تشکیل می‌دهند. این گسل‌ها باعث جابجایی و تکه‌تکه شدن گسل‌های قدیمی‌تر و واحدهای سنگی و در نهایت ایجاد دره‌های خطی با روند شمال غرب- جنوب

شهر شازند به سیستم گسلی نهانند می‌پیوندد. در جهت جنوب شرق، این گسل در حوالی شهر نجف آباد در زیر رسوبات دشت زاینده‌رود پوشیده گردیده است. گسل شازند در مسیر خود شاخه‌های فرعی دیگری نیز در بخش‌های شمال غرب و جنوب شرقی مسیر خود دارد. شواهد متعددی در منطقه مشاهده شده است که نشان‌دهنده فعالیت این گسل در طی کوآترنری می‌باشد.



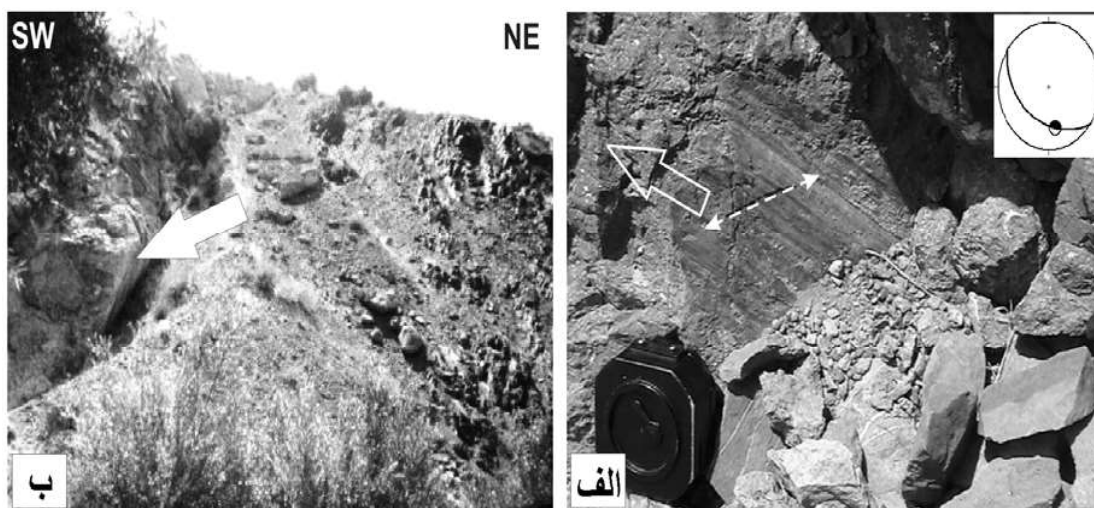
شکل ۳- موقعیت گسل‌های اطراف قطعه موته و تاثیر آنها در شکل‌گیری ساختارهای فروزمین و فرازمین در منطقه

در شکل (۵) که از منطقه غرب گلپایگان و حوالی روستای حسین آباد تهیه شده به خوبی می‌توان آثار حرکت راستگرد گسل شازند را مشاهده نمود. در شکل، گسل شازند و گسل‌های حسین آباد و دراه که از گسل‌های فرعی گسل شازند به شمار می‌روند، مشخص شده‌اند. این گسل‌ها در اطراف روستای حسین آباد واحدهای سنگی و مسیر رودخانه خمین را به میزان قابل توجهی جابجا نموده‌اند.

پی‌سنگ پرکامبرین بیرون‌زدگی دارند. مطالعات صحرایی و شواهد لرزه‌ای نشان می‌دهد که این گسل‌ها دارای ساز و کار عادی بوده و در بعضی نقاط مولفه‌های راستالغز چپگرد نیز نشان می‌دهند.

