

شواهد ژئومرفولوژیکی عملکرد گسل‌های تبرته و تلخاب در فرونشست چاله میقان

دکتر مجتبی یمانی - دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران*

دکتر خدیجه اسدیان - استاد دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۸۱/۱۱/۹

چکیده

یکی از مهمترین شواهد ژئومرفولوژیکی میزان نحوه عملکرد خطوط گسلی، ویژگیهای ژئومرفولوژیکی عوارض پیرامون آنها و به ویژه مرفولوژی مخروط افکنه‌ها و سلسله مراتب آنها از نظر زمانی، مکانی و توپوگرافی است. محدوده تحت بررسی، چاله مرفوتکتونیک کویر میقان اراک می‌باشد. از آنجا که متغیرهای مؤثر در تکامل ژئومرفولوژیکی این حوضه فراتر از خط تقسیم پیرامون آن عمل نموده‌اند، بنابراین محدوده تحت بررسی به چهارگوش نقشه زمین شناسی قم تعمیم داده شده است. فرضیه تحقیق ارتباط هیدرولوژیکی دو حوضه مسیله و چاله میقان اراک را حکایت می‌کند. براساس این فرضیه، حوضه میقان تا اواخر پلیوستوسن یکی از زیر حوضه‌های چاله مسیله بوده است. سرانجام فعالیت گسل‌های حاشیه‌ای (گسل‌های تلخاب و تبرته) و جهش گرانی آنها موجب تفکیک چاله میقان از حوضه مسیله شده است. بررسی شواهد موجود از جمله مرفولوژی مخروط افکنه‌های قدیمی و جدید، موقعیت، جهات و جهش گسل‌ها، رسوب شناسی چاله میقان و همچنین بررسی اختلاف ارتفاع موجود بین سطوح مخروط افکنه‌ای قدیمی و خط تقسیم بین حوضه‌های میقان و چاله مسیله از مهمترین شواهدی هستند که فرضیه فوق را اثبات می‌کنند.

واژگان کلیدی: اراک، کویر میقان، توزلوگل، تکتونیک، گسل تبرته، گسل تلخاب، مخروط افکنه، ژئومرفولوژی،

زمین‌شناسی

مقدمه

یکی از مهمترین شواهد ژئومرفولوژیکی میزان و نحوه عملکرد خطوط گسلی، ویژگیهای ژئومرفولوژیکی عوارض پیرامون آنها و به ویژه مرفولوژی مخروط افکنه‌ها و سلسله مراتب آنها از نظر زمانی، مکانی و توپوگرافی است. با استناد به مبانی نظری تحقیق، چنانچه مخروط قدیمی در بالادست مخروط جوان تشکیل شده باشد، این موضوع در درجه اول حاکی از فرونشست قاعده مخروط افکنه و فراز حوضه آبخیز در نتیجه راستای مثبت حرکت تکتونیک می‌باشد. بدیهی است تکرار مخروط‌های قدیمی به جدید و تعداد آنها همانند پادگانه‌های رودخانه‌ای عموماً نشانگر فازها و تنش‌های تکتونیک در گذشته زمین شناسی است. البته این نکته را نباید نادیده گرفت که تغییرات اقلیمی نیز در تحوّل مخروط‌ها نقش بسزایی دارند؛ لیکن آثار تغییرات اقلیمی عموماً در بافت و حجم

