

سازوکارهای ساختاری در بروز فوران‌های بازالتی منطقه بیجار (باختر ایران)

گلاویز ملکی^۱، عبدالله سعیدی^۱، محمد هاشم امامی^۱ و منیره خیرخواه^۱

^۱پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۳/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۷/۱۷

چکیده

در پهنه سنج-سیرجان بسیاری از سنگ‌های آتشفشانی بازی که گاه به صورت تخته‌گاه‌هایی سنگ‌های کهن‌تر از کواترنری را پوشانده‌اند، با شکل و ریخت گوناگون رخنمون یافته‌اند. بر اساس تاریخچه ژئودینامیکی کوهزاد زاگرس، سنگ‌های مورد مطالعه، سنگ‌های پس از برخورد هستند که در امتداد راستای سامانه‌های کششی در سطح آشکار شده‌اند. رخنمون این سنگ‌ها در سطح از روند شمال باختری-جنوب خاوری پیروی می‌کند. به‌ویژه مجموعه‌های بررسی شده در چارچوب این مقاله با نام‌های ندری، طهمورث و احمدآباد این روند را نشان می‌دهند. از این نگاه در سه جایگاه نامبرده، برداشت‌های صحرایی بر روی سامانه‌های شکستگی انجام شد که نتایج زیر حاصل شده است. گسل‌های برداشت شده از سه جایگاه سنگ‌های بازالتی، ویژگی‌های گوناگونی از نگاه روند جایگاه جریان‌های بازالتی و نیز سن آنها دارند. این گسل‌ها که همگی از نوع گسل‌های کششی (عادی) هستند یا سنی پس از شکل‌گیری بازالت‌ها دارند (جوان‌ترین گسل‌ها)، یا همزمان با برون‌ریزی بازالت‌ها هستند که همزمان با آخرین مرحله رسوب‌گذاری مارن‌های میوسن پسین است و کهن‌ترین این گسل‌ها دارای سن میوسن پسین و پیش از برون‌ریزی بازالت هستند.

کلید واژه: گسل، سامانه‌های کششی، ژئودینامیکی، ریخت‌شناسی

***نویسنده مسئول:** گلاویز ملکی

E-mail: maleki.geologist@yahoo.com

۱- مقدمه

پوسته ایران پس از برخورد قاره-قاره صفحه عربی با صفحه ایران و شکل‌گیری کوهزایی زاگرس و فراخاست پوسته، برای رسیدن به حالت تعادل دچار کشش‌های پس از کوهزایی شده است. نشانه‌های کشش و برش در پهنه سنج-سیرجان بیشتر از دیگر نقاط ایران است (آقاباتی، ۱۳۷۹؛ امامی، ۱۳۷۹). در پهنه برخوردی زاگرس به نظر می‌آید بیشترین کشش در پهنه سنج-سیرجان، جایی که در طی کوهزایی جایگاه بیشترین فرایندهای زمین‌ساختی و دگرشکلی پوسته همراه با ماگماتیسم و دگرگونی بوده، صورت گرفته است. گواه آن برون‌ریزی جریان‌های بازالتی و یا شکل‌گیری آتشفشان‌های جوان در جهت عمود بر کوتاه‌شدگی پوسته (هم‌روند با ساختار زاگرس) است. منطقه مورد مطالعه بخش‌هایی از برگه زمین‌شناسی بیجار به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ از انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور است (فنودی و سیاره، ۱۳۸۳). سنگ‌های بازالتی مورد نظر در پهنه سنج-سیرجان در محدوده این برگه در سه جایگاه به نام‌های احمدآباد، طهمورث و ندری با فاصله‌های متفاوت مورد مطالعه سنگ‌شناسی و ساختاری قرار گرفته‌اند.

محدوده بررسی شده دارای ویژگی‌های جغرافیایی ۳۰'، ۴۷°-۴۸° طول خاوری و ۵۰'، ۳۵°-۳۰'، ۳۵° عرض شمالی است. جایگاه احمدآباد در حدود ۱۵ کیلومتری قروه، طهمورث در فاصله تقریباً ۳۰ کیلومتری بیجار و ندری در ۱۵ کیلومتری بیجار جای دارند (شکل ۱). در این بررسی، سنگ‌های آذرین که از نوع سنگ‌های خروجی قلیایی (بازالت) با سن میوسن-کواترنری هستند و پهنه‌های نه‌چندان گسترده‌ای را پوشانده‌اند، از نگاه ژئوشیمی سنگی و شرایط زمین‌شناختی و ساختاری در محیط‌های شکل‌گیری تحلیل می‌شوند. در بررسی‌های فراوان پژوهشگران پیشین چون ملکوئیان (۱۳۸۵)، سیاره (۱۳۸۳)، Boccaletti (1977)، معین و زیری (۱۳۷۵)، تنها به مباحث سنگ‌شناسی و ژئوشیمی سنگی بازالت‌های پهنه سنج-سیرجان پرداخته شده، در حالی که در این پژوهش، افزون‌بر بررسی‌های سنگ‌شناسی و ژئوشیمی سنگی (Rollinson, 1993)، سن و تحلیل ساختاری محیط شکل‌گیری بازالت‌ها مورد نظر بوده است. بنابراین افزون‌بر برداشت‌های ساختاری در ترانه‌های ایجاد شده در این سه ساختگاه، روشن شد که بازالت‌ها در گستره حوضه رسوبی میوسن پسین و همزمان با رسوب‌گذاری نهشته‌های با رخساره مارن بیرون ریخته‌اند. از آنجا که فعالیت آتشفشانی بر اثر فرایندهای کششی و برشی-کششی مراحل پایانی کوهزایی

آلپی رخ داده است، بستر حوضه میوسن دچار کشش شده و شکستگی‌های فراوانی همزمان با رسوب‌گذاری ایجاد شده است. برداشت‌های صحرایی گسل‌ها، پس از پالایش، در جدول‌هایی مربوط به هر ساختگاه، منظم و دسته‌بندی شده و با نرم‌افزار rock war^۱ tectonic fp7 ... تحلیل شده‌اند.

از نتایج مهم این پژوهش سن واقعی به دست آمده برای آغاز فوران‌های بازالتی و نیز معماری شکستگی‌های شکل گرفته در حوضه رسوبی و بازالت‌های جریان‌یافته همزمان با رسوب‌گذاری است.

۲- زمین‌شناسی عمومی منطقه

گستره نقشه بیجار، بر اساس تقسیم‌بندی زمین‌ساختاری ایران، در پهنه سنج-سیرجان (Berberian and King, 1981) جای گرفته است. پهنه سنج-سیرجان بخشی از سامانه کوهزایی برخوردی زاگرس در باختر ایران است که به هنگام بسته‌شدن اقیانوس تتیس جوان بر اثر برخورد صفحه عربی با ایران شکل گرفته است. تقسیم‌بندی در پهنه سنج-سیرجان بدین سبب عنوان می‌شود که کمان حاشیه فعال در مزوزویک پایانی در اثر فروانش پوسته اقیانوس تتیس جوان به سوی شمال خاوری به زیر ایران مرکزی انجام گرفته است. این تقسیم‌بندی از جنوب باختری به سوی شمال خاوری شامل زیر پهنه‌های زیر است: (سعیدی، ۱۳۸۷؛ Omrani, 2008; Alavi, 1996; Braud, 1970, 1987; Ricou, 1974, 1976).

۱- زیر پهنه رادیولاریتی شامل سنگ‌هایی به سن تریاس پسین تا کرتاسه پسین که در محیط‌های کم‌ژرفا و ژرف تشکیل شده‌اند.