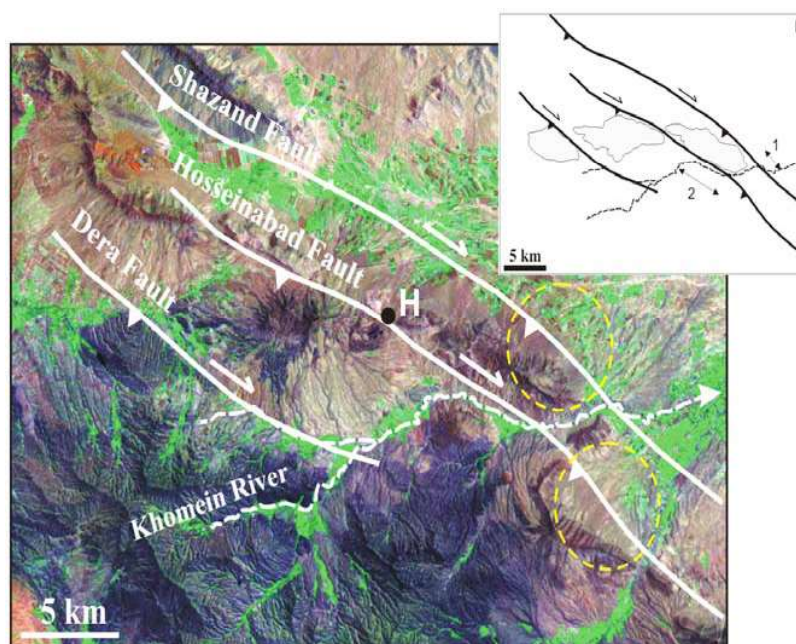
عملکرد این گسل‌ها باعث گردیده که در بخش‌های مرکزی منطقه گلپایگان ساختارهای فرازمین و فروزمین به وجود آید. این ساختارها با روند شمال‌شرق - جنوب‌غرب عامل بالا قرارگرفتن قطعه موته به صورت فرازمین و پایین قرار گرفتن دشت‌های گلپایگان و خمین در دو طرف آن به صورت فروزمین شده‌اند (شکل ۳) [۲]. این مجموعه گسل، از گسل‌های موازی با زاگرس که قبلاً اشاره شد، قدیمی تر می‌باشند. از جمله گسل‌های این سیستم می‌توان به گسل‌های احاطه‌کننده قطعه موته یعنی گسل شرقی و گسل غربی موته اشاره نمود (شکل ۲). آثار پادگانه‌های آبرفتی در امتداد گسل‌های این سیستم نشان‌دهنده جابجایی قائم این گسل‌ها است.

- **گسل شازند**، گسلی است بزرگ و پر تحرک با طول حدود ۱۹۰ کیلومتر که در حاشیه شمالی گسل اصلی زاگرس و به موازات آن با امتداد N45W تا N50W قرار دارد. این گسل با مؤلفه‌های شیپی معکوس و امتدادی راستگرد، ساز و کاری مورب لغز معکوس دارد (شکل ۴) [۲]. اولین بار تیله و همکاران (۱۹۶۸) به این گسل اشاره نمودند [۷]. آنها گسل شازند را به طور تقریبی و محدود و با سمت شیب رو به شمال‌شرق در حوالی شهر شازند معرفی نموده‌اند در حالی که شواهد صحرایی و ماهواره‌ای نشان می‌دهد که گسل شازند سمت شیپی رو به جنوب‌غرب دارد. گسل شازند در جهت شمال‌غرب



شکل ۴- الف) نمایی از سطح گسل شازند در جنوب شهر گلپایگان. مولفه‌های حرکتی معکوس و راستگرد گسل قابل تشخیص است. ب) سطح گسل شازند در حوالی روستای حسین آباد.

حرکت راستگرد گسل شازند و گسل حسین آباد باعث تغییر مسیر رودخانه به ترتیب در حدود ۲۸۰۰ و ۴۶۰۰ متر گردیده است. در این ناحیه گسل‌ها، آبرفت‌های کوتاه‌تری را نیز قطع کرده‌اند که نشان دهنده حرکت و فعالیت این گسل‌ها در کوتاه‌تری است.