* myamani@ut.ac.ir

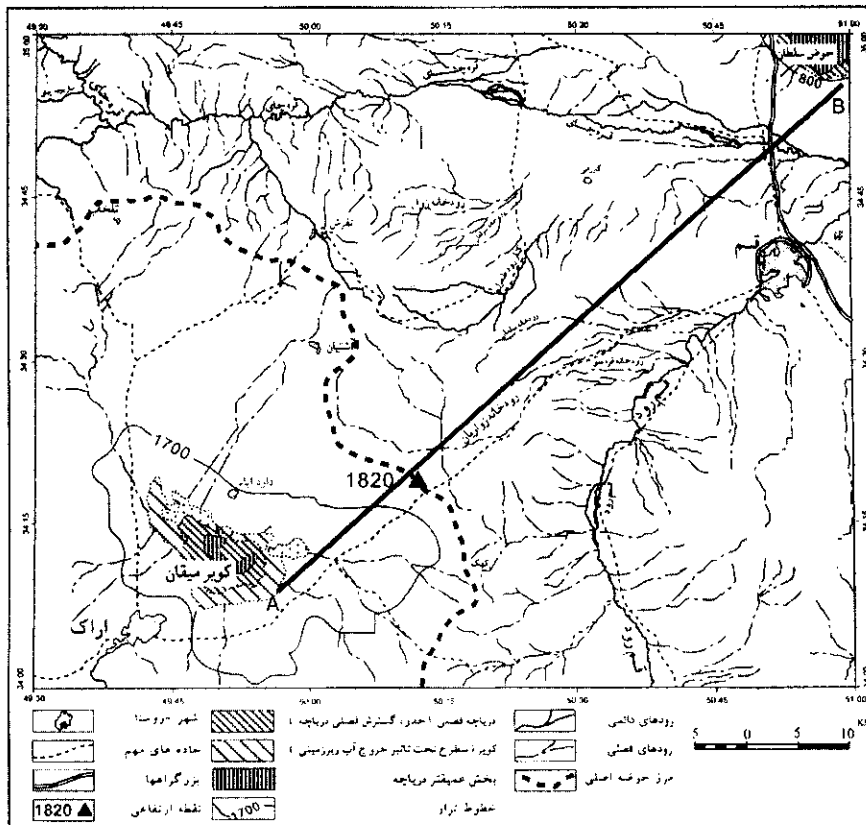
رسوبگذاری منعکس می‌گردد و در ایجاد اختلاف ارتفاع مخروط افکنه‌ها نقش کمتری به عهده دارد. از آنجا که موضوع بر عملکرد خطوط گسلی در تحوّل مخروط افکنه‌های حاشیه چاله میقان تأکید دارد، بنابراین سایر متغیرهای مؤثر از جمله تغییرات اقلیمی دوران چهارم بسط داده نشده‌اند. لازم به ذکر است که تفاوت عمده‌ای نیز بین مخروط افکنه‌های موجود در حاشیه چاله میقان با مخروط افکنه‌های ایران مرکزی وجود دارد و آن هم اختلاف میزان تأثیر تغییرات اقلیمی و تکتونیک در این دو منطقه است. زیرا تحولات مخروط‌های چاله میقان عمدتاً ناشی از میزان عملکرد تکتونیک بوده و اختلاف ارتفاع و شیب زیادتر این مخروط‌ها گویای مسئله است؛ در حالی که در تحولات مخروط‌های حاشیه دشتهای ایران مرکزی که در روی پدیمت‌های این منطقه تشکیل شده‌اند، تأثیر تغییرات اقلیمی دوران چهارم مشهودتر است.

محدوده تحت بررسی، چاله کویر میقان اراک (کویر توزلوگل) می‌باشد. برای ایجاد ارتباط بین متغیرهای مؤثر در تحولات این چاله، محدوده تحت بررسی به چهار گوش نقشه مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی قم (اراک) تعمیم داده شده است. این نقشه طول‌های جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۱ درجه شرقی و عرض‌های ۳۴ تا ۳۵ درجه شمالی را تحت پوشش قرار می‌دهد.

مواد و روشها

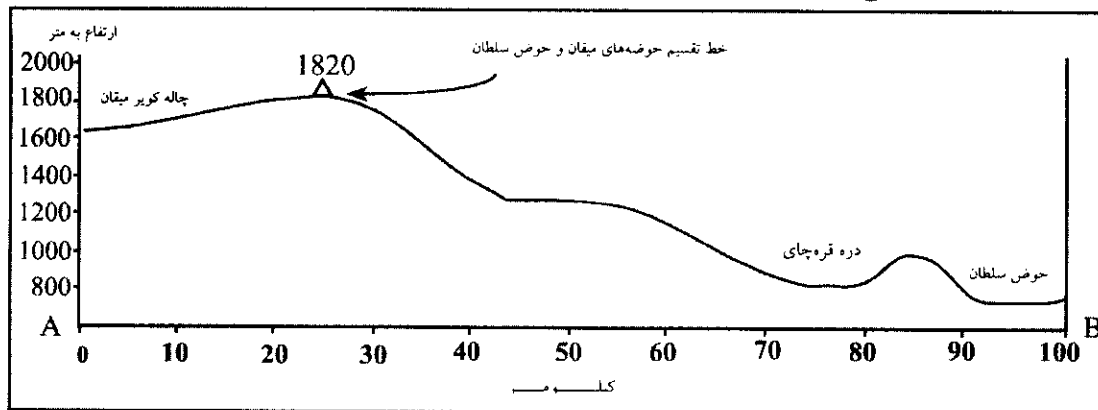
چاله میقان با ارتفاعی کمتر از ۱۷۰۰ متر در مقایسه با چاله حوض سلطان و مسیله (۷۸۰ متر) بسیار مرتفع‌تر است. اختلاف ارتفاع و شیب آبراهه‌های اصلی بین این دو حوضه ارتباط هیدرولوژیکی آنها را در گذشته زمین‌شناسی، نزدیک به عنوان سؤال تحقیق تداعی می‌کند. مسئله اصلی آن است که ارتفاع بلندترین مخروط افکنه موجود در حاشیه کویر میقان (مخروط افکنه شمال شهر آشتیان) به عنوان یک فرونشست گرانبی (علایی، ۱۳۷۵، ص ۸۷)، نسبت به سطح اساس کنونی (کویر میقان) حدود ۸۰۰ متر بلندتر است (۲۵۰۰ متر از سطح دریا) و نکته مهمتر آنکه این رقم ارتفاعی بسیار بیشتر از ارتفاع خط تقسیم آب موجود بین دو چاله حوض سلطان - مسیله و کویر میقان است (۱۸۲۰ متر ارتفاع مطلق). زیرا ارتفاع بلندترین نقطه در طول دره زواریان - قره‌سو (نقشه شماره ۱) در محل خط تقسیم آب بین این دو حوضه، حدود ۱۵۰ متر بلندتر از سطح چاله میقان است؛ در صورتی که ارتفاع خط تقسیم آب مذکور نسبت به سطح چاله مسیله (۷۸۰ متر) بیش از ۱۰۴۰ متر بلندتر است (نقشه شماره ۱). بر این اساس، اختلاف ارتفاع رأس مخروط افکنه آشتیان نسبت به سرشاخه‌های حوضه آبریز حوض سلطان (سرشاخه رودخانه قره‌چای) حدود ۷۰۰ متر بلندتر می‌باشد. فرضیه تحقیق آن است که کلیه انشعابات رودخانه‌ای در حوضه آندورنیم کویر میقان در اواخر ترشیاری جزء سرشاخه‌های رودخانه قره‌چای بوده و به عبارتی چاله کویر میقان در این دوره با حوضه مسیله مرتبط بوده است و چاله مسیله در ایران مرکزی، سطح اساس کلیه انشعابات بشمار می‌رفته که در حال حاضر به چاله کویر میقان ختم می‌گردند. روش کار مبتنی بر انجام کار میدانی از طریق مشاهده مستقیم شواهد ژئومورفولوژیکی و به ویژه خصوصیات مخروط افکنه‌ها و نیز مشاهدات غیر مستقیم از طریق عکسهای هوایی با دید استرنوسکوپیک و تصاویر ماهواره‌ای بوده است. عکسهای مذکور به عنوان مهمترین ابزار تحقیق بشمار می‌رفته‌اند.