۲- زیر پهنه بیستون که شامل کربنات‌های محیط کم‌ژرفای دریا، از زمان تریاس پسین تا کرتاسه پسین هستند.

۳- زیر پهنه افیولیتی که شامل افیولیت‌های کرتاسه پسین هستند.

۴- زیر پهنه حاشیه‌ای که از سنگ‌های آتشفشانی به سن ژوراسیک پسین-کرتاسه زیرین تشکیل شده و در محیط کم‌ژرفای دریایی جای گرفته‌اند.

۵- زیر پهنه با دگرشکلی پیچیده که سنگ‌های پالئوزویک پسین-مزوزویک در حاشیه آرام در بخش شمال خاوری اقیانوس تتیس جوان قرار گرفته است. (محجل و سهندی، ۱۳۷۸)

۳- منطقه احمدآباد

بازالت‌های احمدآباد جنوبی‌ترین جایگاه از سه جایگاه مطالعه شده است. بررسی‌های صحرایی و پیمایش‌های انجام‌شده بر روی این بازالت‌ها سرگذشت کوتاه‌مدت اما جالبی را از چگونگی شکل‌گیری و جریان بازالت‌ها نشان می‌دهد.

در دامنه جنوبی بازالت‌ها، در نقاطی که بازالت‌ها به عنوان مصالح ساختمانی (پوکه طبیعی) برداشت‌شده و برش‌هایی از بخش‌های درونی آنها نمایان شده است، نشان می‌دهد که حوضه رسوبی میوسن که در پی بالا آمدن پوسته در اثر کوهزاد زاگرس در درون قاره شکل گرفته و می‌تواند در رده حوضه‌های رسوبی درون قاره‌ای (Intra continental Basin) و یا حوضه‌های رسوبی پشت کمانی (Back Arc Basin) جای گیرد (سعیدی، ۱۳۸۷؛ Omrani, 2008)، همزمان با رسوب‌گذاری زیر پوشش یک سامانه کششی قرار گرفته‌اند. این کشش همراه با نازک‌شدگی پوسته رخ داده است، به گونه‌ای که گسل‌های کششی شکل گرفته در بستر حوضه فضا و مجرایی برای انتقال مواد گوشته بالایی به سطح به وجود آورده‌اند.

دلیل برون‌ریزی بازالت‌ها همزمان با رسوب‌گذاری، تناوب لایه‌های مارنی همراه با لایه‌بندی نازک با افق‌های بازالتی است (بر اساس برداشت‌های صحرایی). به بیان بهتر فعالیت بازالتی دارای دوره‌های زمانی تناوبی با رسوب‌گذاری در درون حوضه رسوبی بوده است. در دامنه جنوبی برونزد بازالت‌های احمدآباد، بازالت‌ها و یا سنگ‌های بازی با ترکیب نزدیک به بازالت به صورت ساختارهای خطی درآمده‌اند که دارای ویژگی‌های هندسی ۹۰/۱۹۵ هستند. چنانچه این ساختارها دایک باشند، سن جوان‌تری نسبت به بازالت‌ها دارند و خط عمود بر امتداد آنها جهت کشش و بازشدگی را نشان می‌دهد. شکل ۲ ویژگی‌های هندسی این دایک‌ها را نشان می‌دهد. بر اساس نمودارهای به‌دست آمده از برداشت‌های صحرایی برای دایک‌های منطقه احمدآباد و روند حاکم شمال-شمال خاور، جنوب-جنوب باختر، جهت کشش حدود N70W است (شکل ۳).

گسل‌های نرمال برداشت‌شده در منطقه احمدآباد نیز روندهای گوناگونی از شمال خاور-جنوب باختر تا شمال باختر-جنوب خاور و خاوری-باختری دارند. چنانچه در شکل ۷ دیده می‌شود، روند بیشتر گسل‌ها، هم روند دایک‌های برداشت‌شده یعنی شمال خاور-جنوب باختر است و جهت کشش به طور دقیق همان جهت کشش برای دایک‌هاست. بنابراین چنین سامانه کشش برای دایک‌ها و بیشتر گسل‌های نرمال بازالت‌های احمدآباد یکسان و همزمان است. این تغییر روند در منطقه با توجه به بازه به نسبت طولانی برون‌ریزی بازالت از میوسن تا کواترنری، منطقی است (البته لازم به بیان است این داده‌ها در طول برداشت‌های صحرایی به دست آمده و تاکنون فردی روی آنها کار نکرده است). تغییر روندهای کششی از حدود N70W به N70E کمی غیرعادی است. این تفاوت می‌تواند مربوط به چرخش قطعات (بلوک) در گیر (Tilting) در پهنه‌های کششی باشد. از سوی دیگر، آهنگ تعداد گسل‌های برداشت‌شده با روند نامبرده شده، نیز فراوان نیست (این کج‌شدگی در ترانشه معدن احمدآباد و ندیری دیده می‌شود) (Ingersoll, 1994).

روند سوم گسل‌های عادی برداشت‌شده به طور کامل خاوری-باختری است و جهت کشش نیز شمالی-جنوبی است. این سامانه کشش نیز غیرعادی است. این احتمال وجود دارد که از میوسن تا کواترنری در طی یک بازه زمانی کوتاه یا بلند جهت تنش‌های کششی تغییر کرده باشد. برخی از گسل‌های موجود در محدوده بازالت‌های احمدآباد، از نوع گسل‌های راست‌الغز چپ‌بر هستند. یک نمونه از این گسل‌ها دارای ویژگی هندسی ۹۰/۲۰۰ است.

در بخش داخلی معدن (جایی که به دلیل برداشت مواد پوکه ترانشه‌های بلندی ایجاد شده) ساختارها و نمادهای منحصر به فردی به چشم می‌خورد که نشان‌دهنده همزمانی رسوب‌گذاری میوسن پسین و برون‌ریزی بازالت‌هاست. یکی از بارزترین پدیده‌های زمین‌ساختی، همزمانی رسوب‌گذاری حوضه میوسن و برون‌ریزی

بازالت‌ها در داخل حوضه رسوبی است. شکل ۴ این همزمانی را نشان می‌دهد. چنانچه در شکل آشکار است، دوره‌های برون‌ریز بازالت در مرحله‌های گوناگون رخ داده است. زیرا تناوبی از لایه‌های مارنی نازک‌لایه و افق‌های بازالت وجود دارد. بنابراین سن بازالت‌ها کهن‌تر از کواترنری آغاز شده و تا کواترنری تغییر می‌کند. تناوب مارن در حاشیه گسل نشان می‌دهد که پدید آمدن گسل‌ها در زمانی صورت گرفته که رسوب‌ها هنوز سخت نشده‌اند و بنابراین لایه‌های رسوبی در حاشیه گسل به سوی شکاف گسلی خم شده‌اند.

ویژگی همزمانی رسوب‌گذاری و برون‌ریزی بازالت، در یکی از ترانشه‌های معدن احمدآباد دیده می‌شود. در این ترانشه که تناوبی از لایه‌های نازک مارن و افق‌های بازالت است، در بالاترین سطح، جریان یافتن بازالت در بستر حوضه و وزن آن سبب فرونشستن و خم‌شدن لایه‌های مارن به سوی پایین شده است. در حقیقت وزن بازالت سبب ایجاد یک خمش (Bending) در لایه‌های بالایی مارن‌های میوسن شده است. شکل ۵ تناوب افق‌های بازالت و لایه‌های مارن و خمش لایه‌های مارن در اثر وزن بازالت را نشان می‌دهد.