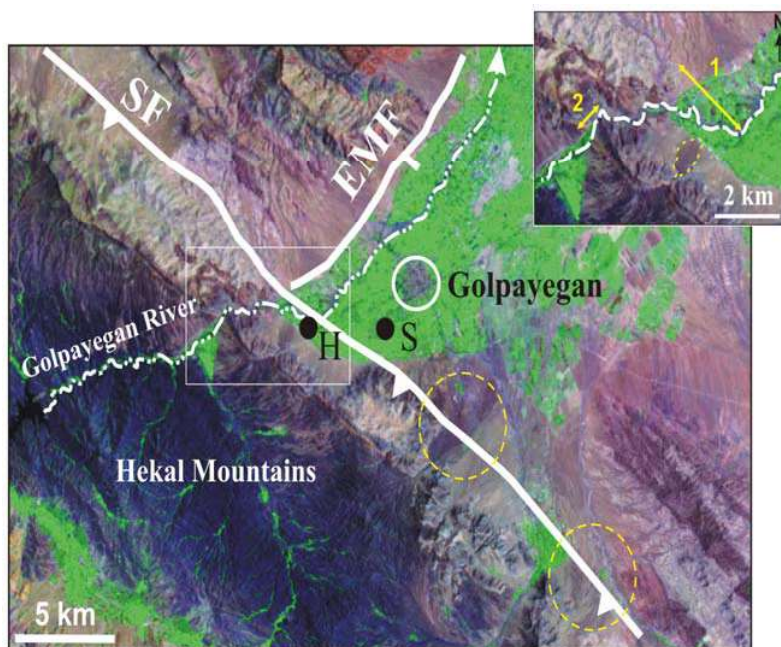


شکل ۵- تصویر ماهواره ای (لندست) و نمایشی از گسل‌های شازند، حسین آباد و دراه در حوالی روستای حسین آباد. دایره‌ها مناطقی را که گسل شازند و حسین آباد، واحدهای رسوبی کوتاه‌تری را قطع نموده‌اند، نشان می‌دهد. در این شکل H نشان‌دهنده روستای حسین آباد است. در شکل نمایشی بالا، فاصله‌های ۱ و ۲ نشان دهنده انحراف مسیر رودخانه خمین در اثر جابجایی گسل‌های شازند، حسین آباد و دراه می‌باشند.

نام‌های گسل شرقی و گسل غربی موته احاطه شده است (شکل ۲). این گسل‌ها همگی شیب‌لغز عادی می‌باشند و در اثر کشش جانبی کوهزایی زاگرس بعد از میوسن میانی تشکیل شده‌اند. این گسل‌ها واحدهای میوسن میانی را جابجا نموده‌اند و نشان می‌دهد که حرکت آنها از این زمان شروع شده است [۶]. این گسل‌ها توسط گسل شازند قطع و به طور راستگرد جابجا شده‌اند. تقاطع گسل شرقی موته با گسل شازند در غرب شهر گلپایگان باعث ایجاد ناحیه‌ای فعال گردیده است. ادامه گسل غربی موته در کوه‌های هکل دیده نمی‌شود در حالی که گسل شرقی موته تا کوه دوتو قابل پیگیری می‌باشد.

در شکل (۶) که از حوالی شهر گلپایگان تهیه شده است، تقاطع گسل‌های شازند و گسل شرقی موته دیده می‌شود. در این شکل آثار فعالیت کواترنری گسل شازند به طور واضح قابل مشاهده می‌باشد. حرکت راستگرد گسل شازند در این ناحیه باعث تغییر مسیر ۳۱۰۰ متری رودخانه گلپایگان از مسیر شمال شرقی خود گردیده است. علاوه بر آن، رسوبات کواترنری، مخروط افکنه‌ها در طول گسل شازند به طور مشخصی قطع شده‌اند که نشان می‌دهد این گسل در طی کواترنری حرکت داشته است.

