

تحلیل ساختاری پاره‌گسل‌های جنوبی پهنه گسل عرضی کره‌بس در جنوب فیروزآباد، کمر بند چین - رانده زاگرس

ناهد صغابی فرد^۱، علی یساقی^۲ و محمد قاسم حسن‌کودری^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

^۲ دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

^۳ کارشناس ارشد، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۲۱

چکیده

کمر بند چین- رانده زاگرس توسط گسل‌های عرضی گوناگونی و با روند غالب شمال شمال باختر - جنوب جنوب خاور و سازوکار راستالغز قطع شده است. این گسل‌ها اغلب به علت حضور لایه‌های جدایشی در قاعده و بخش‌های مختلف پوشش رسوبی، هندسه پلکانی را در سطح زمین نشان می‌دهند. از جمله این گسل‌ها، گسل عرضی کره‌بس در ناحیه فارس و در ۶۵ کیلومتری خاور گسل کازرون است. به علت حضور سری هرمز و افق‌های میانی شکل‌پذیر در پوشش رسوبی اثر این گسل در سطح به صورت پاره‌گسل‌هایی با روند شمال - شمال باختر است. تاکنون حداقل شش پاره‌گسل در بخش‌های شمالی و مرکزی گسل کره‌بس شناسایی شده است. در این نوشتار، دو پاره‌گسل جنوبی پهنه گسل کره‌بس به نام‌های پاره‌گسل‌های متقارک و کلاخ در بخش‌های جنوبی گسل کره‌بس و در جنوب فیروزآباد فارس معرفی و هندسه و سازوکار آنها تحلیل شده است. سازوکار این پاره‌گسل‌ها (متقارک و کلاخ) به کمک ساختارهایی چون گسل‌های ریدل همسو و ناهمسو و چین‌های جوان در راستای آنها و همچنین پایانه‌های آنها، راستالغز راست‌بر تحلیل شده است. این پاره‌های گسلی در پایانه جنوبی خود به تدریج از سازوکار راستالغز به سازوکار معکوس و تقریباً به موازات راندگی‌های کلاخ و سورمه ختم می‌شوند. این پایانه‌های گسلی در فرادپواره گسل‌های رانده کلاخ و سورمه بوده و در راستای آنها سازندهای کهن‌تر از سازندهای توسعه یافته در فرادپواره گسل‌های راندگی اصلی (سازند سورمه) بروزند دارد. از این رو پاره‌گسل‌های متقارک و کلاخ معرفی شده در این مطالعه سازوکار راستالغز داشته و با توجه به این سازوکار، هندسه و موقعیت ساختاری آنها در ادامه پاره‌های شمالی و مرکزی گسل کره‌بس، به عنوان پاره‌گسل‌های جنوبی این گسل معرفی می‌شوند. میزان جابه‌جایی این پاره‌گسل‌ها با توجه به راندگی سازند آسماری بر روی سازند بختیاری در راستای گلواره مثبت توسعه یافته در راستای پاره‌گسل متقارک حداقل به اندازه ستبرای سازند میشان تحلیل می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تحلیل ساختاری، پهنه گسل کره‌بس، پایانه‌های راندگی، تاقدیس کلاخ، کمر بند چین - رانده زاگرس.

***نویسنده مسئول:** علی یساقی

E-mail: yassaghi@modares.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

پاره‌گسل‌های پهنه گسل کره‌بس، به عنوان پاره‌گسل کلاخ معرفی و سازوکار آن نیز تحلیل شده است.