گسل‌های همزمان با رسوب‌گذاری و جریان یافتن بازالت‌ها، به صورت دسته گسل‌های نرمال و موازی در ترانشه شمال باختری معدن احمدآباد و در شکل ۶ به خوبی نمایان هستند. تعداد این گسل‌ها فراوان و دارای ویژگی‌های هندسی زیر است و شکل ۷ ویژگی‌های هندسی این گسل‌ها را نشان می‌دهد. تعدادی از قطعات بین گسل‌ها در اثر تداوم فرونشینی و فعالیت کشش چرخیده و به صورت گسل‌های کم زاویه درآمده‌اند، در حقیقت ساختار شکل گرفته در این عکس یک فروبوم (گراین) قرینه را نشان می‌دهد، که یک حاشیه آن دچار کج‌شدگی شده است. در شکل ۸ افزون بر نمایش معماری گسل‌ها و قطعات بین گسل‌ها، فرونشست‌های بالاترین لایه‌های مارن‌های سخت‌نشده در بستر حوضه و در اثر بار گذاشته بر روی لایه‌های رسوبی سخت‌نشده (وزن بازالت‌ها) نیز دیده می‌شود.

در شکل‌های ۹ و ۱۰ گسل‌های کششی همزمان با رسوب‌گذاری نمایش داده شده‌اند. همان‌گونه که در شکل دیده می‌شود در اثر ادامه کشش مواد حاشیه صفحه گسل که از رخساره مارن‌ها هستند به درون شکاف گسل ریخته و یا متمایل شده‌اند. در شکل ۹ بهترین نمونه از کشش و گسل‌خوردگی نرمال همزمان با رسوب‌گذاری دیده می‌شود. بر اساس این عکس می‌توان آهنگ جابه‌جایی لایه‌های مارن و افق‌های بازالت و نیز تناوب رسوب‌گذاری در حوضه میوسن و فعالیت آتشفشانی در زمان‌های متفاوت را اندازه‌گیری و برآورد کرد.

بر پایه برداشت‌های صحرایی از ترانشه‌های معدن احمدآباد دو نتیجه به دست می‌آید:

۱- دوره کشش از میوسن آغاز شده و تا کواترنری ادامه داشته است.

۲- سن بازالت‌ها همزمان با رسوب‌گذاری و کمی پس از آن است.

به بیان بهتر سن بازالت‌ها میوسن-کواترنری است.

رژیم کشش پس از کوهزایی تا کواترنری ادامه داشته، به گونه‌ای که جوان‌ترین افق‌های بازالت نیز تحت تأثیر سامانه کششی شکسته و جابه‌جا شده است. این فرایند در بخش شمال خاوری معدن احمدآباد دیده می‌شود. گسل‌های برداشت‌شده از این بخش از بازالت‌ها دارای هماهنگی با گسل‌های بخش‌های دیگر است و جهت کشش همه آنها یکسان است (گسل‌های شکل گرفته در میوسن و گسل‌های مربوط به کواترنری). در این جایگاه تنها سنگ‌های آتشفشانی رخنمون دارند و در بالاترین سطح جریان بازالت‌ها گسل‌خوردگی رخ داده است.

۴- طهمورث

در شمال باختر، برونزد دیگر بازالت به نام طهمورث بررسی شده است. ویژگی‌های

ساختاری این منطقه همچون منطقه احمدآباد است. این ویژگی‌ها شامل:

- ۱- فعالیت بازالت‌زایی همزمان با رسوب‌گذاری میوسن
- ۲- فعالیت بازالت‌زایی در تناوب با رسوب‌گذاری حوضه میوسن
- ۳- همزمانی سامانه ککشی با رسوب‌گذاری در حوضه میوسن
- ۴- دگرشکلی در اثر ککشی از میوسن تا کواترنری.

شکل ۱۱ تناوب فعالیت آتشفشانی همزمان با رسوب‌گذاری میوسن را در دوره‌های مختلف نشان می‌دهد. در نتیجه یک تناوب از لایه‌های مارن و مارن‌های آهکی و افق‌های بازالت به چشم می‌خورد.

در منطقه طهمورث نیز شدت ککشی بالا است، به گونه‌ای که تمامی بخش‌های منطقه معدن پوک به وسیله گسل‌های نرمال بریده و جابه‌جا شده است. در بخش‌هایی از معدن طهمورث تناوب مواد آتشفشانی- آواری و رسوب‌های کنگلومرایی و مارن وجود دارد. در ترانسه‌های معدن طهمورث پهنه‌های برشی گوناگونی به چشم می‌خورد و از سوی دیگر در این جایگاه نیز ککشی‌های همزمان با رسوب‌گذاری و بازالت نیز به فراوانی وجود دارد. شکل ۱۲ نمایانگر این است که این پدیده‌ها همگی از ساختارهای رژیم‌های ککشی است.

شکل ۱۳ ویژگی‌های هندسی گسل‌های منطقه طهمورث را نشان می‌دهد. شکل‌های ۱۴ و ۱۵ یک گسل نرمال با جابه‌جایی حدود یک متر را نشان می‌دهد که شکاف حاصل از گسل به وسیله مواد رسوبی و مواد خرد و شکسته شده بازالت‌های افق بالایی پر شده است. در منطقه طهمورث، آهنگ جابه‌جایی بر روی سطح گسل‌های نرمال همانند و هم اندازه جابه‌جایی در منطقه احمدآباد است. شکل‌های ۱۶ و ۱۷ همزمانی ککشی و جابه‌جایی رسوبات بر روی سطح گسل نرمال را نشان می‌دهد. در معدن طهمورث گاهی گسل‌هایی دیده می‌شود که آهنگ جابه‌جایی بالاست و قابل مقایسه با جابه‌جایی بر روی گسل‌های دیگر نیست. شکل‌های ۱۸، ۱۹ و ۲۰ یکی از این نوع گسل‌ها را نشان می‌دهد که شکاف گسل به وسیله مواد خرد شده بازالتی پر شده است. بر روی این گسل لایه‌های فرادپواره بیشتر از چند متر جابه‌جا شده است.

در منطقه طهمورث سامانه گسل‌های ککشی نسبت به سامانه گسلی منطقه احمدآباد کمی متفاوت است. در منطقه طهمورث، روند این گسل‌ها خاوری- باختری است و جهت ککشی به طور کامل شمالی- جنوبی است. در این منطقه دو روند گسلی دیگر نیز وجود دارد: دسته اول گسل‌ها در منطقه طهمورث روند خاوری- باختری دارند و دسته دوم گسل‌های عادی با روند شمالی- جنوبی هستند. برای دسته اول جهت ککشی عمومی شمالی- جنوبی است و برای دسته دوم گسل‌ها جهت ککشی خاوری- باختری است. با مقایسه سامانه گسل‌های منطقه طهمورث با منطقه احمدآباد، می‌توان چنین برداشت و تحلیلی ارائه داد:

دسته سوم گسل‌های منطقه احمدآباد با روند خاوری- باختری مانند دسته اصلی و اول سامانه گسلی طهمورث است. بدین معنی که این دو دسته گسل در دو منطقه دارای روندهای به طور کامل خاوری- باختری هستند که جهت ککشی شمالی- جنوبی نشان می‌دهند. در حالی که دسته اول گسل‌های منطقه احمدآباد با روند شمال خاوری- جنوب باختر و نزدیک به شمالی- جنوبی، کم و بیش همانند و هم‌روند با سیستم گسلی دسته دوم گسل‌های منطقه طهمورث با روند شمالی- جنوبی هستند. در هر دو منطقه جهت ککشی نزدیک به خاوری- باختری است. در منطقه طهمورث جهت ککشی در زمان‌های گوناگون، دارای روندهای به طور کامل محدود و مشخصی است یعنی جهت‌های ککشی به طور کامل شمالی- جنوبی و یا به طور کامل خاوری- باختری است.