- گسل‌های موته، قطعه ساختاری موته توسط دو گسل با امتدادهای شمال شرق - جنوب غرب به



شکل ۶- تصاویر ماهواره ای لندست از حوالی شهر گلپایگان. در این شکل H و S به ترتیب نشان دهنده روستاهای حسن حافظ و سرریاطان است. دایره‌ها بریدگی‌های رسوبات عهد حاضر را در مسیر گسل نشان می‌دهد. چهار ضلعی، محل تقاطع گسل‌های شازند (SF) و گسل شرقی موته (EMF) را با وضوح بیشتری نشان می‌دهد. در این تصویر فاصله ۱ جابجایی راستگرد مسیر رودخانه گلپایگان را در امتداد گسل شازند و فاصله ۲ جابجایی چپگرد ارتفاعات هکل را در مسیر گسل شرقی موته نشان می‌دهد. خط چین مخروط افکنه ای را در جنوب گلپایگان نشان می‌دهد که در اثر حرکت گسل شازند منحرف است.

بحث

مطالعات زمین‌شناسی و زمین‌ساختی حوالی شهر گلپایگان نشان می‌دهد که منطقه از نظر تکتونیکی فعال و در حال بالا آمدن است و گسل شازند در فعال بودن زمین‌ساختی منطقه نقش به‌سزایی دارد. گسل شازند در مسیر خود باعث جابجایی مسیر رودخانه خمین و گلپایگان، واحدهای کرتاسه و ائوسن در نزدیکی روستای حسین‌آباد شده است (شکل ۲). علاوه بر آن آثار چرخش مخروطافکنه، بریده شدن آبرفت‌ها و رسوبات کواترنری در مسیر گسل همگی نشان‌دهنده فعالیت این گسل در طی کواترنری است (شکل‌های ۵ و ۶). شواهد لرزه‌ای ثبت شده در بخش‌های شمال‌غربی و جنوب شرقی منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد گسل‌های موجود در آن مناطق، فعال هستند.

دشت آبرفتی گلپایگان با مساحتی بالغ بر ۷۰ هزار هکتار با روند شمال‌شرق- جنوب‌غربی بین ارتفاعات اطراف کشیده شده است. این دشت به همراه دشت‌های خمین، توزلو اراک، دریاچه ارومیه باتلاق گاوخونی و دریاچه جازموریان در جهت جنوب‌شرق از جمله فروافتادگی‌های ناحیه سنندج-سیرجان به شمار می‌روند (شکل ۱). اغلب این فروافتادگی‌ها در اثر فعالیت‌های زمین‌ساختی به‌وجود آمده‌اند [8][6]. به دلیل موقعیت ساختاری منطقه و عملکرد گسل‌های حاشیه دشت گلپایگان، پوشش ضخیمی از رسوبات کواترنری، واحدهای سنگی قدیمی‌تر را می‌پوشاند. فرسایش قائم شدیدی این دشت آبرفتی را تحت تاثیر قرار داده است.

در شکل (۷) آثار فرسایش شدید قائم در رسوبات دشت گلپایگان نشان داده شده است. این فرسایش

باعث تخریب قاعده پل‌های واقع بر رودخانه گلپایگان در محدوده شهر شده است. نسل‌های مختلف فرسایش قائم و حفر بستر رودخانه به صورت پادگانه‌های آبرفتی متعدد و پله مانند تأیید کننده شدت و استمرار فرسایش قائم رودخانه است. بررسی‌های انجام شده در این منطقه نشان می‌دهد که رودخانه گلپایگان در طی زمان‌های گذشته حدود ۱۶ متر از بستر خود را در رسوبات دشت آبرفتی گلپایگان حفر نموده است که از این مقدار حدود ۵ متر آن در طی سال‌های نزدیک دهه‌های گذشته تا حال صورت گرفته است [۲]. این تغییر سطح مبنای تنها می‌تواند ناشی از بالا آمدگی زمین‌ساختی این بخش از منطقه باشد.

