



فصلنامه زمین ساخت
بهار 1397، سال دوم، شماره 5

تحلیل هندسی - ساختاری تاقدیس خرم آباد

نازنین صارمی¹، سید احمد علوی²، علی یساقی³، محمد مهدی فرهپور^{4*}

1. فارغ التحصیل کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی

2. هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی

3. هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس

4. هیات علمی دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: 1395/07/28

تاریخ پذیرش: 1396/12/20

چکیده

تاقدیس خرم آباد با یال جنوبی برگشته و روند شمال باختر - جنوب خاور در مجاور شهرستان خرم آباد، در کمربند چین خوردگی - رانده زاگرس واقع شده است. سه پیمایش ساختاری عمود بر محور تاقدیس صورت گرفت و ویژگی‌های ساختاری (شیب و راستای لایه بندی) ساختارهایی مانند گسل‌ها، ریز چین‌ها و درزه‌ها برداشت گردید. به منظور تجزیه و تحلیل هندسی و تعیین نوع چین خوردگی مرتبط با گسلش رانده‌گی، پارامترهای مورد نظر بر نمودارهای جمیسون (1987) منتقل و با بررسی‌های انجام شده، مشخص گردید که تاقدیس خرم آباد، هندسه‌ای مشابه با چین‌های انتشار گسلی و چین‌های جدایشی گسل خورده دارد. گسل زاگرس مرتفع که در این منطقه به نام گسل رانده خرم آباد شناخته شده است از جنوب این تاقدیس گذشته است و عامل اصلی شکل‌گیری تاقدیس خرم آباد است.

واژگان کلیدی: تاقدیس خرم آباد، تحلیل ساختاری، چین انتشار گسلی، چین جدایشی گسل خورده، کمربند چین خورده - رانده زاگرس.

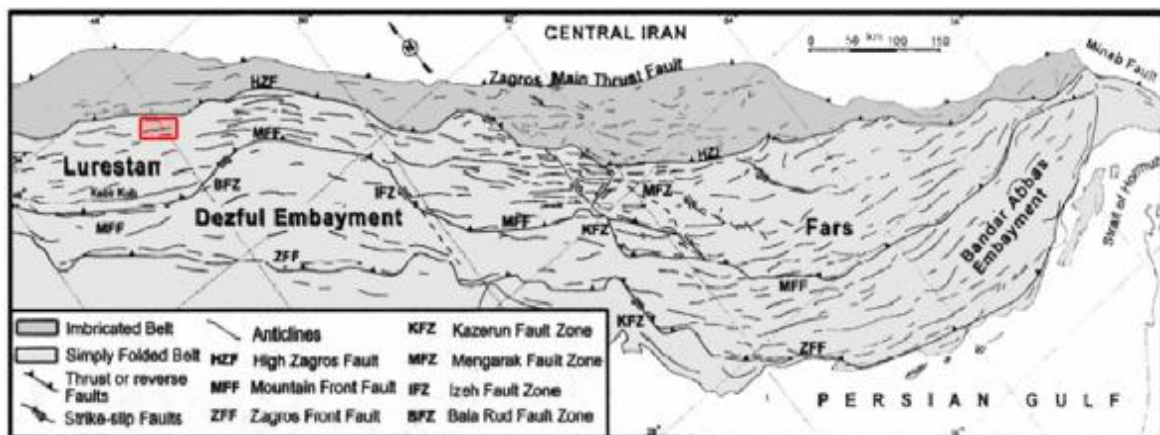
* نویسنده مسئول: farahpour.m@lu.ac.ir

مقدمه

زاگرس (زاگرس مرتفع) می‌باشد که با استفاده از شواهد سطحی و پیش‌بینی ساختارهای عمقی براساس اصول ترسیم مقاطع عرضی و هم‌چنین ساختارهای فرعی مرتبط با آن در منطقه مطالعه، مورد توجه قرار گرفته است. تاقدیس خرم آباد با طول تقریبی 70 کیلومتر و پهنا 10 کیلومتر با روند شمال باختر - جنوب خاور در اطراف شهرستان خرم آباد قرار گرفته است (شکل 1). قدیمی‌ترین سازند برونزد یافته در هسته آن سازند گرو است و سایر رخنمون‌های سنگی به ترتیب از قدیم به جدید شامل سازندهای سروک، ایلام، امیران، کشکان و آسماری می‌باشد.

کمر بند چین خورده - رانده زاگرس با طول حدود 1800 کیلومتر در اثر برخورد ورقه‌های ایران و عربستان در تشریری پسین تشکیل شده است (Stocklin 1968). به طور کلی کمر بند زاگرس به دو بخش عمده زاگرس بلند و زاگرس ساده چین خورده تقسیم می‌شود. همچنین براساس وضعیت رسوبگذاری و ضخامت سازندهای مختلف می‌توان زاگرس را به سه ناحیه لرستان، فروبار دزفول و ناحیه فارس تقسیم نمود (Sepehr & Cosgrove, 2004). در این بین ناحیه فارس و دزفول کمر بند زاگرس به دلیل وجود ذخایر هیدروکربوری در تاقدیس‌های آن از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (شکل 1).

هدف ما در این پژوهش تجزیه و تحلیل هندسی ساختار تاقدیس خرم آباد واقع در ناحیه لرستان از کمر بند رانده



شکل 1. نواحی زمین‌شناسی زاگرس (Sepehr, 2001). محدوده منطقه مورد مطالعه در شکل نشان داده شده است.