۵- ندری

این بروزد در باختر- شمال باختری بروزد طهمورث جای دارد. در این منطقه،

به دلیل مناسب نبودن سنگ‌های بازالتی مناسب پوک، کمتر از آن بهره‌برداری شده است. معدن ندری به دلایل ناشناخته متروک مانده و رها شده است. تنها ۲ ترانسه کوچک بر روی این معدن ایجاد شده است که ویژگی‌های کمتری از ساختار زمین‌ساختی را نشان می‌دهند. با این وجود، در همین دو ترانسه گسل‌هایی برداشت شده است. در منطقه ندری گسل‌های برداشت شده، ۳ سامانه متفاوت را نشان می‌دهند. در این منطقه گسل‌های برداشت شده دارای ۳ روند متفاوت هستند. دسته اول گسل‌ها، گسل‌هایی هستند که روند کامل خاوری- باختری دارند. جهت ککشی به دست آمده بر روی این گسل‌ها دارای روند شمالی- جنوبی است. این دسته گسل منطقه ندری دارای همخوانی با گسل‌های دسته اول گسل‌های منطقه طهمورث و دسته سوم گسل‌های منطقه احمدآباد است. در هر ۳ منطقه یکی از روندهای اصلی گسل‌ها، روند خاوری- باختری است. تمامی این مجموعه گسل‌ها دوره ککشی در جهت شمال- جنوب را نشان می‌دهند.

دسته دوم گسل‌های برداشت شده در منطقه ندری که دارای فراوانی مانند دسته پیشین است، دارای روند به طور کامل شمال باختر- جنوب خاور هستند. جهت ککشی بر روی این دسته گسل‌ها نزدیک به N45E است. این دسته گسل قابل مقایسه با دیگر گسل‌های برداشت شده در دو منطقه احمدآباد و طهمورث نیست. این دسته گسل نزدیک به روند اصلی ساختارهای سامانه کوهزایی زاگرس است و جهت ککشی نزدیک به عمود بر جهت کوتاه‌شدگی است.

دسته سوم گسل‌های برداشت شده در منطقه ندری (شکل ۲۱) که تعداد آنها کم است، گسل‌های با روند شمال خاور- جنوب باختر است. این‌ها گسل‌هایی هستند که به طور دقیق هم‌سو با جهت کوتاه‌شدگی کوهزاد زاگرس می‌باشند. جهت ککشی بر روی گسل‌ها نزدیک به N45W است.

شکل ۲۱ ویژگی‌های هندسی این گسل‌ها را نشان می‌دهد و به دلیل این که در معدن ندری برداشت مواد معدنی از بالاترین افق‌های بازالتی انجام شده و بخش‌های زیرین دیده نمی‌شود، بنابراین گسل‌های شکل گرفته همگی در افق‌های بالایی بازالت‌ها پدید آمده‌اند. در این منطقه تناوب لایه‌های مارن و بازالت دیده نمی‌شود. دو دلیل می‌تواند برای این منظور ارائه شود:

- ۱- برداشت‌ها در لایه‌های بالایی بازالت‌ها صورت گرفته و تناوب بازالت و مارن در سطح‌های پایین جای دارند.
- ۲- در این منطقه تناوب مارن و بازالت وجود ندارد بنابراین بازالت‌ها در حاشیه حوضه میوسن بیرون ریخته و وارد حوضه رسوبی نشده‌اند.

شکل ۲۲ پهنه خرد شده سنگ‌های بازالتی در حاشیه گسل را نشان می‌دهد. جابه‌جایی بر روی سطح گسل حدود ۷۵ سانتی‌متر است. در شکل ۲۳ آهنگ جابه‌جایی به وسیله گذاردن نشانه‌هایی نمایش داده شده است. شکل ۲۴ سامانه گسل‌های موازی همراه با آهنگ جابه‌جایی را نشان می‌دهد.

۶- نتیجه‌گیری

- با توجه به بیشتر پژوهش‌های انجام شده بر روی سنگ‌های بازالتی در پهنه سندج- سیرجان مطالعات انجام شده در این پژوهش، زمان ککشی میوسن تا کواترنری در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، می‌توان گفت که به احتمال زیاد دوره ککشی در پهنه سندج- سیرجان در میوسن آغاز شده است.
- این ککشی در حوضه رسوبی میوسن به خوبی قابل دیدن است و نشان می‌دهد بستر حوضه در حال رسوب‌گذاری جلو کمان ارومیه- دختر، تحت تأثیر این ککشی شکسته شده و همزمان با رسوب‌گذاری انباشت‌های مارنی میوسن پسین بازالت‌ها بیرون ریخته‌اند.
- بر اساس تحلیل هندسی و سینماتیکی در گسل‌های برداشت شده، جهت ککشی NW-SE, NE- SW و N-S بوده است. لازم به بیان است که در بررسی‌های روزمینی

سپاسگزاری

در پایان امر لازم می‌دانیم که مراتب تشکر و قدردانی خود را از آقایان دکتر قرشی، دکتر طالبیان ریاست پژوهشکده علوم زمین و دکتر نظری معاون پژوهشکده علوم زمین به خاطر کمک‌های فراوان در فراهم آوردن شرایط و امکانات مورد نیاز برای به انجام رسانیدن مراحل مختلف این پروژه، به عمل آوریم. همچنین از زحمات بخش آزمایشگاه و نقلیه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور به خاطر همکاری‌شان در به ثمر رساندن این پروژه و از مهندس شجاعی و مهندس نصیری کاشانی کمال تشکر و قدردانی را داریم.

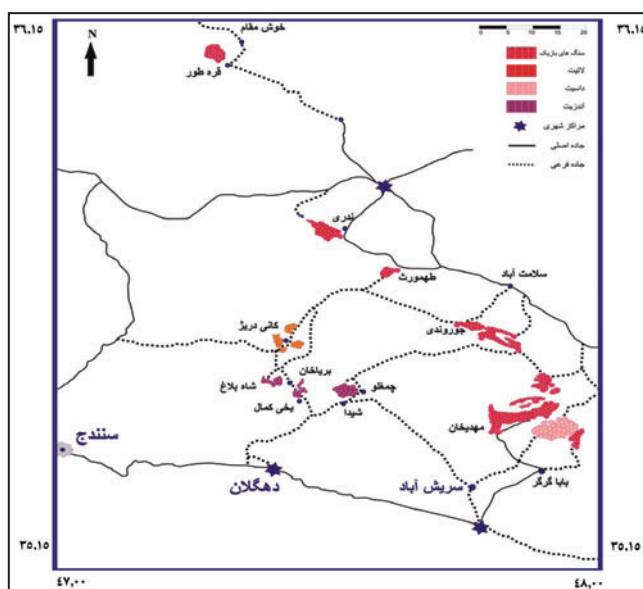
افزون بر راستای گسل‌ها تمامی پارامترهایی که می‌توان سازوکار و ویژگی‌های سینماتیکی گسل‌ها را بررسی کرد مورد نظر بوده و اندازه‌گیری شده‌اند.

- چون مارن‌ها بر اساس سن‌های فسیلی به دست آمده میوسن پسین هستند و چون بازالت‌ها دارای تناوب با مارن‌ها هستند، سن داده شده بازالت‌ها، میوسن پسین تا کواترنری است.