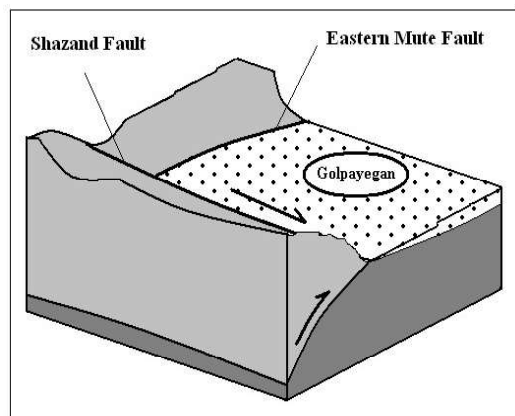
مدل پیشنهادی

گسل شازند با روش‌های مختلف از جمله مطالعه خش‌های لغزش گسل، قطع شدن آبرفت‌های عهد حاضر، چرخش و انحراف مخروطافکنه‌ها، ایجاد و چرخش گسل‌های فرعی، انحراف مسیر رودخانه‌های گلپایگان و خمین و در نهایت جابجایی واحدهای سنگی مورد بررسی قرار گرفت. در اینجا با توجه به شواهد موجود، وضعیت گسل شازند و تقاطع آن با گسل شرقی موته، مدلی ارائه شده است تا با آن بتوان دلیل بالا آمدگی منطقه را با گسل شازند توجیه نمود. شکل (۸)، مدل گسلش شازند و تقاطع آن با گسل موته را در جنوب شهر گلپایگان نشان می‌دهد. در این شکل، گسل شازند با حرکت معکوس بر روی واحدهای شمالی خود رانده شده و با حرکتی راستگرد جابجا شده است. در صورتی که وجود فشارهای زمین‌ساختی در این منطقه در نظر گرفته شود.



شکل ۷- الف) پادگانه های آبرفتی و فرسایش قائم دشت گلپایگان. شماره ۱ قدیمی ترین و شماره ۲ و جدیدترین سطح فرسایش دشت گلپایگان می باشد. ب) فرسایش قائم در دشت گلپایگان در حاشیه یکی از پل های ارتباطی شهر. شماره ۱ نشان دهنده سطح قاعده بتونی پل در هنگام ساخت پل می باشد و شماره ۲ سطح فعلی رودخانه را نشان می دهد. میزان فرسایش قائم کلی رودخانه گلپایگان در طی زمان های گذشته با شماره ۳ مشخص شده است. شماره ۴ محل عبور آب را از زیر قاعده پل نشان می دهد. ج) شکل نمایشی از وضعیت پل رودخانه گلپایگان و بستر آن. در این شکل، شماره ۱ وضعیت پل و بستر رودخانه را در هنگام احداث پل نشان می دهد. در شماره ۳ با افزایش فرسایش قائم، رودخانه بستر خود را حفر نموده و آب از زیر قاعده بتونی پل راهی برای عبور باز نموده است. شماره ۳ را با شکل ۷-ب مقایسه کنید.

گسل شازند) دارای مولفه‌های حرکتی معکوس و راستگرد و گسل‌های عمود بر روند زاگرس (برای مثال گسل‌های موته) دارای مولفه عادی و در بعضی نواحی چپگرد می‌باشند.



شکل ۸- مدل نمایش سه بعدی از منطقه جنوب غرب گلپایگان در محل تقاطع گسل‌های شرقی موته و شازند. در این مدل، گسل موته با سازوکار عادی و گسل شازند با ساز و کار مورب لغز معکوس و با مولفه امتدادی راستگرد در نظر گرفته شده است. تحت فشار بودن منطقه باعث بالآمدگی دشت و تغییر سطح مینا رودخانه گلپایگان گردیده است.

سپاسگزاری

این مقاله از طرح پژوهشی با شماره ۵۷۶۰ مورخ ۱۳۸۴/۵/۱۱ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد محلات تهیه گردیده است که بدین‌وسیله از همکاری مدیریت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات، جناب آقای مهندس علی آبادی تشکر می‌شود.

منابع

- ۱- درویش زاده، ع.، (۱۳۷۰): زمین‌شناسی ایران. انتشارات نشر دانش روز. ۸۶۵ صفحه.
- ۲- ندیمی، ع، ثمری، ح، رجبی، ع و طباطبایی، ج، (۱۳۸۵): ردیابی و شناسایی گسل شازند در حوالی شهر گلپایگان، طرح پژوهشی شماره ۵۷۶۰، دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات، ۱۳۱ص.