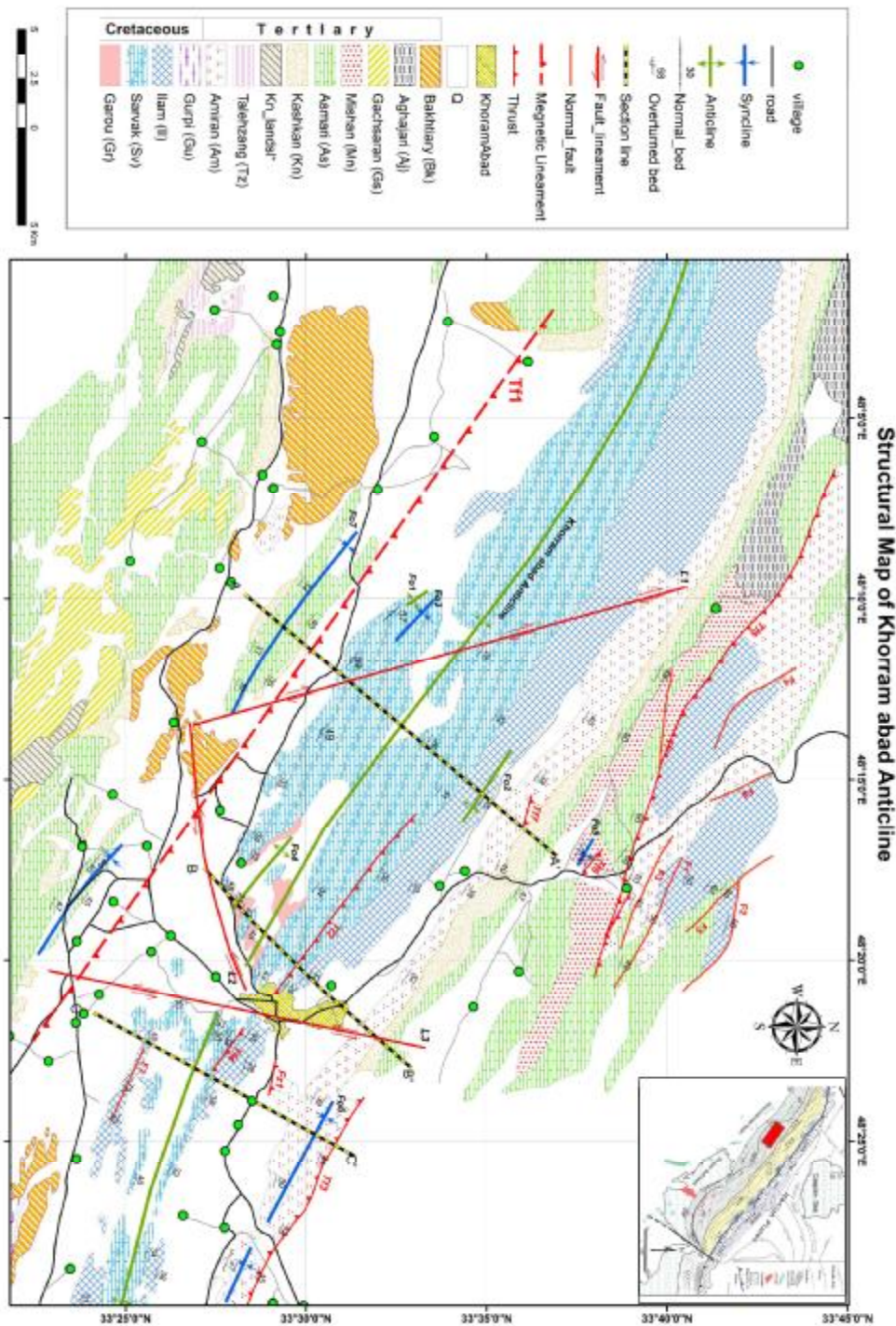
1) هندسه ساختاری تاقدیس خرم آباد

شده از جمله گسل‌ها و ریز چین‌ها برداشت گردید با داده‌های سنجش از دور مقایسه گردید. به منظور ترسیم برش‌های ساختاری تاقدیس خرم آباد از روش باسک که برای چین‌های با انحنا ملایم به کار می‌رود با اندکی تغییرات دستی استفاده شده است. گسل‌های رسم شده تنها

برای تحلیل ساختاری هندسه تاقدیس خرم آباد سه پیمایش ساختاری بصورت عمود بر روند آن صورت گرفته است. در این پیمایش‌ها داده‌های مورد نیاز مانند شیب و راستای لایه بندی‌ها و پارامترهای مورد نیاز ساختارهای مشاهده

بر اساس شواهد سطحی ترسیم شده‌اند و درباره میزان جا به جایی لایه‌ها، عمق این گسل‌ها و نحوه ارتباط این ساختارها در عمق اطلاعات دقیقی در دست نیست. سه برش عرضی ترسیم شده از شمال باختر به جنوب خاور به نام‌های AA'، BB' و CC' نام‌گذاری شده‌اند. موقعیت تاقدیس خرم آباد و مسیرهای پیمایش در نقشه زمین‌شناسی منطقه نشان داده شده است (شکل 2).

شکل 2. نقشه ساختاری منطقه و موقعیت مسیرهای پیمایش.



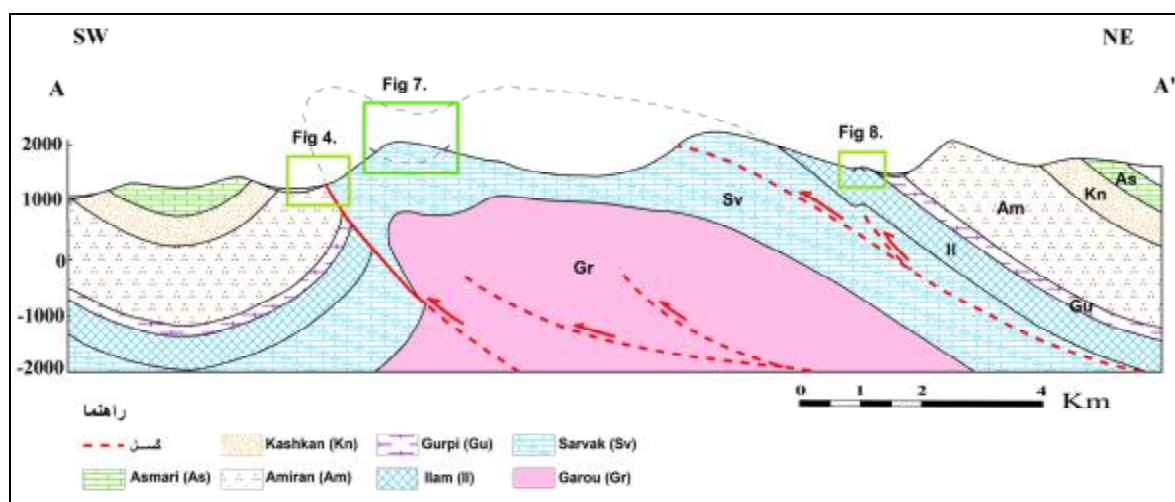
شکل 2. نقشه ساختاری منطقه و موقعیت مسیرهای پیمایش.

1-1) پیمایش و برش ساختاری AA'

برش ساختاری AA' (شکل 3) با راستای تقریبی E40N از بخش مرکزی تاقدیس خرم آباد عبور می‌کند. در این برش ساختاری در هسته تاقدیس خرم آباد، سازند سروک و رخنمون دارد و سازندهای ایلام، گورپی، امیران، کشکان و آسماری به ترتیب سن در یال شمالی تاقدیس دیده می‌شود، اما در یال جنوبی این سازندها به دلیل عملکرد گسل زاگرس بلند حذف شده‌اند. با استفاده از داده‌های پیمایش ساختاری AA' تحلیل استریوگرافی تاقدیس خرم آباد در این برش ساختاری صورت گرفت. با توجه به نمودار تهیه شده برای تاقدیس خرم آباد در این برش

ساختاری (شکل 3)، موقعیت محور و سطح محوری تاقدیس در این برش به ترتیب 10/120 و 47/040 (براساس جهت شیب/شیب) می‌باشد. همانطور که ملاحظه می‌گردد تاقدیس خرم آباد در این برش ساختاری یک تاقدیس برگشته بوده و دارای گرایش به سمت جنوب-جنوب باختر می‌باشد.