نقشه ۱ - سیستم زهکشی و محدوده حوضه‌های آبخیز میقان و مسیله - حوض سلطان



مأخذ: معاونت پژوهشی دانشگاه تهران، مؤسسه جغرافیا، نقشه ژئومورفولوژی اراک، ۱۳۸۰

نیمرخ ۱- مقایسه توپوگرافی و اختلاف ارتفاع حوضه‌های میقان و مسیله



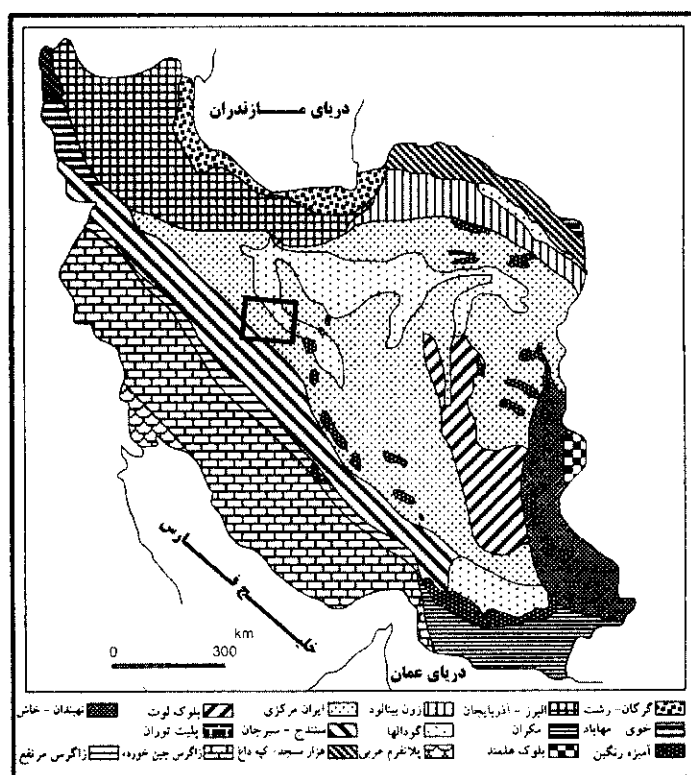
مأخذ: سازمان جغرافیایی کشور، نقشه توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ چهارگوش قم

علاوه بر این از نقشه‌های توپوگرافی بزرگ مقیاس به عنوان نقشه پایه و نیز نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه و گزارش زمین‌شناسی موجود بهره‌گیری شده است. سپس داده‌ها به روش تحلیلی تجزیه و تحلیل گردیده و از طریق روش حضور بین متغیرهای مؤثر ارتباط برقرار گردیده است.

ساختمان زمین شناسی و تکتونیکی منطقه

محدوده تحت بررسی در چهارگوش نقشه زمین شناسی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه قم (اراک) واقع شده است. این نقشه بخش کوچکی از واحد زمین ساختی ایران مرکزی و نیز واحد اسفندقه - مریوان (سنندج - سیرجان) را در بر می گیرد. نقشه شماره (۲) موقعیت چهارگوش قم را در واحدهای زمین ساختی ایران نشان می دهد. زون ایران مرکزی بزرگترین واحد زمین ساختی ایران محسوب شده و شاید قدیمی ترین سنگهای دگرگونی ایران، سنگ پایه این واحد را تشکیل داده و مجموعاً بر روی پلاتفرم قدیمی ایران قرار گرفته است. در حاشیه غربی و شمالغربی واحد ایران مرکزی یک کمربند آتشفشانی به صورت نوار طولی از سهند تا کوههای بزمان با پهنای تقریبی ۱۵۰ کیلومتر و به موازات زون زمین ساختی اسفندقه - مریوان کشیده شده است.