۲- ویژگی‌های ساختاری پهنه گسل کره‌بس

پهنه گسل کره‌بس یکی از گسل‌های عرضی در زاگرس است که با طول تقریبی ۲۰۰ کیلومتر از گسل زاگرس مرتفع در شمال شروع شده و تا گسل رانده کلاخ در جنوب ادامه می‌یابد. با اندازه‌گیری‌های GPS میزان جابه‌جایی $0.7 \pm 3/4$ mm/yr و سازوکار راست‌بر برای پهنه گسل کره‌بس مشخص شده است (Tavakoli et al., 2008; Walpersdorf et al., 2006). همچنین آراین و همکاران (۱۳۸۴) سازوکار چیره راستالغز راست‌گرد را برای پهنه گسل کره‌بس با توجه به جابه‌جایی قابل ملاحظه ۱۰۶ کیلومتر به صورت جدایش راستایی در گسل جبهه کوهستان و بریدن پوشش رسوبی و پی‌سنگ در نظر گرفته و از آن به عنوان یکی از گسل‌های تراگذر زاگرس یاد کرده‌اند. گسل کره‌بس بر اساس مطالعات صورت گرفته از شش (Berberian, 1995) و یا هفت (یزدجردی، ۱۳۸۰) پاره‌گسل تشکیل شده است (شکل ۲). پاره‌گسل‌های اول، دوم و سوم دارای حرکت غالب شیب‌لغزی معکوس هستند. اما بیشترین میزان جابه‌جایی راست‌بر پهنه گسل کره‌بس و به میزان ۶ کیلومتر در تاقدیس سلامتی، که منطبق با پاره‌گسل چهارم است، توسط Evers et al. (1977) گزارش شده است. پاره‌گسل ششم سبب ۳/۵ کیلومتر جابه‌جایی راست‌بر تاقدیس دارنجان (صدقات و دباغیان‌نژاد (۱۳۷۴)، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ دارنجان) و بر اساس مطالعات صحرایی انجام شده در این تحقیق، پاره‌گسل هفتم سبب جابه‌جایی راست‌بر ۲ کیلومتری تاقدیس آغار غربی شده‌اند.

کمر بند چین - رانده زاگرس به طول ۱۸۰۰ کیلومتر از خاور گسل آنتوتولی تا شمال تنگه هرمز کشیده شده است. از ویژگی‌های این کمر بند می‌توان به حضور گسل‌های راندگی و چین‌های در ارتباط با آنها هم روند با روند عمومی کمر بند یعنی شمال باختر - جنوب خاور و همچنین گسل‌های عرضی با روند شمال شمال باختر - جنوب جنوب خاور اشاره کرد (Berberian, 1995). این کمر بند با توجه به دگرشکلی غیرهمگن، به نواحی مختلف تقسیم شده است (شکل ۱). ناحیه فارس از جمله این نواحی در بخش خاوری کمر بند است که شمال بندرعباس تا گسل کازرون را شامل می‌شود. در این ناحیه سبک دگرشکلی به طور عمده تحت تأثیر دو عامل اصلی سطح جدایش قاعده‌ای سری هرمز با ستبرای ۱/۵ کیلومتر در پی رسوبات (McQuarrie, 2004) و سطوح جدایش میانی (Sherkati et al., 2006) و دیگری عملکرد گسل‌های راستالغز پی‌سنگی عرضی (Furst, 1990; Hessami et al., 2001; Yassaghi, 2006) است.

گسل کره‌بس همچون گسل کازرون از گسل‌های پی‌سنگی (Kent, 1979; Barzegar, 1994; Bahroudi & Talbot, 2003) زاگرس معرفی شده است که انتشار آن به علت وجود افق‌های شکل‌پذیر در پوشش رسوبی هندسه پلکانی را در سطح زمین نشان می‌دهد (Yassaghi, 2006) (شکل ۲). بر اساس مطالعات Berberian (1995) این پهنه گسل شامل حداقل ۶ پاره‌گسل بوده که سبب جابه‌جایی ده‌ها کیلومتری محور چین‌ها شده‌اند. اما مطالعات یزدجردی (۱۳۸۰) نشان می‌دهد این پهنه گسل از ۷ پاره‌گسل تشکیل شده است که تا جنوب فیروزآباد ادامه می‌یابد (شکل ۲). در این مطالعه بر اساس شواهد صحرایی سازوکار پاره‌گسل هفتم به عنوان پاره‌گسل متقارک تحلیل شده و همچنین پاره‌گسل هشتم مجموعه

۲-۲. ساختارهای پهنه‌های پاره‌گسل‌های متقارک و کلاغ

برداشت‌های صحرایی از اثر دگربرختی‌های پاره‌گسل‌های متقارک و کلاغ نشان می‌دهد که اثر سطوح محور چین‌های زاگرس در محل عبور این پاره‌گسل‌ها خمیده شده و همچنین ریزچین‌ها و ریزگسل‌های جوان حاصل از فعالیت آنها در راستای این پاره‌گسل‌ها تشکیل شده است (شکل‌های ۳ و ۴). سازندهای ژرف چون عضو نار سازند دالان در راستای پایانه این پاره‌گسل‌ها بروزند یافته‌اند.