زاویه بین یال‌های تاقدیس خرم آباد در این برش حدود 28° می‌باشد (شکل 3). بنابراین تاقدیس خرم آباد در برش AA' براساس تقسیم بندی فلتی (1964) در رده چین‌های فشرده محسوب می‌شود.



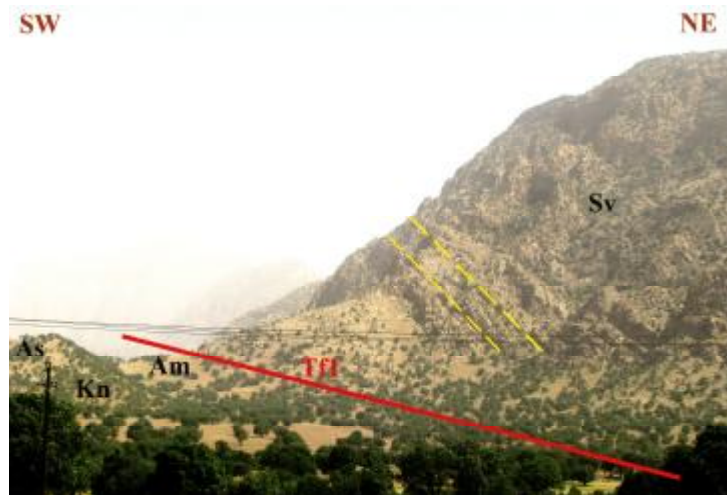
شکل 3. برش رسم شده بر پیمایش ساختاری AA' و تصویر استریوگرافی تاقدیس خرم آباد با یک یال برگشته در این برش. برای مشاهده مسیر برش به شکل (2) مراجعه شود.

در این برش دقیقاً از یال جنوبی تاقدیس خرم آباد عبور می‌کند. عملکرد این گسل در یال جنوبی تاقدیس خرم آباد سبب حذف رخنمون برخی از سازندهای موجود در این یال تاقدیس در سطح شده است که در نتیجه آن سازند سروک در یال جنوبی تاقدیس در مجاورت سازند امیران در سوی دیگر گسل (فرودیواره آن) قرار گرفته

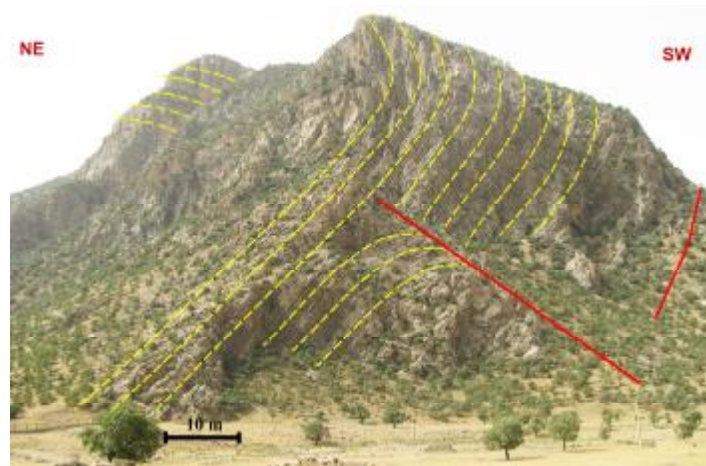
در برش ساختاری AA' در یال جنوبی تاقدیس یک خطواره مغناطیسی مهم شناسایی گردید (شکل 2). این خطواره بر گسل زاگرس بلند منطبق بوده و بخشی از آن است که در این منطقه با نام گسل رانده خرم آباد شناخته شده و بصورت پنهان می‌باشد (Berberian, 1995). این گسل در نقشه به نام Tf₁ نام گذاری شده و با روند تقریبی

مناطق جنوبی گسل افزایش یافته و جهت شیب لایه‌های سازند سروک در این برش ساختاری به سمت شمال-شمال خاور تغییر یافته است (شکل 5)؛ به طور مثال شیب 49° تا 59° به سمت آزیموت 040° .

است (شکل‌های 3 و 4). علاوه بر این فعالیت گسل Tf_1 سبب بالا آمدن و برگشتگی لایه‌های سازند سروک در این محل شده است. به طوری که ارتفاع این بخش از یال پیشانی تاقدیس خرم آباد به میزان قابل ملاحظه‌ای نسبت به



شکل 4. گسل Tf_1 ، شناسایی شده در یال جنوبی تاقدیس خرم آباد و قرارگیری سازند سروک در مجاورت سازند امیران در سوی دیگر گسل (دید به سمت شمال باختر).



شکل 5. برگشتگی و چرخش لایه‌های سازند سروک در یال جنوبی تاقدیس خرم آباد (دید به سمت جنوب خاور).

از فعالیت گسل Tf_1 موجود در یال پیشانی بوده و سبب چرخش و برگشتگی لایه‌ها در این یال شده است (شکل

در برش ساختاری AA' در یال جنوبی تاقدیس می‌توان چین خوابیده‌ای (F_{01} ، شکل 2) را مشاهده کرد که ناشی

چین یک طاقگون فرادپواره‌ای بوده و گسل ایجاد کننده چین Fo_1 به صورت معکوس عمل کرده است.

(6). یکی بودن راستای سطح محوری چین برگشته Fo_1 (N26W) با روند گسل Tf_1 حاکی از آن است که این



شکل 6. نمای از چین خوابیده‌ی Fo_1 شکل گرفته در یال پیشانی تاقدیس خرم آباد (دید به سمت شمال - شمال باختر).

(3) دیده می‌شود که در سازند ایلام شکل گرفته است (شکل 8). از آن جا که تاقدیس Fo_2 در یال شمال خاوری تاقدیس خرم آباد تشکیل شده است و شیب یال پیشانی بیشتر است، نتیجه گرفته می‌شود که بر اثر لغزش بر روی سطوح جدایش میانی (در منطقه لرستان سازند گرو سطح جدایش میانی است) تشکیل شده باشند (Sherkati & Letouzey, 2004). این ساختارها را می‌توان از نظر هندسی مشابه با ساخت‌های گوش خرگوشی¹ دانست (Sherkati, et al., 2005). با توجه نمودار π تهیه شده از این تاقدیس، مشخصات محور و سطح محوری این تاقدیس براساس جهت شیب/شیب به ترتیب 9/130 و 84/040 می‌باشد.

همان طور که در برش AA' مشاهده می‌گردد (شکل 3)، تاقدیس خرم آباد از دو تاقدیس کوچک‌تر تشکیل شده است که این دو تاقدیس توسط یک ناودیس کوچک (Fo_3 ، شکل 2) از هم تفکیک شده‌اند. در این برش ساختاری راس هر دو تاقدیس بر اثر فرسایش از بین رفته است و در حال حاضر تنها ناودیس (Fo_3) بین این دو تاقدیس به صورت ناودیس آویخته در ارتفاعات تاقدیس خرم آباد باقی مانده است (شکل 7). عامل ایجاد این تاقدیس‌ها را می‌توان به وجود گسل‌های منشا گرفته از سطح جدایش میانی، در این منطقه، یعنی سازند گرو نسبت داد.