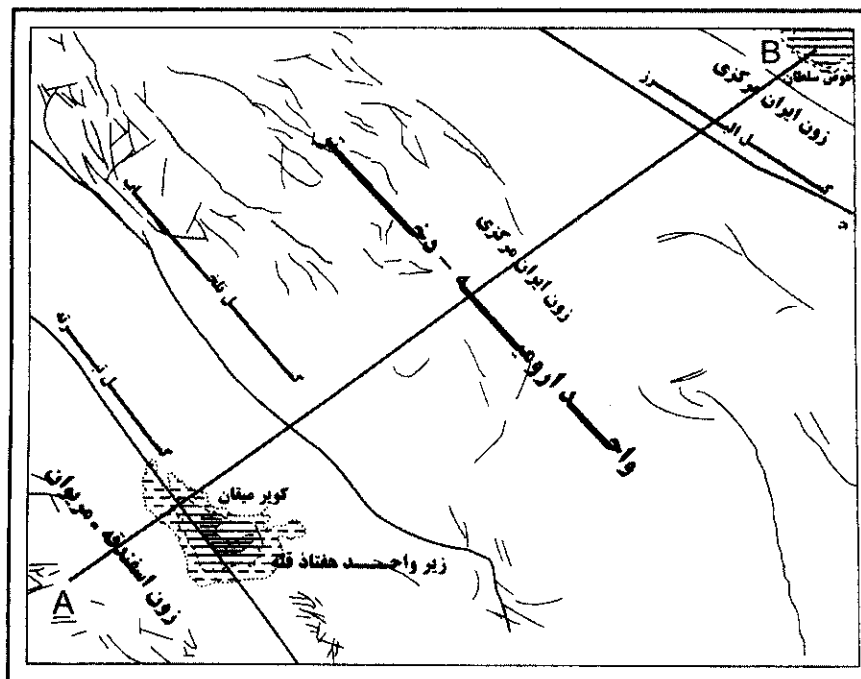
نقشه ۲- موقعیت نقشه زمین شناسی قم در واحدهای زمین ساختی ایران



مأخذ: جمشید جداری عبوسی، ژئومورفولوژی ایران، نقل از م.ح نبوی

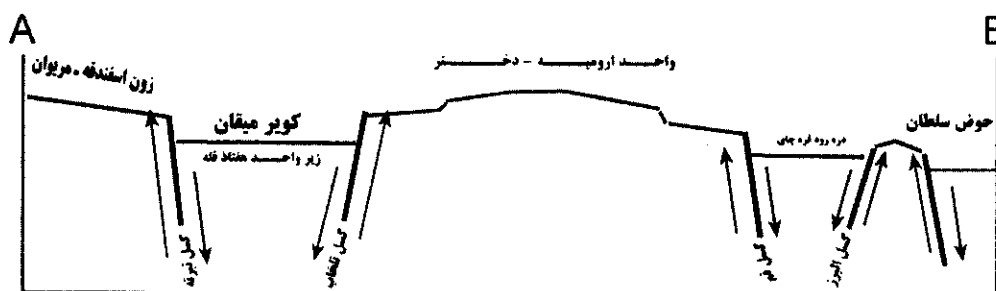
این کمربند نفوذی - آتشفشانی به نام ارومیه دختر یا سهند بزمان نامیده می شود. نوار آتشفشانی - نفوذی مورد بحث با روند شمالغربی - جنوبشرقی، به طور کامل از چهارگوش محدوده تحت بررسی عبور می کند (نقشه شماره ۳). این نوار موجب تفکیک دو فرونشست منطقه و به عبارتی عامل اصلی تفکیک چاله های زمین ساختی کویر میقان در جنوب شرق و چاله حوض سلطان در شمال شرق نقشه گشته است. در داخل واحد ارومیه دختر، توده های نفوذی با سن و ترکیب متفاوت، بیرون زدگی دارند؛ ولی عموماً متعلق به دوره ترشیاری و بعد از آن می باشند (سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۰، ص ۳۵).

نقشه ۳- واحدهای زمین‌ساختی و موقعیت گسل‌ها در مرزبندی آنها



مأخذ: سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه زمین‌شناسی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه قم