تاق‌دیس‌های آغارغری، خارتو و بهار متأثر از پاره‌گسل‌های متقارک، کلاغ و تاق‌دیس‌های سورمه و کلاغ متأثر از پایانه‌های معکوس این پاره‌گسل‌ها دگربرخته شده‌اند. اثر سطوح محوری چین آغارغری با روند عمومی شمال باختر - جنوب خاور از محل عبور پاره‌گسل متقارک هندسه زیگموییدال را نشان می‌دهد (شکل ۳). مشابه این هندسه در ارتباط با سطوح محوری تاق‌دیس‌های خارتو و بهار نیز دیده می‌شود (شکل ۳). روند اثر سطوح محوری تاق‌دیس‌های کلاغ و سورمه، خمیده شکل بوده (با تحدب به سمت پیش‌بوم)، به گونه‌ای که روند این تاق‌دیس‌ها از خاوری - باختری در خاور تا شمال - شمال باختر با رسیدن به پاره‌گسل‌های متقارک و کلاغ تغییر می‌یابد (شکل‌های ۳ و ۴).

ریزچین‌های توسعه یافته در پهنه پاره‌گسل‌های متقارک و کلاغ برخلاف چین‌های اصلی زاگرس روند شمال - شمال باختر دارند (شکل‌های ۴، ۷ و ۸). با توجه به روند مایل به زاویه حاده اثر سطوح محوری این ریزچین‌ها نسبت به روند پاره‌گسل‌ها، این ساختارها به عنوان ریزچین‌های مرتبط با فعالیت این پاره‌گسل‌ها تحلیل شده‌اند. برای نمونه ریزچین‌های DF1 (شکل ۷)، DF2 و DF3 (شکل ۴) در ارتباط با پاره‌گسل متقارک و ریزچین‌های DF4، DF5 (شکل ۸)، DF6 و DF7 (شکل ۴) در ارتباط با پاره‌گسل کلاغ تحلیل شده‌اند.

گسل‌ها و ریزگسل‌ها از دیگر ساختارهای برداشت شده از پهنه پاره‌گسل‌های متقارک و کلاغ است. این ساختارها شامل دو دسته اند: ۱) ریزگسل‌هایی که در راستای پاره‌گسل‌ها توسعه یافته و عموماً سازوکار راستالغز دارند (SFn) و ۲) گسل‌هایی که در پایانه این پاره‌گسل‌ها توسعه یافته‌اند (TFn). شواهدی از ریزگسل‌های راستالغز SF1، SF2 و SF3 با روندهای شمال - شمال باختر در راستای پاره‌گسل متقارک (شکل‌های ۴ و ۹ - الف، ب و ج) و از ریزگسل راستالغز SF4 نیز با روند شمال خاور - جنوب باختر در راستای پاره‌گسل کلاغ برداشت شده است (شکل‌های ۴ و ۱۰). در محدوده یال جنوبی تاق‌دیس سورمه بروزند سازندهای کهن تر از تشریری بر روی کنگلومرای بختیاری در اثر فعالیت گسل رانده سورمه دیده می‌شود (شکل ۱۱). در فرادیواره گسل رانده سورمه عضو نار سازند دالان (شکل ۱۲) بروزند دارد که این بروزندهای کهن تر از سازند سورمه در پهلوی جنوبی تاق‌دیس به دلیل اثر گسل پایانه پاره‌گسل متقارک است (شکل ۴). صفحات گسلی برداشت شده در سازند کنگان با مشخصات ۸۵/۰۵۰ (شکل ۱۳) در فرادیواره گسل رانده سورمه و در بخش میانی تاق‌دیس سورمه نشان‌دهنده ادامه فعالیت گسل پایانه متقارک به سمت خاور و در محدوده میانی تاق‌دیس سورمه است.