در یال خلفی (شمال خاوری) تاقدیس خرم آباد در برش AA' یک تاقدیس فرعی کوچک (Fo_2 ، شکل

1 Rabbit ear



شکل 7. ناودیس آویخته $F0_3$ در تاقدیس خرم آباد (دید به سمت باختر - جنوب باختر).

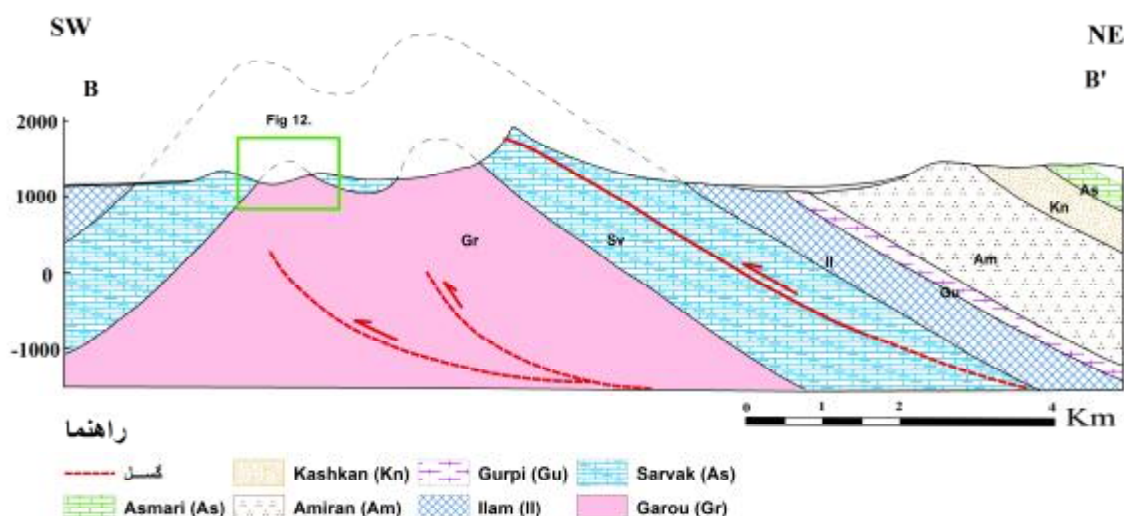


شکل 8. تاقدیس $F0_2$ شکل گرفته در یال خلفی تاقدیس خرم آباد (دید به سمت باختر).

1-2) پیمایش و برش ساختاری عرضی BB'

برش ساختاری عرضی BB' (شکل 9) با راستای تقریبی $N49E$ از بخش خاوری تاقدیس خرم آباد عبور می‌کند. در برش BB' ، در هسته تاقدیس خرم آباد سازند گرو رخنمون دارد. لایه‌ها در یال شمالی به صورت عادی شیب دارند، به طور مثال شیب 26° تا 40° به سمت آزمون 041° در لایه‌های سازند سروک. در یال جنوبی نیز لایه‌ها به صورت عادی شیب دارند، به طور مثال شیب 32° تا 58°

به سمت آزمون 230° در لایه‌های سازند سروک. زاویه بین یال‌ها در این برش ساختاری بر روی سطح فوقانی سازند گرو 93° است؛ لذا در تقسیم‌بندی فلوتی (1967) در رده چین‌های باز قرار می‌گیرد. نمودار π تهیه شده برای تاقدیس خرم آباد در این برش ساختاری نشان می‌دهد که موقعیت محور و سطح محوری تاقدیس در این برش بر اساس جهت شیب/شیب به ترتیب $10/121$ و $82/031$ می‌باشد.



شکل 9. مقطع رسم شده بر پیمایش ساختاری BB' و تصویر استریوگرافیکی تاقدیس در این برش. برای مشاهده مسیر برش به شکل (2) مراجعه شود.

گسل‌های منشا گرفته از سطح جدایش سازند گرو نسبت داد (شکل 9).

شکل (10) نمایی از تاقدیس فرعی Fo₄ (شکل 2) موجود در برش BB' را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار π تهیه شده برای این تاقدیس موقعیت محور و سطح محوری تاقدیس Fo₄ به ترتیب 113/05 و 201/83 می‌باشد. این تاقدیس در تقسیم بندی فلوتی (1976) با توجه به زاویه بین یال‌های برابر 126° ، جزو چین‌های ملایم قرار می‌گیرد.

تکرار سازند گرو در هسته تاقدیس و تغییر در شیب و راستای لایه‌ها در عبور از این پیمایش ساختاری وجود دو تاقدیس در این برش از تاقدیس خرم آباد را نمایان می‌سازد. چنین استنباط می‌شود که تشکیل این قبیل تاقدیس‌ها در مجاورت هم ناشی از وجود گسل‌هایی است که به صورت جدایشی از یک سطح جدایش منشا گرفته‌اند (Sherkati, et al., 2005). در این منطقه با توجه به این که سازند گرو به عنوان سطح جدایش میانی در نظر گرفته می‌شود، می‌توان تشکیل این تاقدیس‌ها را به

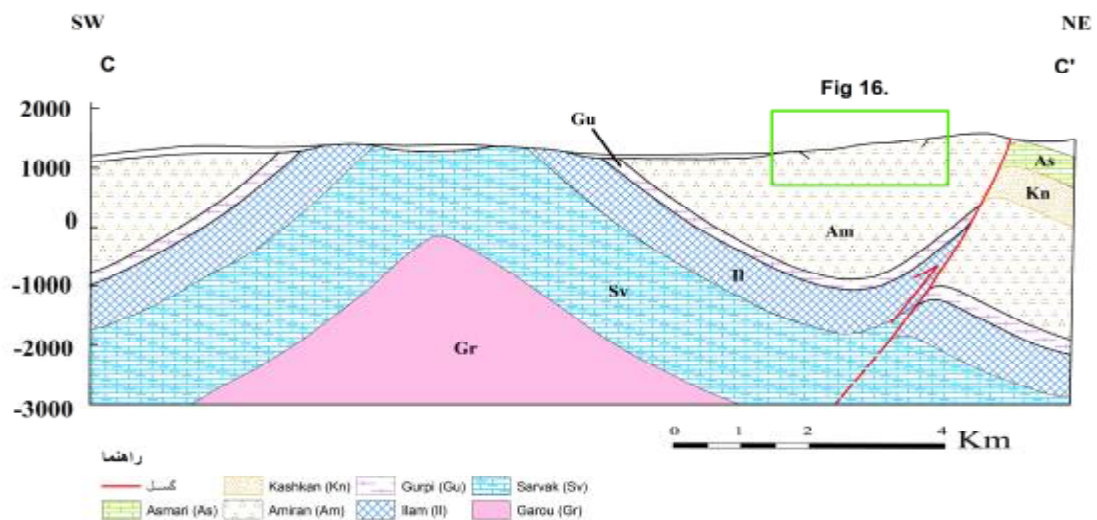


شکل 10. نمایی از تاقدیس کوچک Fo₄ در یال پیشانی تاقدیس خرم آباد (دید به سمت شمال باختر).