- برون‌ریزی بازالت‌ها در میوسن پیوسته نبوده و در زمانی که رسوب‌گذاری مارن‌های میوسن انجام شده، فعالیت آتشفشانی متوقف شده است.



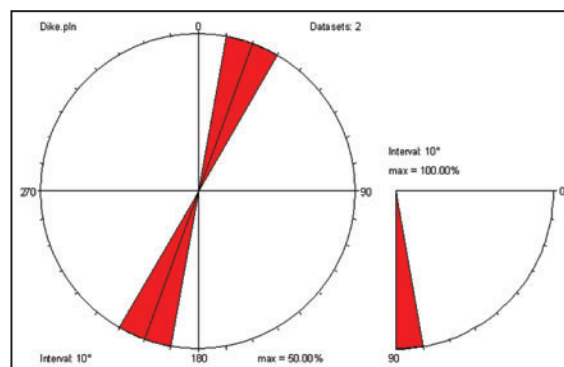
شکل ۳- نمایی از دایک‌های منطقه احمدآباد. (نگاه به سوی شمال خاور) (نگاه به سوی شمال خاور)



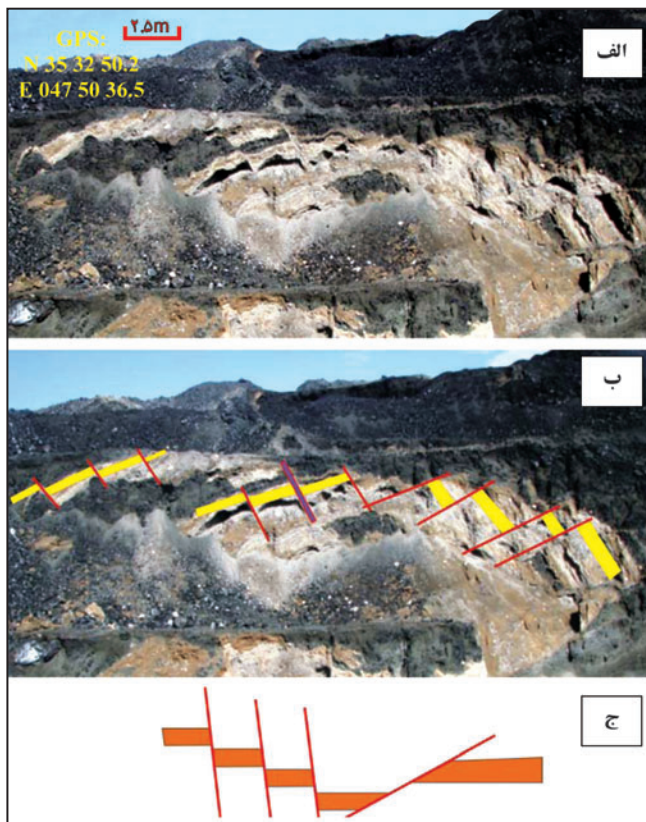
شکل ۱- محور تکاب- قروه (آتشفشان‌های مورد مطالعه ندری، طهمورث و احمدآباد است) (اقتباس از معین وزیری، ۱۳۷۵ با تصحیح).



شکل ۴- همزمانی رسوب‌گذاری حوضه میوسن و برون‌ریزی بازالت‌ها در داخل حوضه رسوبی. (نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ بیجار) (نگاه به سوی جنوب باختر)



شکل ۲- ویژگی‌های هندسی دایک‌های منطقه احمدآباد.



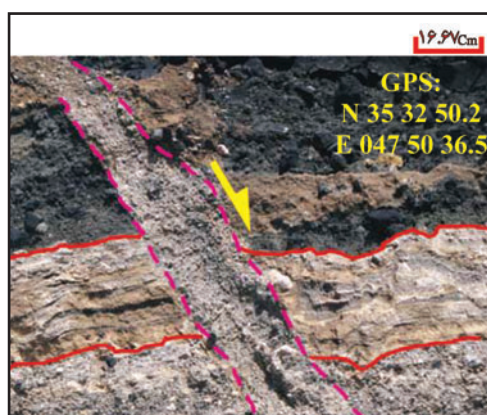
شکل ۸- الف) نمایش معماری گسل‌ها و قطعات بین گسل‌ها، به صورت دسته گسل‌های نرمال و موازی در ترانشه شمال باختری معدن احمدآباد (ب) نمایش گسل‌ها و قطعات بر روی عکس (ج) تصویر نمادین از همین گسل‌ها. (منطقه احمدآباد) (نگاه به سوی شمال - شمال خاور)



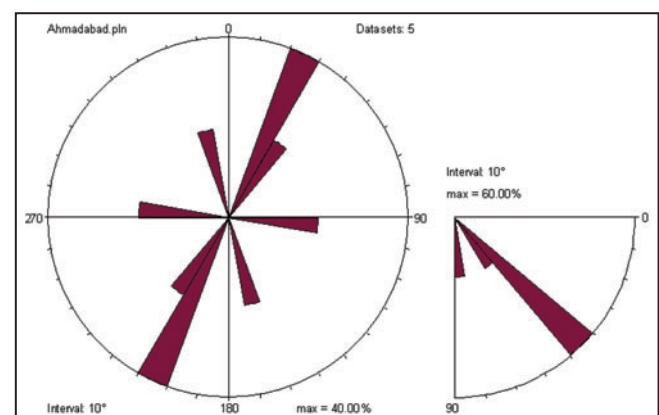
شکل ۵- تناوب افق‌های بازالت و لایه‌های مارن و خمش لایه‌های مارن در اثر وزن بازالت را نشان می‌دهد. (نگاه به سوی جنوب باختر)



شکل ۶- گسل‌های همزمان با رسوب‌گذاری و جریان یافتن بازالت‌ها، به صورت دسته گسل‌های نرمال و موازی در ترانشه شمال باختری معدن احمدآباد (نگاه به سوی شمال - شمال خاور)



شکل ۹- گسل‌های کششی همزمان با رسوب‌گذاری (منطقه احمدآباد) (نگاه به سوی شمال - شمال خاور)



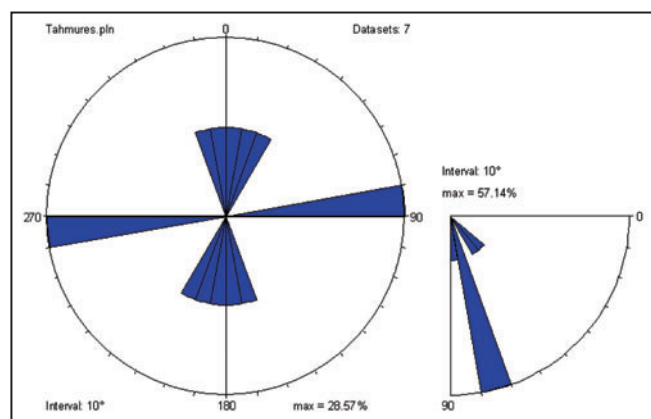
شکل ۷- ویژگی‌های هندسی گسل‌های منطقه احمدآباد در قالب نمودار گل سرخی. (منطقه احمدآباد)



شکل ۱۱- تناوب فعالیت آتشفشانی همزمان با رسوب‌گذاری میوسن را در دوره‌های مختلف نشان می‌دهد (منطقه طهمورث) (نگاه به سوی شمال خاور)