بررسی یال جنوبی تاق‌دیس کلاغ نیز نشان از بروزند سازند ژرف سورمه در راستای گسل راندگی کلاغ دارد (شکل ۱۴). اما با توجه به عدم بروزند پایانه پاره‌گسل کلاغ در محدوده تاق‌دیس کلاغ و به منظور بررسی بیشتر ارتباط گسل رانده کلاغ با پایانه پاره‌گسل کلاغ دو برش ساختاری عمود بر روند تاق‌دیس کلاغ و با استفاده از نقشه کنتورهای ساختاری، داده‌های لرزه‌ای و مطالعات میدانی رسم شده است (شکل‌های ۳ و ۱۵). برش AA' در بخش باختری تاق‌دیس کلاغ (شکل ۱۵ - الف) و برش BB' در بخش میانی آن (شکل ۱۵ - ب) رسم شده است. بررسی این دو برش نشان می‌دهد که افزون بر گسل رانده کلاغ که سبب راندگی تاق‌دیس کلاغ و قرارگیری رسوبات ژرف یال جنوبی در کنار کنگلومرای بختیاری شده است، گسل معکوس دیگری در فرادیواره گسل رانده کلاغ وجود دارد. بر اساس برش AA' این

(Tavakoli et al., 2008) و (Hatzfeld et al., 2010) بر اساس اطلاعات

زمین‌شناسی، GPS و داده‌های لرزه‌ای گسل‌های کازرون، کره‌بس، سبزپوشان و سروستان را ادامه گسل اخیر اصلی (Main Recent Fault, MRF) معرفی کرده‌اند و اذعان داشتند حرکت از گسل MRF به گسل دنا، سپس به گسل زاگرس مرتفع و در ادامه به پاره‌های شمالی گسل کره‌بس منتقل می‌شود. با توجه به انتقال لغزش از پاره‌های شمالی به پاره‌های جنوبی گسل کره‌بس سرعت لغزش در پاره‌گسل‌های شمالی تر نسبت به پاره‌های میانی و جنوبی بیشتر خواهد بود که کاهش میزان جابه‌جایی از ساختارهای شمالی در پهنه گسل کره‌بس به ساختارهای جنوبی مؤید این امر است.

پهنه گسل کره‌بس یک گسل پی‌سنگی با شیب زیاد و همراه با فعالیت‌های لرزه‌ای است (Berberian, 1995; Hessami et al., 2001; Yassaghi, 2006). ژرفای زمین‌لرزه‌های این پهنه گسل 9 ± 4 Km است (Hatzfeld et al., 2010). لازم به یادآوری است که دست کم هفت گنبد نمکی در طول پهنه گسل عرضی کره‌بس بروزند دارند که بزرگ‌ترین آنها گنبد نمکی جهانی در جنوب باختری فیروزآباد فارس و باختر پاره‌گسل متقارک است (شکل‌های ۲ و ۳). افزون برگنبد نمکی جهانی، گنبدهای نمکی متقارک و گچ در جنوب فیروزآباد رخنمون دارند (شکل ۳). در ارتباط با تشکیل گنبدهای نمکی (Talbot & Alavi (1996 معتقدند که این گنبدها در ارتباط با پاره‌گسل‌های گسل کره‌بس و در راستای گسستگی این پاره‌گسل‌ها شکل گرفته‌اند و در زمان کوهزایی پلیوسن به سطح زمین رسیده‌اند (Kent, 1979). Yassaghi (2006) کثرت گنبدهای نمکی ناحیه بندرعباس را به ایجاد مناطق کششی بین پاره‌گسل‌های چپ‌بر با روند شمال خاوری در این منطقه نسبت می‌دهد. آراین و همکاران (۱۳۸۱) ضمن معرفی پله فشارشی پاره‌گسل متقارک در محل گنبد نمکی جهانی، به بالآمدگی گنبد نمکی جهانی در محل این پله فشارنده اشاره دارند. ایشان معتقدند از نظر ساختمانی، هسته کوه جهانی دقیقاً در موقعیت پله فشارنده در محل خمش چپ پله پاره‌گسل متقارک قرار دارد.