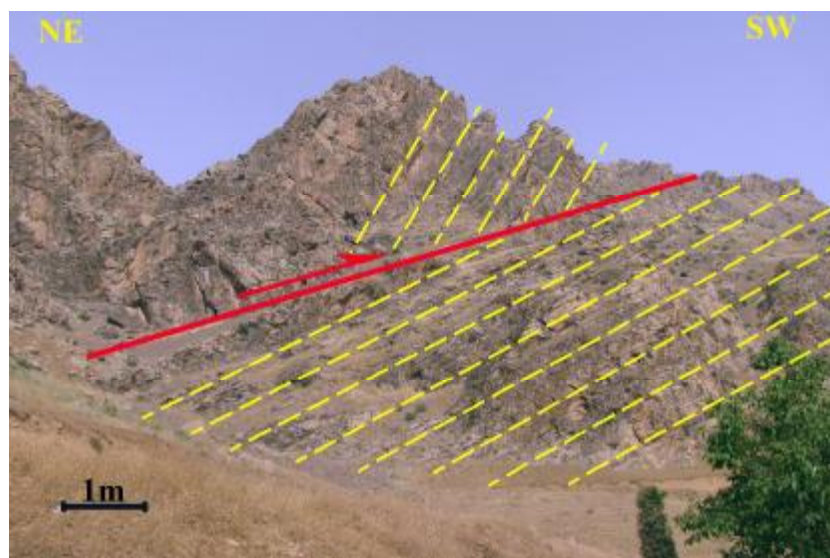
این برش ساختاری به ترتیب 115/05 و 028/84 می‌باشد (شکل 11). با توجه به نمودار π ، تاقدیس خرم آباد در این برش ساختاری یک تاقدیس تقریباً متقارن بوده و شیب یال‌های آن تقریباً یکسان است. زاویه بین یال‌های تاقدیس در این برش 97° به دست آمده است که براساس تقسیم‌بندی فلوتی (1967) در رده چین‌های باز قرار می‌گیرد. در این برش در قسمت‌های مرکزی چین می‌توان گسل Tf_4 را مشاهده نمود که در لایه‌های سازند سروک واقع شده است (شکل 2). این گسل دارای راستای 130° و شیب 28° به سمت شمال‌خاور می‌باشد (شکل 12).

1-3) پیمایش و برش ساختاری عرضی CC'

برش ساختاری CC' با راستای N27E از قسمت جنوب‌خاوری تاقدیس خرم آباد عبور می‌کند (شکل 11). با وجود آنکه بخش زیادی از هسته تاقدیس خرم آباد در این برش ساختاری را رسوبات آبرفتی پوشانده، سروک تنها سازندی است که رخنمون دارد. لایه‌ها در هر دو یال تاقدیس در این برش وضعیت عادی دارند. به طور مثال لایه‌های سازند ایلام در یال شمالی 28° تا 55° به سمت آزمون 35° و لایه‌های سازند سروک در یال جنوبی 23° تا 45° به سمت آزمون 200° شیب دارند. موقعیت محور و سطح محوری تاقدیس خرم آباد در برش ساختاری CC' براساس نمودار π ترسیم شده برای



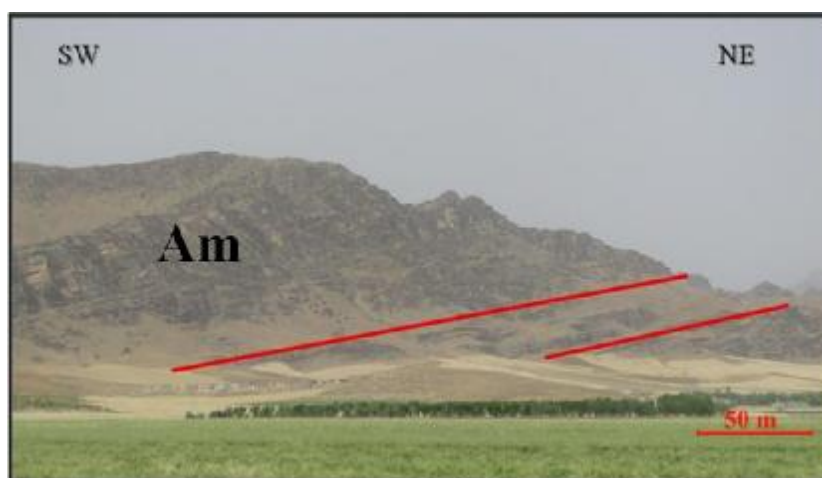
شکل 11. مقطع رسم شده بر پیمایش ساختاری CC' و تصویر استریوگرافیکی تاقدیس در این برش. برای مشاهده مسیر برش به شکل (3) مراجعه شود.



شکل 12. گسل Tf_4 در سازند سروک، یال شمالی تاقدیس خرم آباد (دید به سمت جنوب خاور).

که در سازند امیران ناودیسی (ناودیس F06) شکل بگیرد (شکل های 2 و 14). با توجه به این نکته که شیب این راندگی ها بر خلاف راندگی های اصلی منطقه می باشد، می توان آن ها را به عنوان پس راندگی در نظر گرفت. پس راندگی ها به دلیل مشکل کمبود فضا و عمدتاً در یال های خلفی در چین ها تشکیل شده و تغییر شکل روی خم های گسلی را کنترل می کنند. (Mitra, 2002)

گسل های دیگری (Tf_3 ، شکل 2) نیز در این برش در سازند امیران دیده می شود که عملکرد این گسل ها در لایه های سازند امیران به صورت خرد شدگی کاملاً مشخص می باشد. وجود این گسل ها سبب تغییر جهت یابی لایه ها شده، به طوری که لایه های سازند امیران به سمت جنوب باختری شیب پیدا کرده اند (شکل 13). فعالیت این گسل ها و چرخش و تغییر جهت لایه ها سبب شده است



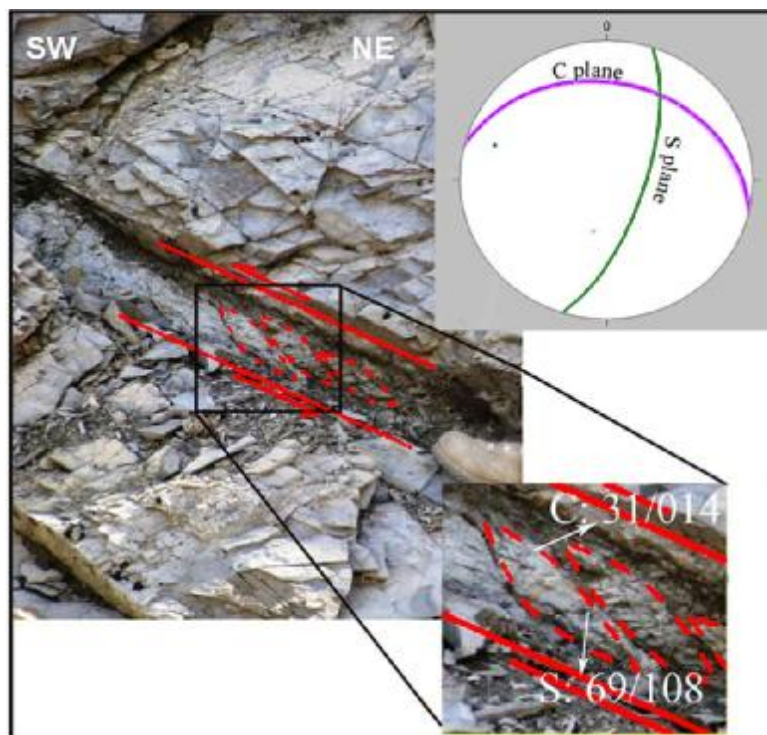
شکل 13. نمایی از پس راندگی های Tf_3 در سازند امیران در یال شمالی تاقدیس خرم آباد، پیمایش 'CC' (دید به سمت باختر).