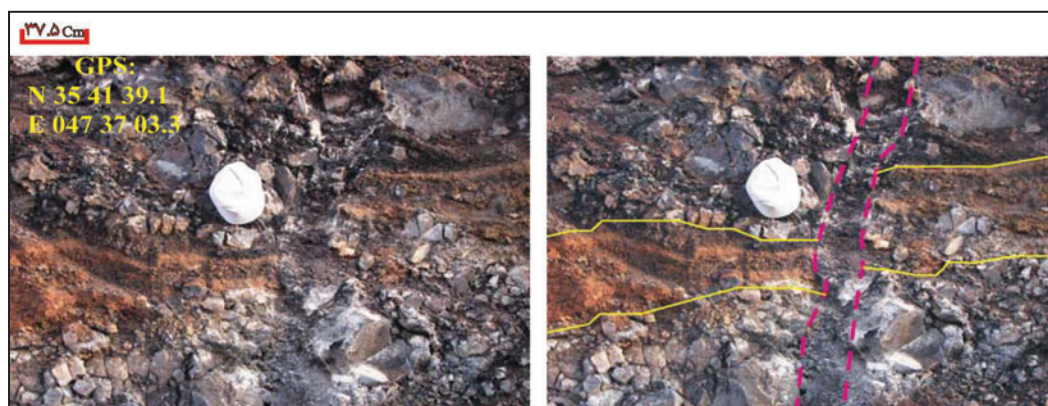
شکل ۱۰- حالت بین انگشتی در گسل‌های کششی همزمان با رسوب‌گذاری (منطقه احمدآباد) (نگاه به سوی شمال - شمال خاور)



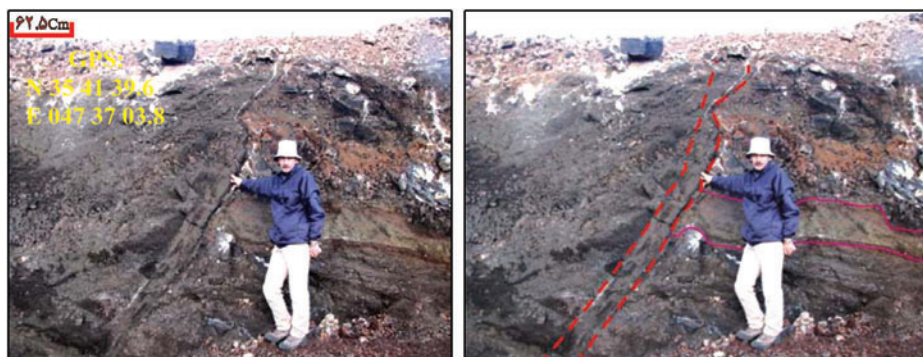
شکل ۱۳- ویژگی‌های هندسی گسل‌های منطقه طهمورث به صورت نمودار گل سرخی.



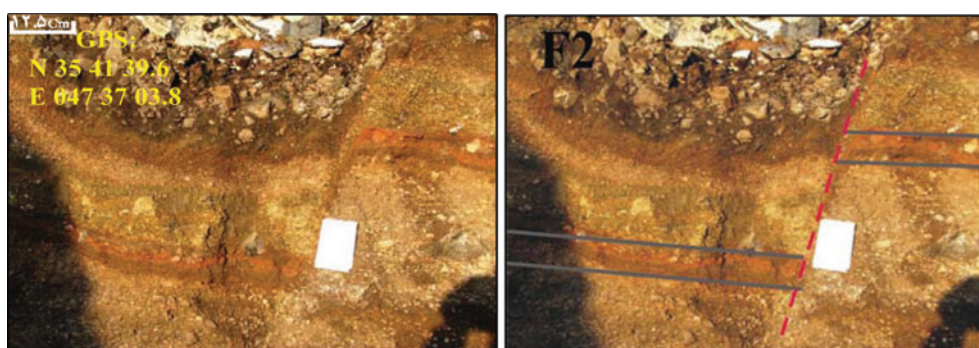
شکل ۱۲- تناوب‌های مواد تخریبی-رسوبی و بازالت (منطقه طهمورث) (نگاه به سوی جنوب باختر)



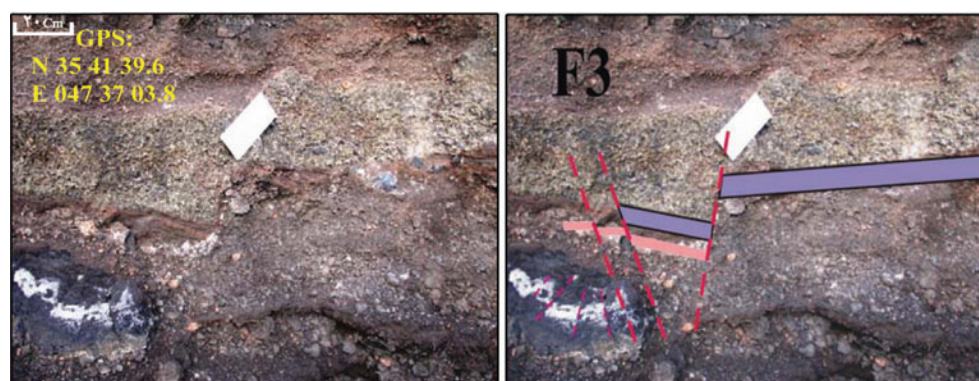
شکل ۱۴- گسل نرمال جا به جا شده. شکاف حاصل از گسل با مواد رسوبی و مواد خرد شده بازالت‌های افق بالایی پر شده است. (نگاه به سوی جنوب باختر)



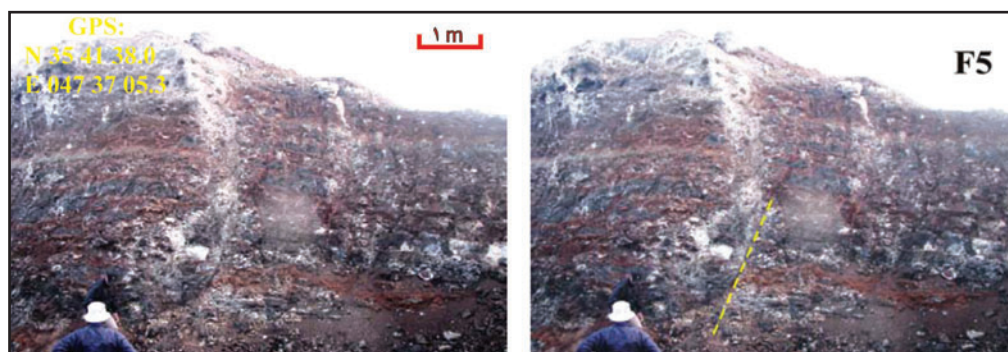
شکل ۱۵- گسل نرمال جا به جا شده. شکاف حاصل از گسل با مواد رسوبی و مواد خرد شده بازالت‌های افق بالایی پر شده است. (نگاه به سوی شمال - شمال خاور)