۲-۱. ویژگی‌های ساختاری پاره‌گسل‌های متقارک و کلاغ پهنه گسل کره‌بس

در این بخش هندسه و سازوکار پاره‌گسل متقارک (به طول‌های ۵۰ کیلومتر) پهنه گسل عرضی کره‌بس و همچنین پاره‌گسل کلاغ (به طول ۴۰ کیلومتر) این پهنه گسلی که در این مطالعه برای اولین بار معرفی می‌شود، تحلیل شده است (شکل‌های ۳ و ۴). در تصاویر ماهواره‌ای پاره‌گسل متقارک با روند شمال باختر - جنوب خاور از بخش باختری تاق‌دیس آغارغری و به موازات آن شروع شده، سپس به صورت عرضی با روند شمال - شمال باختر از بخش میانی تاق‌دیس آغارغری و گنبد نمکی متقارک عبور می‌کند (شکل ۳). در شکل ۵ عبور پاره‌گسل متقارک از بخش میانی تاق‌دیس آغارغری و جابه‌جایی سازندها در اثر عملکرد این پاره‌گسل دیده می‌شود. در ادامه این پاره‌گسلی پس از عبور از گنبد نمکی جهانی به سمت خاور خمش داشته و به صورت گسل معکوس در فرادیواره گسل رانده سورمه در یال جنوبی تاق‌دیس سورمه پایان می‌یابد (شکل‌های ۳ و ۴). پاره‌گسل کلاغ نیز که در بخش جنوبی پاره‌گسل متقارک قرار دارد، با روند شمال باختر - جنوب خاور از بخش خاوری تاق‌دیس رشتان‌آغاز و پس از عبور از خاور تاق‌دیس بهار و گنبد نمکی گچ با خمش به سمت خاور به صورت معکوس و در فرادیواره راندگی اصلی کلاغ در یال جنوبی تاق‌دیس کلاغ ختم می‌شود (شکل‌های ۳ و ۴). صفحات گسلی برداشت شده از این پاره‌گسلی در خاور گنبد نمکی گچ و در سازند آسماری دارای موقعیت فضایی ۸۵/۰۷۵ است که خش‌لغزها ریک افقی دارند (شکل ۶ - الف). از جمله آثار عملکرد پاره‌گسل کلاغ در خاور گنبد نمکی گچ تشکیل ساختار گل‌وار مثبت است که در راستای آن سازند آسماری بر روی سازند بختیاری رانده شده است (شکل ۶ - ب). این ساختار به همراه داده‌های برداشت شده از موقعیت خطوط لغزشی نشان از سازوکار راستالغز راستبر برای پاره‌گسل کلاغ معرفی شده در این مطالعه دارد.

بخش باختری پاره گسل منقارک وجود ندارد. بنابراین می توان گفت این گسل معکوس پایانه ای از جنوب پاره گسل منقارک انشعاب یافته و با توجه به حضور صفحه گسلی در سازند کنگان حداقل تا بخش های میانی یال جنوبی تاقدیس سورمه ادامه یافته است. بنابراین به عنوان پایانه جنوبی پاره گسل منقارک تحلیل شده است. چنین تحلیلی از اثر پایانه جنوبی پاره گسل منقارک با تحلیل های صورت گرفته بر تغییر سبک چین خوردگی تاقدیس سورمه همخوان است. در بررسی های آراین و حاجیان (۱۳۸۵) تاقدیس سورمه به عنوان یک چین جدایشی معرفی شده است که در بخش های باختری به یک چین جدایشی انتقال یافته تبدیل گشته است. بر اساس مطالعات ایشان در بخش باختری تاقدیس سورمه واحدهای سنگی مربوط به پالئوزویک زیرین رخنمون داشته و نازک شدگی یال جلویی تاقدیس به میزان ۵۰ الی ۷۵ درصد اتفاق افتاده که گویای تغییر سبک چین از بخش باختری به سمت خاور است. این تغییر سبک چین از بخش باختری به بخش خاوری در تطابق با کاهش عملکرد پایانه جنوبی پاره گسل منقارک به سمت خاور است.