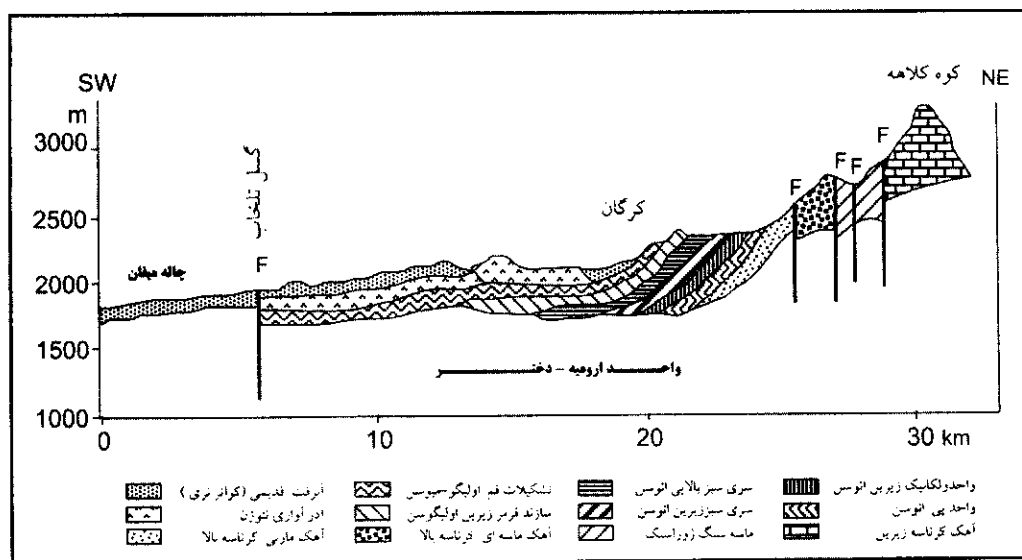
مقطع ۲- راستای حرکت گسل‌ها و نقش آنها در تشکیل فرونشست‌های گرانی منطقه



مأخذ: سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه زمین‌شناسی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ چهارگوش قم

تنها بخش کوچکی از نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه، زون زمین‌ساختی اسفندک - مریوان (سنندج - سیرجان) را تحت پوشش قرار می‌دهد. گسل تبرته (نقشه شماره ۳) با راستای شمالغربی - جنوبشرقی به موازات این واحد زمین‌ساختی کشیده شده است و از آبادی تبرته در مشرق نقشه شروع و از وسط چاله کویر میقان به سمت جنوبشرق امتداد می‌یابد. این گسل مرز واقعی این دو واحد زمین‌ساختی بشمار می‌رود (مقطع شماره ۲). سازندهای این واحد زمین‌ساختی که در پهنه محدوده بررسی قرار گرفته، عمدتاً از تشکیلات دوران مزوزوئیک و سنگهای آهک کرتاسه تشکیل شده است و بنابراین بدین لحاظ یک اختلاف کلی را با واحد ارومیه - دختر نشان می‌دهد.

مقطع ۳- موقعیت گسل تلخاب به عنوان مرز بین واحد ارومیه - دختر و چاله میقان



مأخذ: سازمان زمین شناسی کشور، نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ چهارگوش قم

ارتفاعات بخش شرقی گسل تلخاب (مقطع شماره ۳) جزء واحد زمین ساختی ایران مرکزی محسوب می گردد. سنگهای تشکیل دهنده آن به صورت یک دیوارهٔ ممتد و گاهی بلند در طول صدها کیلومتر، چالهٔ اراک، اصفهان و سیرجان را از چاله‌های مستقل و نیمه مستقل مرکزی ایران جدا می کند. این کمربند معرف مهمترین و شدیدترین فعالیتهای آتشفشانی دورهٔ اتوسن در پهنهٔ ایران است (نقشهٔ شماره ۴). سنگهای آتشفشانی آن اغلب زیر دریایی و از نوع آندزیتی - داسیتی و توفهای اسیدی است.

نقش تکتونیک در تشکیل فرونشست‌های منطقه

مرزهای اصلی واحدهای زمین ساختی و نیز چاله‌های میقان و حوض سلطان را گسل‌های اصلی منطقه تشکیل می دهند. راستای این گسل‌ها تماماً شمالغربی - جنوبشرقی است. همانگونه که ذکر گردید، در جنوبغربی تحت پوشش نقشه، گسل تبرته مرز بین زون اسفندقه - مریوان در مغرب و ایران مرکزی در مشرق بشمار می رود (مقطع شماره ۲). خط گسل تبرته توسط رسوبات مخروط افکنه‌ای پوشیده شده و تقریباً از قسمت مرکزی چالهٔ میقان عبور می کند. این گسل از نوع عادی است و شیب سطح گسل به سمت شمالشرق است (سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۰، ص ۳۷). گسل دوم از بخش شمالشرقی چالهٔ میقان عبور می کند و همان ویژگیهای گسل تبرته را داراست؛ با این تفاوت که شیب آئینه گسل تلخاب به سمت جنوبغرب است (سازمان زمین شناسی، ۱۳۷۰، ص ۳۷). بنابراین قسمت مرکزی این گسل به صورت یک گرابن فرونشسته است و در واقع چالهٔ میقان حاصل یک فرونشست گسلی در نتیجهٔ عملکرد موازی گسل‌های تبرته و تلخاب می باشد. در بخش شمالشرقی گسل تلخاب، واحد ارومیه - دختر قرار گرفته است. این گسل و نیز گسل البرز در امتداد درهٔ قره‌چای و حوض سلطان در شمالشرق نقشه موجب شده تا واحد ارومیه - دختر به حالت هورست بین دو گرابن