شکل 14. نمایی از ناودیس Fo_6 تشکیل شده در سازند امیران در یال خلفی تاقدیس خرم آباد، پیمایش 'CC'. (دید به سمت جنوب خاوری).

در این پهنه گسلی صفحات C دارای مشخصات 31/014 و صفحات S نیز دارای مشخصات 69/108 می باشند. به این ترتیب نوع برش در این پهنه گسلی چپ بر است. بنابراین این گسل یک رندگی با سوی حرکت جنوب باختری است.

در یال خلفی تاقدیس خرم آباد در برش 'CC' می توان پهنه گسلی Fz_1 را در سازند گورپی مشاهده نمود (شکل 15). جهت حرکت در این پهنه گسلی را می توان با استفاده از صفحات C و S به دست آورد، به این صورت که صفحه C موازی با سطح گسل است و محل تلاقی آن با صفحه S بر راستای جا به جایی عمود است (Passchier, 1998).



شکل 15. تصویری از پهنه گسلی Fz_1 و ساختارهای S و C مشاهده شده در آن (دید به سمت شمال باختر).

نام برش ساختاری	AA'	BB'	CC'
زاویه بین یالها	28	93	97
شیب یال خلفی	31	40	38

همانگونه که مشاهده می‌شود، هندسه تاقدیس خرم آباد در برش ساختاری AA' در نمودارهای جمیسون (1987) در نمودارهای چین‌های خم گسلی و چین‌های جدایشی، در محدوده‌ای فاقد حل قرار می‌گیرد (شکل 16 ب و ج). از سوی دیگر قرارگیری تاقدیس خرم آباد در مقطع AA' در نمودار چین‌های انتشار گسلی نشان می‌دهد که تاقدیس خرم آباد در محدوده‌ای با بیش از 70% نازک شدگی یال پیشانی قرار گرفته است (شکل 16 الف).

در مورد برش‌های BB' و CC' قرارگیری هندسه تاقدیس خرم آباد در نمودار مربوط به چین انتشار گسلی در محدوده‌هایی واقع می‌شود که تقریباً یال پیشانی آن‌ها ضخامت ثابت دارند (شکل 16 الف). در نمودارهای مربوط به چین‌های خم گسلی نیز در محدوده‌هایی بین 30% تا 40% نازک شدگی یال پیشانی واقع شده است (شکل 16 ج). برش‌های BB' و CC' در نمودار مربوط به چین‌های جدایشی نیز همان‌طور که در شکل (19 ب) مشاهده می‌شود در محدوده‌هایی با 20% تا 26% نازک شدگی یال پیشانی قرار می‌گیرند.

میزان نازک شدگی یال پیشانی نسبت به یال خلفی در برش AA' نسبت به دو برش BB' و CC' در نمودار چین‌های انتشار گسلی اختلاف قابل ملاحظه‌ای دارد که علت این تفاوت به فعالیت گسل موجود در یال پیشانی تاقدیس خرم آباد مربوط می‌شود به نظر می‌رسد علت قرارگیری هندسه تاقدیس خرم آباد در برش AA' در نمودار چین‌های انتشار گسلی با بیش از 75% نازک شدگی یال پیشانی، قرارگیری

1-4 تجزیه و تحلیل هندسی تاقدیس خرم‌آباد با استفاده از نمودارهای جمیسون (1987)

برای تشخیص مدل هندسی مناسب برای تاقدیس خرم آباد از نمودارهای جمیسون (1987) استفاده شده است. پارامترهای لازم جهت تجزیه و تحلیل هندسی به منظور استفاده از این نمودارها شامل شیب پلکان گسلی (α) و یا شیب یال خلفی تاقدیس (α_b)، زاویه بین یال‌ها (γ) و میزان نازک شدگی یا ضخیم شدگی سازند خاصی در یال پیشانی نسبت به یال خلفی می‌باشد.

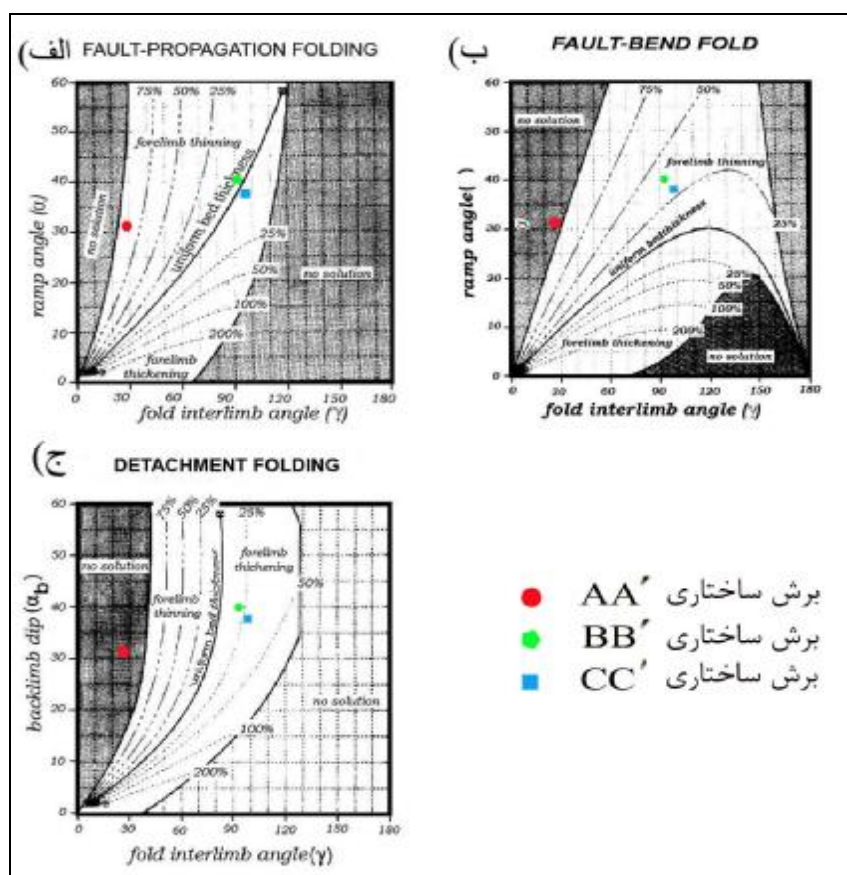
از آن جا که در مقاطع مطالعه شده در تاقدیس خرم آباد، بیشتر سازندها یا به دلیل عملکرد گسل حذف شده (برش AA') و یا در زیر آبرفت‌ها پوشیده شده‌اند (برش CC') و یا سازند کم قوامی که قابلیت بررسی و اندازه‌گیری میزان نازک شدگی و یا ضخیم شدگی یال پیشانی نسبت به یال خلفی را داشته باشد، وجود ندارد، نمی‌توان از این پارامتر برای تعیین دقیق هندسه تاقدیس خرم آباد در این برش‌های ساختاری استفاده نمود (Jamison 1987). بنابراین برای تشخیص هندسه تاقدیس از ویژگی‌های ساختاری و هندسی آن بهره گرفته شده است.