بررسی دو برش ساختاری رسم شده یکی در میل باختری تاقدیس کلاغ و دیگری در بخش میانی آن و عمود بر روند محوری تاقدیس یادشده، گسل رانده دیگری را در یال جنوبی تاقدیس کلاغ نشان می دهد که دارای فعالیت بیشتر در میل باختری تاقدیس کلاغ و در مجاورت پاره گسل کلاغ است و به سمت خاور از میزان جابه جایی معکوس آن کاسته می شود. کاهش میزان جابه جایی معکوس در راستای گسل معکوس فرادیوارای راندگی کلاغ از باختر به سمت خاور نشان از پایانه بودن این گسل معکوس برای پاره گسل کلاغ دارد. بنابراین این گسل معکوس نیز به عنوان پایانه جنوبی پاره گسل کلاغ تحلیل شده است. بر خلاف آنچه که گسل رانده سورمه را پایانه راندگی گسل کره بس معرفی می کنند، این مطالعه نشان داده که گسل کره بس در بخش های جنوبی از دو پاره گسل منقارک و کلاغ تشکیل شده است که پایانه هایی مجزا و متفاوت از گسل های رانده سورمه و کلاغ دارند.

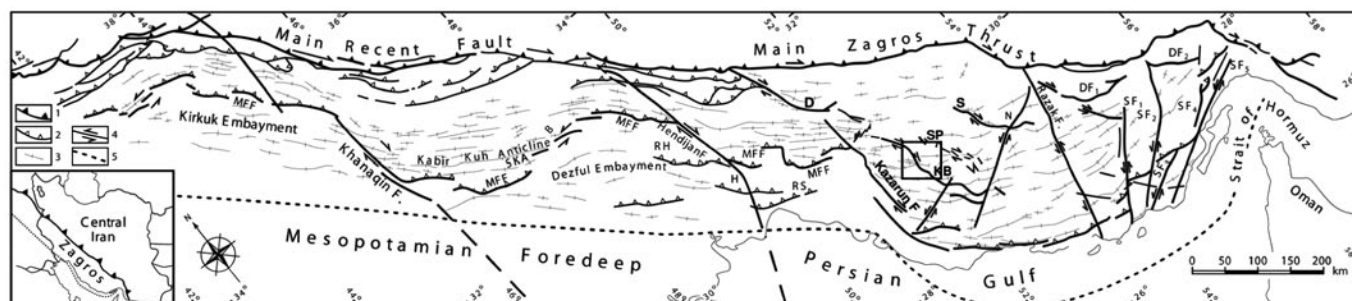
ارتباط پاره گسل های منقارک و کلاغ پهنه گسل کره بس و ریز گسل های حاصل از فعالیت آن به همراه راستای کوتاه شدگی تخمینی در شکل ۱۷- الف نمایش داده شده است و دیاگرام گل سرخی مربوط به فراوانی آنها در شکل ۱۷- ب آمده است. این دیاگرام روندهای N-S، N۳۳۰، N۰۶۰ و N۳۰۰ را به عنوان فراوان ترین روندهای گسلی در پهنه پاره گسل های منقارک و کلاغ معرفی شده در این مطالعه نشان می دهند. چنانچه روند آزمون ۳۴۵ این پاره گسل ها را به عنوان پهنه های اصلی جابه جایی و دگرشکلی در نظر گیریم، آنگاه ریز گسل های با روند آزمون ۳۳۰ به عنوان شکستگی های P و ریز گسل های با روند شمالی - جنوبی هم روند با روند شکستگی های برشی ریدل (R) پهنه دگرشکلی کره بس و ریز گسل های با روند آزمون ۰۶۰ به عنوان شکستگی های R' است.

گسل معکوس در بخش باختری تاقدیس کلاغ و در نزدیکی پاره گسل کلاغ فعالیت معکوس بیشتری داشته و سبب حذف سازندهای پابده - گورپی، گروه بنگستان و بخشی از گروه خامی در یال جنوبی تاقدیس کلاغ شده است. اما در برش BB' واقع در بخش مرکزی تاقدیس کلاغ، این گسل معکوس فعالیت کمتری داشته و حذف سازندها در یال جنوبی تاقدیس کلاغ در اثر فعالیت گسل پایانه کلاغ اتفاق نیفتاده است. این مسئله نشان از کاهش اثر فعالیت این گسل معکوس به سمت خاور دارد. بر این اساس این گسل معکوس به عنوان پایانه پاره گسل کلاغ که به سمت جنوب خاور و در راستای برش BB' از میزان جابه جایی آن کاسته می شود، تحلیل شده است.