می‌توان دریافت که قفل شدن دو قطعه مجاور گسل شازند (فرادیواره شامل واحدهای کرتاسه و فرودیواره شامل دشت آبرفتی و واحدهای سنگی زیرین آن) و عدم حرکت آنها و وجود نیروهای فشاری، می‌تواند باعث بالا آمدگی، انحنا رو به بالا بخش‌های فرودیواره گسل یا به عبارتی دیگر، بخش‌های جنوبی دشت گلپایگان شود. بالا آمدگی ناشی از این پدیده، باعث تغییر سطح مینای رودخانه، افزایش سرعت فرسایش قائم رودخانه و تشکیل پادگانه‌های آبرفتی شده است. این قفل شدگی را می‌توان علاوه بر بالا آمدن و تغییر سطح مینای رود، با فراوانی کم داده‌های لرزه‌ای این منطقه در قرن گذشته، در نظر گرفت.

گسل شازند با طول حدود ۱۹۰ کیلومتر در حاشیه شمالی راندگی زاگرس و به موازات آن امتداد یافته است. شواهد ساختاری نشان می‌دهد که گسل شازند یک گسل فعال است. این گسل باعث جابجایی و چرخش مخروط‌های افکنه و آبرفت‌های کواترنری، تغییر مسیر حدود ۴ کیلومتری رودخانه‌های گلپایگان و خمین، بالا آمدگی دشت گلپایگان و فرسایش قائم شدید شده است. شدت فرسایش قائم در این منطقه باعث حفر قائم ۱۶ متری رسوبات کواترنری توسط رودخانه گلپایگان گردیده است. افزایش سرعت فرسایش قائم در سال‌های اخیر و آثار بجای مانده از گسل‌ها بر روی رسوبات کواترنری، نشان می‌دهد که منطقه گلپایگان از نظر تکتونیکی فعال است.

نتیجه‌گیری

در منطقه گلپایگان گسل‌هایی فعال با روندهای موازی و عمود بر روند راندگی اصلی زاگرس وجود دارند. گسل‌های موازی با روند زاگرس (برای مثال

- 3- Agard, P., Omrani, J., Jolivet, L., and Mouthereau, F., (2005): Convergence history across Zagros (Iran): constraints from collisional and earlier deformation, *International Journal of Earth Science (Geol Rundsch)*, 94, 401-419.
- 4- Bachmanov, D.M., Trifonov, V.G., Hessami, K.T., Kozhurin, A.I., Lvanova, T.P., Rogozhin, E.A., Hademi, M.C., and Jamali, F.H., (2004): Active Faults in the Zagros and Central Iran, *Tectonophysics*, 380, 221-241.
- 5- Blanc, E.J.P., Allen, M.B., Inger, S., and Hassani, H., (2003): Structural styles in the Zagros simple folded zone, Iran. *Journal of the Geological Society, London*, 160, 401-412.
- 6- Nadimi, A., Nadimi, H., (2008): Exhumation of Old Rocks During the Zagros Collision in the Northwestern Part of Zagros Mountains, Iran, *Geol. Soc. America Bulletin (In Press)*.
- 7- Thiele, O., Alavi, M., Assefi, R., Hushmand-zadeh, A., Seyed-Emami, K., and Zahedi, M., (1968): Explanatory text of the Golpaygan quadrangle map 1:250,000: Geological Survey of Iran, Geological Quadrangle E7, 24 p.
- 8- Tillman, J.E., Poosti, A., Rossello, S., and Eckert, A., (1981): Structural evolution of Sanandaj-Sirjan Ranges near Esfahan, Iran: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 65, 674-687.
- 9- Walker, R., and Jackson, J., (2004): Active tectonics and late Cenozoic strain distribution in Central and eastern Iran, *Tectonics*, 23, 1-24.