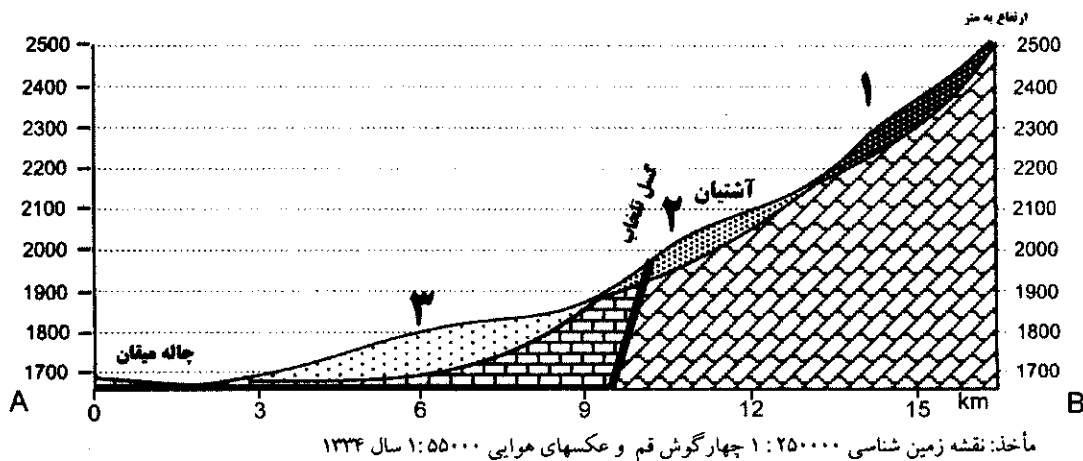
حوض سلطان و میقان قرار گیرد (علایی طالقانی، ۱۳۷۵، ص ۷۸). بر این اساس، مجموعه ساختمانی محدوده تحت بررسی مجموعاً توسط چندین گسل موازی به حالت هورست و گرابن تشکیل شده و چاله‌های مورد بحث با گرابن‌ها انطباق دارند (مقطع شماره ۲).

نقشه ۴- واحدهای اصلی سنگ شناسی و پهنه‌های پوشیده از رسوبات دوران چهارم



مأخذ: سازمان زمین شناسی کشور، نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ چهارگوش قم

نیمرخ ۴- مخروط افکنه‌های آشتیان و موقعیت و نقش گسل تلخاب در تحویل سلسله مراتبی آنها



مأخذ: نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ چهارگوش قم و عکسهای هوایی ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳۴

شواهد مرفولوژیکی فعالیت گسل‌ها

یکی از مهمترین شواهد مرفولوژیکی فعالیت گسل‌های منطقه، مخروط‌های موجود در حاشیه چاله میقان و نیز پادگانه‌ها و مخروط‌های قدیمی موجود در مسیر درّه قمرود و چاله حوض سلطان می‌باشد. مهمترین و مرتفع‌ترین مخروط‌های قدیمی در حاشیه شمالی چاله میقان و در طرفین گسل تلخاب دیده می‌شوند. با بررسی عکسهای هوایی و مطالعات میدانی و با استناد به نقشه زمین شناسی منطقه، به ترتیب سه مرحله تشکیل مخروط افکنه از قدیم به جدید در این محل دیده می‌شود (نیمرخ شماره ۴). با توجه به شواهد موجود، گسل تلخاب نقش اصلی را در تشکیل سلسله مراتبی گسل‌های مذکور به عهده داشته است. این شواهد عبارتند از:

۱- با استناد به مشاهدات میدانی و عکسهای هوایی (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۳۴) وسیع‌ترین پهنه مخروط‌افکنه‌های قدیمی در تمامی نقشه محدوده تحت بررسی، پیرامون گسل تلخاب و به ویژه در بخش شمالی آن قرار دارد. از طرفی پهنه وسیع دیگری نیز در مجاورت رودخانه قمرود و سرشاخه قرسو وجود دارد که نتیجه عملکرد مشترک گسل قم و البرز در حاشیه شمالی واحد ارومیه - دختر (نقشه شماره ۲) و گسل تلخاب در حاشیه جنوبی آن است؛ زیرا این دو گسل موجب فراز هورستی واحد مذکور گردیده‌اند.

۲- در بین مخروط‌های موجود در حاشیه شمالی چاله اراک، مخروط‌افکنه قدیمی شمال شهر آشتیان (تصویر شماره ۵) از ارتفاع بیشتری برخوردار است؛ به طوری که منحنی تراز ۲۵۰۰ متر از رأس این مخروط‌افکنه عبور می‌کند و نکته مهم آنجاست که قاعده این مخروط افکنه به طور مستقیم در حاشیه چاله میقان قرار گرفته و این چاله سطح اساس آن محسوب می‌شود. از آنجا که تغییرات سطح اساس موجب تحوّل و قدیمی شدن مخروط افکنه‌ها می‌گردد، بنابراین تنها عاملی که می‌توانسته موجب تغییرات سه مرحله‌ای رسوبگذاری در این مخروط افکنه شود، جهش متوالی گسل تلخاب در طول دوره اخیر است. نکته قابل توجه آن است که گسل مذکور درست از قاعده مخروط قدیمی عبور می‌کند و مخروط‌های جوان در سطح فرو رو این گسل و در پایین دست خط گسل تشکیل شده‌اند (نیمرخ شماره ۴).