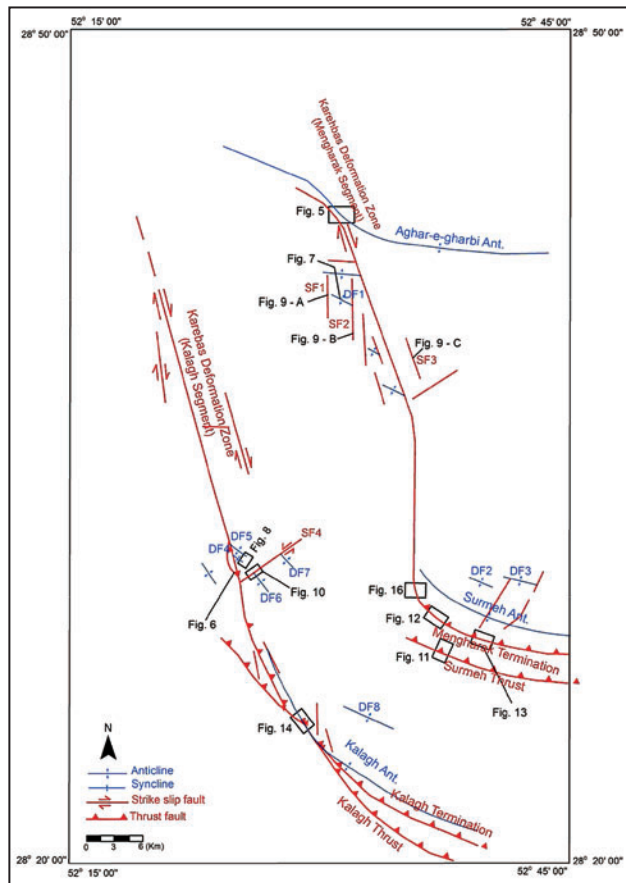
۳- بحث و نتیجه گیری

تغییر روند اثر سطوح محوری تاقدیس های آغار غربی و بهار با روند شمال باختر- جنوب خاور به الگوی زیگموییدالی چپ پله به دلیل عبور پاره گسل منقارک از بخش میانی این تاقدیس ها نشان از سازوکار راست بر این پاره گسل دارد. به جهت تعیین دقیق این سازوکار از ریز چین ها و ریز گسل های جوان توسعه یافته در راستای این پاره گسل ها استفاده شده است. ریز چین های محدوده پاره گسل منقارک با روند N۲۹۵، با هندسه پلکانی راست پله و در محدوده پاره گسل کلاغ با روند N۳۰۰ قرار دارند (شکل ۴). این ریز چین ها قاعدتاً با زاویه ۴۵ درجه نسبت به راستای جابه جایی و برش خوردگی پاره گسل ها و عمود بر راستای کوتاه شدگی در منطقه شکل گرفته اند. بنابراین راستای N۳۴۰ برای پاره گسل منقارک با سازوکار راست بر و با راستای کوتاه شدگی N۰۲۵ و راستای N۳۴۵ برای پاره گسل کلاغ با سازوکار راست بر و با راستای کوتاه شدگی N۰۳۰ تحلیل می شود.