پارامترهای به دست آمده در جدول (1) بر روی نمودارهای جمیسون (1987) انتقال داده شد. شکل (16) موقعیت برش‌های AA'، BB' و CC' را بر روی نمودارهای مختلف چین‌های مرتبط با گسل جمیسون (1987) نشان می‌دهد.

جدول (1) خصوصیات هندسی تاقدیس خرم آباد در راستای برش‌های ساختاری مطالعه شده.

جابه جایی کمتری نیز نسبت به برش AA' دارد، یال پیشانی تاقدیس در این دو برش چندان دچار تغییر ضخامت نشده است.

گسل Tf_1 دقیقاً در مجاورت یال پیشانی تاقدیس در این برش، به سطح رسیدن این گسل و فعالیت بیشتر آن در این برش نسبت به دو برش دیگر می باشد. از آن جا که در دو برش BB' و CC' گسل هنوز به سطح نرسیده و فعالیت و



شکل 16. موقعیت تاقدیس خرم آباد بر روی نمودارهای جمیسون (1987) در مسیرهای مختلف.

پیشرفت گسل به داخل یال پیشانی چین را نشان می دهد، شاید بهتر باشد این تاقدیس را از نوع چین های انتشار گسلی در حال پیشرفت یا نفوذ در نظر گرفت (Suppe & Medwedeff, 1990). از بین انواع مختلف این چین ها نیز، تاقدیس خرم آباد با نوع پیشرفت یا نفوذ به داخل یال پرشیب تحت عنوان Trishear Fault-Propagation Fold هماهنگی بیشتری دارد (Mitra, 2002).

با در نظر گرفتن این مسائل و با توجه به این که مقطع AA' در نمودارهای جمیسون (1987) تنها در نمودار چین های انتشار گسلی دارای حل می باشد و در نمودارهای مربوط به چین های جدایشی و چین های خم گسلی در محدوده های فاقد حل واقع می شود، به نظر می رسد که تاقدیس خرم آباد هندسه ای مشابه با چین های انتشار گسلی دارد. البته با توجه به برش های ساختاری ترسیم شده که در برش AA'

میترا (2002) با معرفی چین‌های جدایشی گسل خورده اشاره می‌کند که این چین‌ها از نظر ظاهری مشابه چین‌های انتشار گسلی می‌باشند و به همین علت در مناطقی که اطلاعات کافی وجود نداشته باشد، تفسیر هندسه چین ممکن است دچار اشتباه شود. ایشان بیان می‌کند که در صورت نبود اطلاعات زیر سطحی مناسب و کافی برای یک ساختار و فقط بر اساس اطلاعات سطحی هر دو مدل چین‌های انتشار گسلی و چین‌های جدایشی گسل خورده را می‌توان در نظر گرفت و انتخاب تفسیر نهایی به اطلاعات زیر سطحی بیشتر و آگاهی از چینه‌شناسی مکانیکی منطقه بستگی دارد.

به طور کلی در مورد چین‌های زاگرس اعتقاد بر این است که وجود ناودیس‌های فرودیواره، گسل‌های راندگی

پرشیب و تنگ شدگی چین‌ها به واسطه چرخش یال‌ها و مهاجرت لولا، مشخصه انتقال رفتار دگرشکلی از چین خوردگی جدایشی به چین خوردگی پیشرونده انتشار گسلی همراه با افزایش کوتاه شدگی است که این سبک چین خوردگی مشابه چین خوردگی جدایشی گسل خورده می‌باشد که توسط میترا (2002) ارائه شده است (Sherkati & Letouzey, 2004). در واقع ایشان این دو نوع چین خوردگی را مشابه هم در نظر می‌گیرند. مک کوئری (2004) نیز معتقد است که دامنه چین‌های بزرگ در زاگرس نسبت به جابه‌جایی کوچک گسل‌ها، نشان می‌دهد که بخش اعظم چین خوردگی پیش از گسل خوردگی اتفاق افتاده است، که این موضوع بر چین خوردگی جدایشی گسل خورده دلالت دارد.

نتیجه‌گیری

1- تاقدیس خرم آباد یک چین نسبتاً متقارن مرتبط با گسلش (Fault Related Fold) طویل و دارای روند عمومی شمال باختر - جنوب خاور می‌باشد.

2- به علت فعالیت گسل موجود در یال پیشانی تاقدیس خرم آباد در مسیر برش AA'، برخی سازندها (بخشی از سازند سروک، ایلام، گورپی و بخش زیادی از سازند امیران) در یال جنوبی چین حذف شده‌اند، که لایه‌های این سازند در این یال چین در اثر عملکرد گسل چرخش پیدا کرده و برگشته شده‌اند.

3- با پیاده کردن اطلاعات به دست آمده از برداشت‌های صحرائی و برش‌های ساختاری ترسیم شده، که مربوط به لایه بندی‌ها در یال‌های شمالی و جنوبی تاقدیس در پیمایش‌های مختلف است، بر روی استریونت و تهیه

نمودار π برای هر مسیر مشخص شد که تاقدیس خرم آباد در مسیر برش ساختاری AA' یک تاقدیس برگشته و دارای تمایل به سمت جنوب باختری است و در مسیر دو برش BB' و CC' یک تاقدیس تقریباً متقارن می‌باشد.

4- با توجه به زاویه بین یال‌های به دست آمده برای تاقدیس خرم آباد در مسیرهای مختلف، تاقدیس خرم آباد در مسیر برش ساختاری AA' در محدوده چین‌های فشرده و در دو مسیر دیگر در محدوده چین‌های باز از تقسیم بندی فلوتی (1964) قرار می‌گیرد.