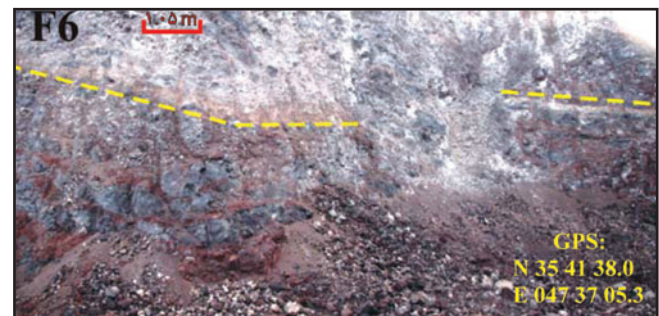
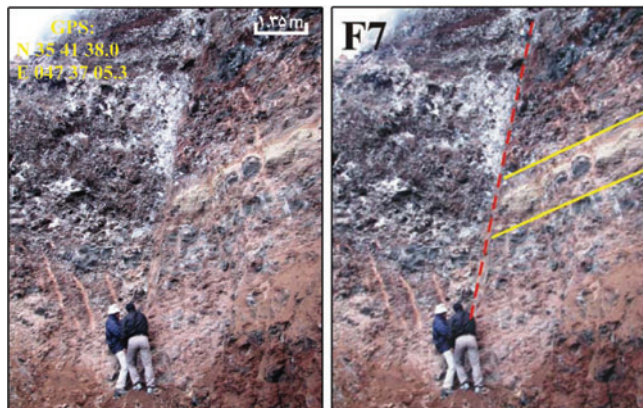
شکل ۱۶- همزمانی کشش و جا به جایی رسوبات بر روی سطح گسل نرمال (نگاه به سوی شمال - شمال خاور)



شکل ۱۷- همزمانی کشش و جا به جایی رسوبات بر روی سطح گسل نرمال (نگاه به سوی شمال - شمال خاور)

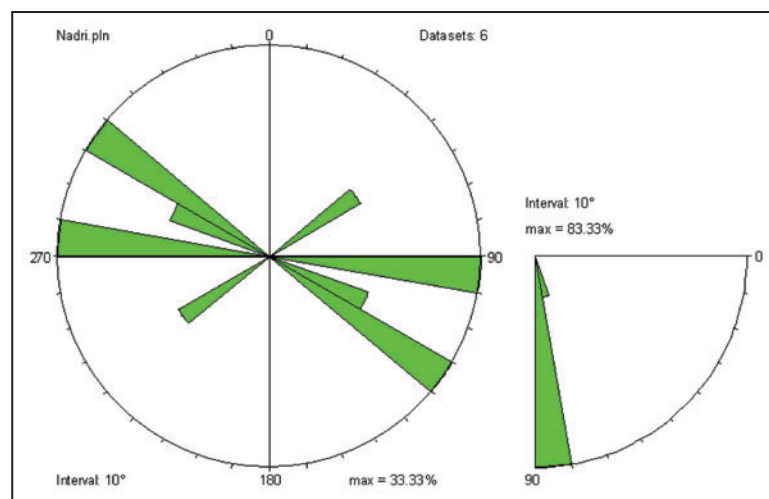


شکل ۱۸- شکاف گسل به وسیله مواد خرد شده بازالتی پر شده است. بر روی این گسل لایه‌های فرادیواره بیشتر از چند متر جا به جا شده است. (نگاه به سوی باختر - جنوب باختر)

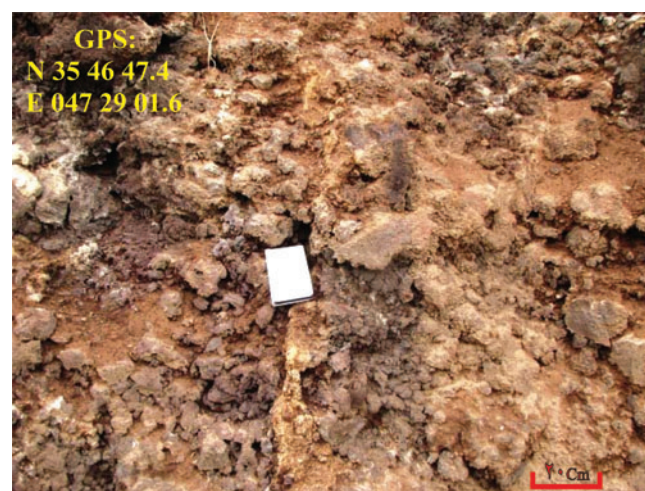


شکل ۱۹- شکاف گسل به وسیله مواد خردشده بازالتی پر شده است. فرادپواره بیشتر از چند متر جا به جا شده است. (نگاه به سوی جنوب باختر)

شکل ۲۰- شکاف گسل به وسیله مواد خردشده بازالتی پر شده است. فرادپواره بیشتر از چند متر جا به جا شده است. (نگاه به سوی جنوب - جنوب باختر)



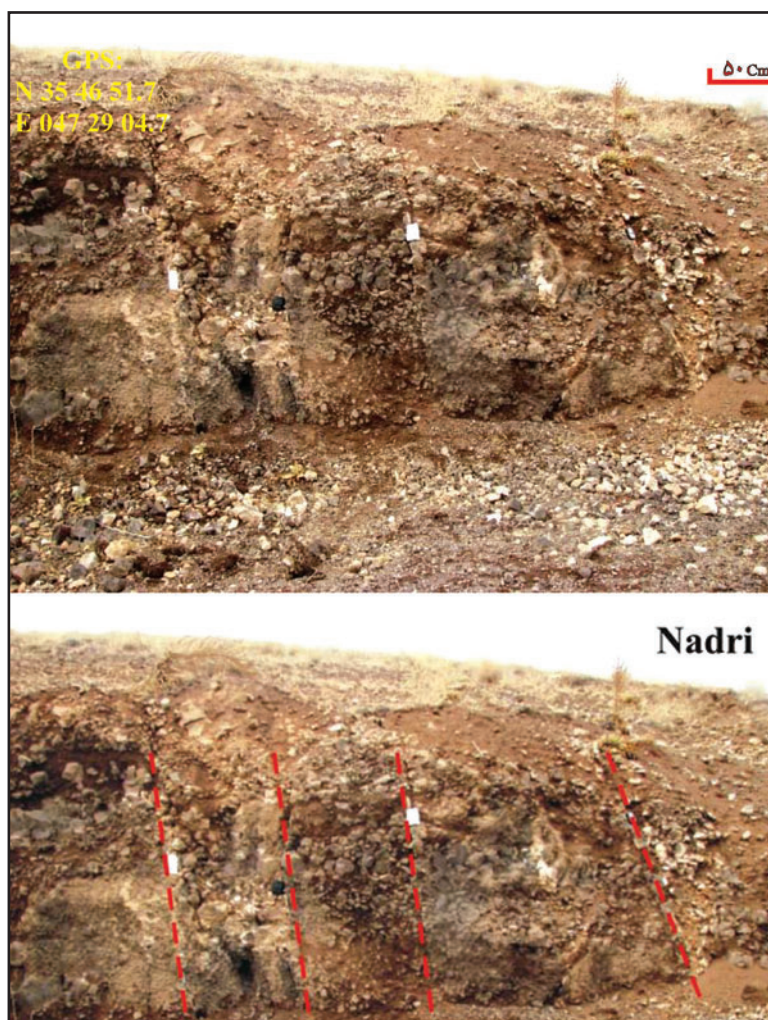
شکل ۲۱- ویژگی‌های هندسی گسل‌های منطقه ندری به صورت نمودار گل سرخی.