۳- سرشاخه‌های منتهی به چاله کویر میقان در حاشیه شمالی آن نسبت به سرشاخه‌های حوضه شمالی خود که جزء حوضه رودخانه قره‌چای می‌باشد، بسیار کوتاه بوده ولی در مقابل حجم رسوب‌گذاری وسیعی را موجب شده است. تنها دلیل این اختلاف، عملکرد گسل تلخاب در ایجاد سلسله مراتب مخروط‌های حاشیه شمالی بوده و عملکرد این گسل موجب جابجایی مکانی رسوب‌گذاری مخروط افکنه‌ها گردیده است.

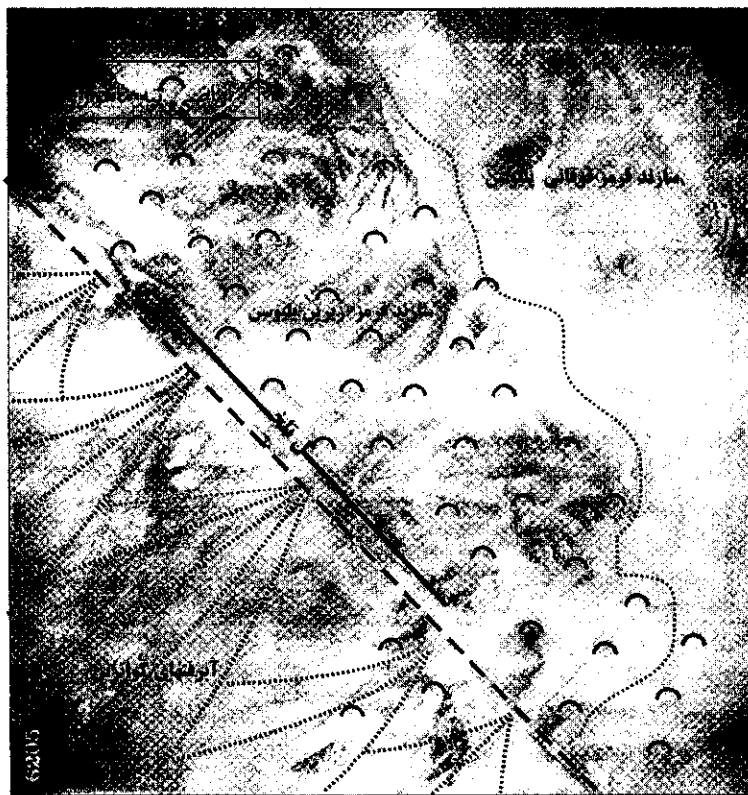
۴- پهنه وسیعی از رسوبات آبرفتی با منشأ آتشفشانی دوره پلیوسن که حالت کنگلومرایی دارد، در شمالشرقی چاله میقان قرار گرفته است. جاده قم اراک از روی این سازند عبور می‌کند و برش‌های مسیر جاده، بافت و ساختمان این سازند را به خوبی نشان می‌دهد (تصاویر شماره ۶ و ۱). نکته مهم آن است که مرز جنوبی این سازند با گسل تلخاب انطباق دارد و سازند مذکور در قطعه فرارو این گسل قرار گرفته است. به دلیل عملکرد گسل مذکور و ارتفاع یافتن قطعه فرارو، سازند پلیوسن به شدت تخریب شده و مرفولوژی هزار دره و تپه ماهوری پیدا کرده است، در حالیکه در قسمت جنوبی گسل تلخاب در این بخش که با قطعه فرو رو این گسل انطباق دارد، مخروط افکنه‌های جدید تشکیل شده است. این مخروط‌ها اختلاف ارتفاع ناشی از جهش گسل را پوشانده‌اند (تصویر شماره ۶).

تصویر ۵- مخروط‌های قدیمی شمال شهر آشتیان



مأخذ: سازمان جغرافیایی ارتش، عکسهای هوایی سال ۱۳۳۴

تصویر ۶- نقش گسل تلخاب در مرفولوژی اراضی پیرامون



مأخذ: عکسهای هوایی مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳۴ سازمان جغرافیایی کشور

۵۰ عمیق‌ترین گمانه‌های تهیه شده از کویر میقان (علایی طالقانی، ۱۳۷۵، ص ۲۹۹) آثاری از نهشته‌های دریایچه‌ای را نشان نمی‌دهند که خود گویای این نکته است که در دوره‌های سرد کواترنر که شرایط سرد بارانی بر منطقه حاکمیت داشته، چاله میقان به صورت حوضه بسته کنونی نبوده است. از طرفی ضخامت رسوب‌گذاری در چاله میقان در دوره هولوسن حدود ۲۱ متر برآورد شده است (علایی طالقانی، ۱۳۷۵، ص ۲۹۹). این رقم بسیار کمتر از برآورد میزان جهش گسل‌های حاشیه این چاله است و این موضوع دلیل دیگری برای تفکیک چاله میقان از مسیله بشمار می‌آید.