5- با توجه به مکانیک چینه‌شناسی منطقه، تاقدیس خرم‌آباد به احتمال زیاد از نوع چین‌های مشابه دروغین (Pseudo-Similar Folds) می‌باشد (Dahlstrom, 1970). این چین‌ها در طبقاتی که شامل تناوبی از لایه‌های مقاوم

هندسی و ساختاری موجود از جمله به سطح رسیدن گسل در یال پیشانی تاقدیس، یال پیشانی برگشته و بسیار پرشیب در برش AA' وجود راندگی‌های کوچک در یال‌های تاقدیس و وجود تاقدیس‌های گوش خرگوشی در یال‌های تاقدیس خرم آباد، هندسه گرد و نسبتاً باز این تاقدیس در دو برش ساختاری BB' و CC' وجود اختلاف مقاومت بین واحدهای مختلف از سطح تا عمق، هر دو مدل چین انتشار گسلی نوع Trishear و چین جدایشی گسل خورده را می‌توان در نظر گرفت.

(Competent) و نامقاوم (Incompetent) هستند، رخ می‌دهد. در چنین شرایطی لایه‌های مقاوم ضخامت خود را حفظ می‌کنند در حالی که لایه‌های نامقاوم در قسمت‌های بالایی چین دچار افزایش ضخامت می‌شوند.

6- با استفاده از نمودارهای جیمسون (1987) مشخص شد که تاقدیس خرم آباد هندسه‌ای شبیه به چین‌های انتشار گسلی و نیز چین‌های جدایشی گسل خورده دارد. اما به سبب عدم دسترسی به اطلاعات زیر سطحی و با توجه به تحلیل هندسی صورت گرفته، با در نظر گرفتن شواهد

منابع:

- Berberian, M. (1995). Master blind thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics. *Tectonophysics*, 241, 193-224.
- Dahlstrom, C.D.A., (1970). Structural geology in the eastern margin of the Canadian Rocky Mountains. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, Vol. 18, P. 332-406.
- Fluety, M.J., (1964). The Description of Folds. *Proceedings of the Geologist Association*, No. 75, P. 461-492.
- Jamison, W.R., (1987). Gometric Analysis of fold development in overthrust terrans. *Journal of Structural Geology*. Vol. 9, p. 207-219.
- McQuarrie, N., (2004). Crustal scale geometry of the Zagros fold-thrust belt, Iran. *Journal of Structural Geology*, Vol. 26 (3), P. 519-535.
- Mitra, S., (2002). Fold-Accommodation Faults. *AAPG Bull.*, Vol. 86(4), P. 671-693.
- Mitra, S., (2002). Structural models of faulted detachment folds. *AAPG Bull.*, Vol. 86(9), P.1673-1694.
- Passchier, C.W., (1998). *Microtectonics*. Springer. P111.
- Sepehr, M., (2001). The Tectonic Significance of the Kazerun Fault Zone, Zagros Fold-Thrust Belt, Iran. Thesis Submitted for the Degree for Ph.D, University of London. P215.
- Sepehr, M. and Cosgrove, J.W., (2004). Structural framework of the Zagros fold-thrust belt, Iran. *Marine and Petroleum Geology*. Vol. 21, p. 829-843.
- Sherkati, S. and Letouzey, J., (2004). Variation of structural style and basin elevation in the central Zagros (Izeh zone and Dezful Embayment), Iran, *Marine and Petroleum Geology*. Vol. 21, p. 535-554.
- Sherkati, S., Molinaro, M., Letouzey, J and Frizon, D. (2005). Detachment folding in the Central and Eastren Zagros fold-belt (Iran): salt mobility, multiple detachments and late basement control. *Journal of Structural Geology*. Vol. 27, p.1680-1696.
- Stocklin, J., (1968), *Structural History and Tectonics of Iran*.
- Suppe, J. and Medwedeff, D.A., (1990). Geometry and kinematics of fault-propagation folding. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, V. 83, 409-454.

Structural Evolution of Khorramabad anticline

Nazanin Saremi¹, Seyed Ahmad Alavi², Ali Yassaghi³, Mohamad Mehdi Farahpour^{*4}

1. Graduated from Shahid Beheshti University, Tehran, IRAN.
2. Department of Earth Sciences, College of Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran
3. Faculty of Earth Sciences Department of Geology, Shahid Beheshti University, Tehran, IRAN.
4. Department of Geology, Member Faculty of Lorestan University, Lorestan, IRAN.

Abstract

Khorramabad's anticline with its overturned southern limb and NW-SE trend is located near Khorramabad city, in Zagros fold-thrust belt. Three structural cross sections with NE-SW trend was determined and desired structural data (strike and dip) of structures including fault, parasitic folds, and joints were obtained. For geometric analysis, and to determine the folding type related to the thrust faults, different Jamison`s diagrams were used. Results of this study suggest that the geometry of khoramabad's anticline is similar to Fault Propagation Folding and Faulted Detachment Folding. High Zagros Fault in this area, which is known as Khorramabad Thrust, passes from the south of Khorramabad anticline and is the main factor for generation of Khorramabad anticline.

Keywords: Khorramabad anticline, Structural Analysis, Fault Propagation Fold, Faulted Detachment Folds, Zagros fold- thrust belt.



فصلنامه زمین ساخت
بهار 1397، سال دوم، شماره 5

فعالیت مجدد گسل‌های نرمال در آهک‌های کرتاسه (شمال خاور کرمان) دلایل جنبشی و تحلیل تنش دیرینه

انیس اکبرزاده¹، شهرام شفیعی بافتی^{1*} و شهباز رادفر¹
1. گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

تاریخ دریافت: 1396/08/08

تاریخ پذیرش: 1397/02/03

چکیده

آهک‌های کرتاسه در شمال خاور کرمان شواهد متعددی از گسلش را نشان می‌دهند. در این تحقیق الگوی گسلش با استفاده از روش‌های تحلیل تنش دیرینه همچون روش وارون سازی چند مرحله‌ای، تعیین موقعیت محورهای فشارش و کشش و روش آرایش خش لغز صورت پذیرفته است. نتایج این روش‌ها تأثیر دو فاز گسلش نرمال و امتداد لغز را نشان داد. موقعیت محورهای حداکثر تنش در دو فاز گسلش کاملاً قابل تفکیک است. شواهد سطح گسلش، حکک شدگی خش لغزها و شواهد جابه‌جاشدگی گسل‌های نرمال و رگه‌های کششی مرتبط با گسل‌های نرمال توسط گسل‌های امتداد لغز نشان دهنده فعال شدن گسل‌های نرمال در الگوی امتداد لغز می‌باشد. بیضوی تنش در هر دو فاز گسلش از نوع دوکی شکل است. زاویه اصطکاک داخلی برای هر دو فاز گسلش نرمال و امتداد لغز 45 درجه محاسبه شد. روش دایره مور بدون بعد نشان دهنده فعالیت گسلش امتداد لغز با الگوی مزدوج می‌باشد. نتایج این تحقیق تغییر الگوی گسلش از نرمال به امتداد لغز را بخوبی نشان می‌دهد.

کلید واژه‌ها: تنش دیرینه، فعالیت مجدد گسل، آهک‌های کرتاسه، کرمان

* نویسنده مسئول shafiei_shahram@uk.ac.ir