شکل ۲۲- پهنه خردشده سنگ‌های بازالتی در حاشیه گسل را نشان می‌دهد. (نگاه به سوی باختر)



شکل ۲۳- آهنگ جابه‌جایی با نشانه‌هایی نمایش داده شده است. (نگاه به سوی باختر)



شکل ۲۴- سامانه گسل‌های موازی همراه با آهنگ جا به‌جایی را نشان می‌دهد. (نگاه به سوی باختر)

جدول ۱- ویژگی‌های هندسی گسل‌های منطقه احمدآباد

شیب	جهت شیب
۴۵	۱۲۷
۴۵	۱۱۰
۴۳	۱۱۰
۵۵	۲۵۰
۸۵	۰۰۰

جدول ۲- ویژگی‌های هندسی گسل‌های منطقه طهمورث

شیب	جهت شیب
۸۰	۱۱۵
۴۲	۱۰۵
۷۷	۰۷۰
۷۳	۳۵۰
۷۷	۱۷۵
۷۵	۲۷۰
۵۲	۰۸۵

جدول ۳- ویژگی‌های گسل‌های منطقه ندری

شیب	جهت شیب
۸۸	۲۱۵
۸۵	۲۱۰
۷۵	۳۲۵
۹۰	۲۰۸
۸۸	۱۸۵
۸۷	۱۸۸

کتابنگاری

- آفانیاتی، ع.، ۱۳۷۹- زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- امامی، م. ه.، ۱۳۷۹- ماگماتیسم در ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- سعیدی، ع.، ۱۳۸۷- سرگذشت ویژه تکتونیکی و فرگشت حوضه رسوبی ایران مرکزی جلد ۱، گزارش داخلی سازمان زمین‌شناسی کشور.
- سیاره، ع.، ۱۳۸۳- پتروگرافی و پترولوژی سنگ‌های آتشفشانی کواترنر در جنوب خاوری بیجار، دانشگاه تربیت معلم.
- فنودی، م. سیاره، ع.، ۱۳۸۳- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ بیجار، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- محجل، م.، سهندی، م. ر.، ۱۳۷۸- تکامل تکتونیکی پهنه سهندج- سیرجان در نیمه شمال باختری و معرفی زیر پهنه‌های جدید در آن، فصلنامه علوم زمین شماره ۳۱-۳۲.
- معین وزیری، ح.، ۱۳۷۵- دیپاچه‌ای بر ماگماتیسم در ایران، انتشارات دانشگاه تربیت معلم.
- ملکوتیان، س.، ۱۳۸۵- پتروگرافی و پتروژنز سنگ‌های آتشفشانی پلیو کواترنری محور قروه- تکاب. پایان نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

References

- Alavi, M., 1996- Tctonostratigraphic synthesis and structural style of the Alborz mountain system in northern Iran. Journal of science, 304: 1- 20.
- Berberian, M. and King. G. C. P., 1981- To wards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. Canadian Journal of Earth sciences. Vol. 18, No. 2, PP 210- 265.
- Boccaletti, M., 1977- Neogene and Quaternary Volcanism of the Bijar Area (Western Iran).
- Braud, J., 1970- Les formations du Zagros dans la region de Kermanshah (Iran) et leur rapport structuraux- 271, pp. 1241- 1244.
- Braud, J., 1987- La suture du Zagros au niveau de Kermanshah (Kurdistan Iranien). These d'Etat, pp.
- Ingersoll, R.V., 1994- Tectonic of sedimentary basins, Los Angeles.
- Omrani, J., 2008 - The Geodynamic evolution of Zagros: Tectonic and petrological constraints from the internal zones, universite paris, 226p. : ill, diagram, table, map, Bibliography: p.213-226
- Ricou, L. E., 1974- Tethys reconstructed: plates, continental fragments and their boundaries since 260 Ma from south- eastern Asia- Geodinamica Acta, 7.4, pp, 169- 218.
- Ricou, L. E., 1976- Evolution structurale des zagrides: La region clef de Neyriz (Zagros Iranien). Memoires de lu societe Geologique de France, Nouvelle serie, 125, pp.
- Rollinson, H. R., 1993- Using geochemical data: evolution presentation interpretation (Pearce, J. A., and Cann, J.R., 1973, Diagram: $Zr - Y \times 3 - Ti/100$) – (Meschede, 1986, Diagram: $Zr/4 - Y - Nb/2$) – (Wood, 1980, Diagram: $Th - Ta - Hf/3$) – (Mullen, 1980, Diagram: $MnO \times 10 - P_2O_5 \times 10 - TiO_2$) – (Pearce and Norry, 1979, Diagram: $\log Zr - \log Zr/Y$).

hollandite, as well as calcite and quartz. Intergrowths of manganese oxides and quartz (or calcite) associated with various open space filling textures support the epithermal origin of the ore forming fluids in this area. Geochemistry of major and trace elements in Robat Karim manganese ores, similarity of their chondrite normalized REE pattern with volcanic host rocks and other hydrothermal manganese deposits of the world, as well as negative Ce anomaly indicate a probable epithermal origin of the deposit. Ore forming fluids could be originated from meteoric and/or magmatic waters circulating through Eocene volcanic rocks, dissolve manganese and other metals and deposit them in fault planes and major fractures. High pressure of the ore forming fluid has caused the formation of brecciated trachyte.

Keywords: Mineralogy, Geochemistry, Rare earth elements, Manganese, Robat Karim.

For Persian Version see pages 67 to 76

*Corresponding author: S. J. Moghaddasi; E-mail: sjmoghad@pnu.ac.ir

Fracture System of Kopet-Dagh Fold Belt, NE Bojnurd

F. Ghaemi^{1*} and F. Ghaemi²

¹ Geology Department, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

² Geology Department, Faculty of Science, Islamic Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Received: 2009 December 16

Accepted: 2010 October 03

Abstract

The Northern Khorasan is one of important active tectonics area. The main faults are strike slip (dextral and sinistral) and minor faults are thrust faults. Many of thrust faults are older than strike-slip faults and some of them are younger and are active now. It is because of bending of strike-slip faults that converts, them into thrust faults. We recognized active faults based on their characteristics. In this area we have two series of tensile joints and two series of shear joints. Principal stresses have the following attitudes: ($\delta_1 = N9^\circ E, 5^\circ$)-($\delta_2 = S1^\circ W, 86^\circ$)-($\delta_3 = N81^\circ W, 1^\circ$) Strikslip faults can be sympathetic. For example the 1997 Bojnurd earthquake on the Yekke-shakh fault affects Baba-aman and Gharlegh faults.

Keywords: Strike-Slip Fault, Thrust Fault, Bojnurd, Sympathetic Faults, Active Fault, Joint, Fault Zone.

For Persian Version see pages 77 to 86

*Corresponding author: F. Ghaemi; E-mail: farzinmail@yahoo.com

Structural Mechanisms of the Quaternary Basalts in Bijar Area, West of Iran

G. Maleki^{1*}, A. Saeedi¹, M.H. Emami¹, M. Kheirkhah¹

¹ Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 2010 May 29

Accepted: 2010 October 09

Abstract

In Sanandaj-Sirjan zone a vast outcrops of volcanic rocks, which founded as high terraces, are covered the Pre-Quaternary rocks. The volcanic rocks are appeared in different shapes and morphological features. Based on the Zagros geodynamical evolution, mentioned rocks assumed to be Post-Collisional, that are formed in an extensional system with a NW-SE trend. Three studied complexes in this paper are Ahmadabad, Tahmures and Nadri. The structural investigation of three the sites are complementary data to the geochemical analysis. In this regards, structural investigation done in those 3 mentioned sites. Studied faults shows different trends and age. Mechanism of faults are normal, and their age are either Post-basalt or syn-basalt, that is, Contemporaneous with the last deposition of late-Miocene marls. The age of the oldest faults is late-Miocene, before basalt intrusion.

Keywords: Contamination, Assimilation, Gneiss, Alkali Basalt, Volcanic, Quaternary

For Persian Version see pages 87 to 96

*Corresponding author: G. Maleki; E-mail: Maleki.geologist@yahoo.com