نتایج

بررسی شواهد موجود از جمله مرفولوژی مخروط افکنه‌های قدیمی و جدید، موقعیت، جهات و جهش گسل‌ها، رسوب‌شناسی چاله میقان و همچنین بررسی اختلاف ارتفاع موجود بین سطوح مخروط افکنه‌های قدیمی و خط تقسیم بین حوضه‌های میقان و چاله مسیله حکایت از آن دارد که در دوره پلیوستوسن، چاله میقان یکی از زیر حوضه‌های چاله مسیله و حوض سلطان بشمار می‌رفته است. نشست گرابنی گسل‌های حاشیه‌ای چاله میقان (گسل تلخاب و تبرته) موجب تغییر مسیر شبکه زهکشی حوضه اصلی و تبدیل آن به یک سیستم آندورئیس گردیده است. شواهد دیگری از جمله طول انشعابات زهکشی در حاشیه شمالی چاله میقان نسبت به انشعابات حاشیه جنوبی و شرقی حوضه مسیله بسیار کوتاه‌تر بوده و به عبارتی چندان تکامل یافته نمی‌باشند و از طرفی خط تقسیم موجود در طول دره قدیمی (دره زواریان - قره‌سو در نقشه شماره ۱) با خط گسل اصلی تلخاب در شمالشرق چاله میقان انطباق کاملی را نشان می‌دهند.

منابع و مآخذ

- ۱- اسدیان، خدیجه، ۱۳۵۶، جغرافیای دیرینه، دانشگاه تهران.
- ۲- پدرامی، منوچهر، ۱۳۷۲، زمین شناسی کواترنر و پارینه اقلیم منطقه اراک (کویر میقان)، سازمان زمین شناسی کشور.
- ۳- پدرامی، منوچهر، ۱۳۶۰، کوهزایی پاسادین و زمین شناسی ۷۰۰ هزار سال گذشته ایران، سازمان زمین شناسی کشور.
- ۴- ثروتی، محمدرضا، ۱۳۷۱، ویژگیهای ژئومرفولوژیک دشتهای مناطق بیابانی ایران، مجموعه مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری ایران، جلد دوم، دانشگاه تهران.
- ۵- ثروتی، محمدرضا، ۱۳۷۰، ویژگیهای ژئومرفولوژیک دشتهای منطقه طبیعی شماره ۴۵، دانشگاه تهران.
- ۶- جداری عیوضی، جمشید، ۱۳۷۴، ژئومرفولوژی ایران، پیام نور.
- ۷- خسروتهرانی، خسرو، ۱۳۶۷، چینه شناسی ایران، دانشگاه تهران.
- ۸- رهنمایی، محمدتقی، ۱۳۶۵، ترجمه، مبانی یک کشور شناسی جغرافیایی، موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی سحاب.
- ۹- سامانی، بهرام، ۱۳۵۲، پلایاها و مراحل دینامیکی شکل گیری قشرهای نمکین در دشت کویر، سازمان جغرافیایی کشور.
- ۱۰- سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۰، شرح نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ چهارگوش قم.
- ۱۱- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ عملیات مشترک منطقه اراک (قم).
- ۱۲- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۳۴، عکسهای هوایی مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ منطقه اراک.
- ۱۳- سازمان نقشه برداری، اطلس ملی، ۱۳۷۲، نقشه ژئومرفولوژی مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰.
- ۱۴- مرکز سنجش از دور ایران، ۱۹۸۵، تصویر ماهواره ای TM در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۱۵- سازمان زمین شناسی کشور، نقشه زمین شناسی چهارگوش قم در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.
- ۱۶- علایی طالقانی، محمود، ۱۳۷۵، ژئومرفولوژی و عمران ناحیه‌ای دشت اراک، رساله دکتری، دانشگاه تهران.
- ۱۷- علایی طالقانی، محمود، ۱۳۸۰، ژئومرفولوژی ایران، انتشارات قومس.
- ۱۸- محمودی، فرج اله، ۱۳۶۷، اقلیم ایران در کواترنر، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۲۳، دانشگاه تهران.
- ۱۹- محمودی، فرج اله، ۱۳۶۹، طرح پژوهشی ریگزارهای مهم ایران، معاونت پژوهشی دانشگاه تهران.
- ۲۰- موسسه جغرافیا، دانشگاه تهران، ۱۳۷۹، نقشه ژئومرفولوژی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ ژئومرفولوژی منطقه آران.
- 21- Bobek, Hans, 1959, Arid Zone Research Centre, Features and Formation of Great Kawir and Masileh, University of Tehran.
- 22- Cooke, R.u, and et al. 1993, Desert Geomorphology, UCL press
- 23- Cooke, R.u, and et al. 1992, Urban Geomorphology in Dryland, oxford University Press.
- 24- Pedrami, M. 1982, Plistocene Glaciation and Paleoclimate in Iran, GEO 1, Surv. Iran. Tehran.
- 25- Thomas, David, S.G, 1989, Arid Zone Geomorphology, Belhaven Press.