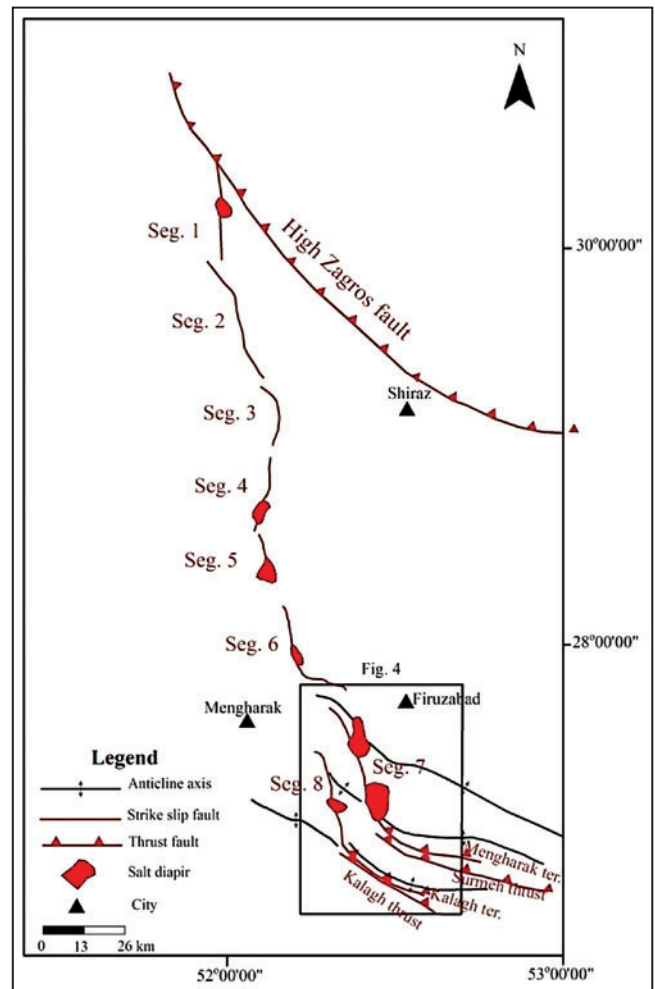
طی اندازه گیری های صحرایی میزان جدایش (Offset) راست بر پاره منقارک در بخش میانی تاقدیس آغار غربی ۲ کیلومتر تعیین شده است (شکل ۵). با توجه به روابط زاویه ای میان شکستگی های مراتب گسلی با راستای پهنه دگرشکلی اصلی (روند N۳۴۰ پاره گسل منقارک) ریز گسل های SF1 و SF2 با روند N۳۵۵، گسل های همسو با پاره گسل منقارک بوده و بنابراین سازوکار غالب راستالغز راست بر دارند. در این صورت ریز گسل SF3 با روند N۳۴۰ نیز از جمله گسل های فرعی هم روند با پاره گسل منقارک بوده و دارای سازوکار راست بر است (شکل ۴). همچنین روند N۰۷۰ ریز گسل SF4 به عنوان گسل های ناهمسو (چپ بر) در پهنه پاره گسل کلاغ است. در بخش خاوری گنبد نمکی جهانی و منتهی الیه دماغه شمال باختری تاقدیس سورمه، لایه های آهکی سازند سروک با روند شمال - شمال باختر در مجاورت بخش خاوری پاره گسل منقارک به لایه های برگشته با ویژگی های ۵۵/۰۷۰ تبدیل شده اند (شکل ۱۶)، که نشان از عملکرد گسل معکوس دیگری به جز گسل رانده سورمه، به عنوان پایانه پاره گسل منقارک دارد. چنین گسل خوردگی معکوسی در



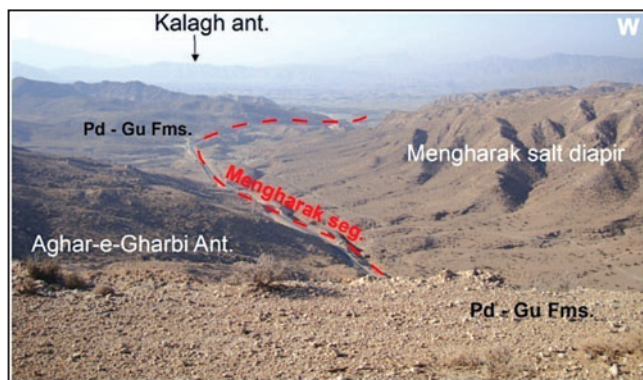
شکل ۱- نقشه ساختاری کمربند چین- رانده زاگرس که گسل ها و محور چین ها را نمایش می دهد. شماره ها به ترتیب شامل ۱- گسل معکوس بزرگ زاویه، ۲- گسل رانده، ۳- محور تاقدیس، ۴- گسل امتداد لغز، ۵- حاشیه جنوبی زون دگرشکلی زاگرس، SF1-SF5: گسل های چپ گرد، DF1-DF2: گسل های راست گرد، MFF: گسل پیشانی کوهستان، SKA: تاقدیس سیاه کوه، B: زون گسلی بالارود، RH: زون گسلی راهمزم، RS: گسل رگه سفید، KB: گسل کره بس، SF: گسل سبزپوشان، S: گسل سروستان، N: گسل نظام آباد (Hessami et al., 2001). محدوده مورد مطالعه در این پژوهش با کادر مشکی مشخص شده است.



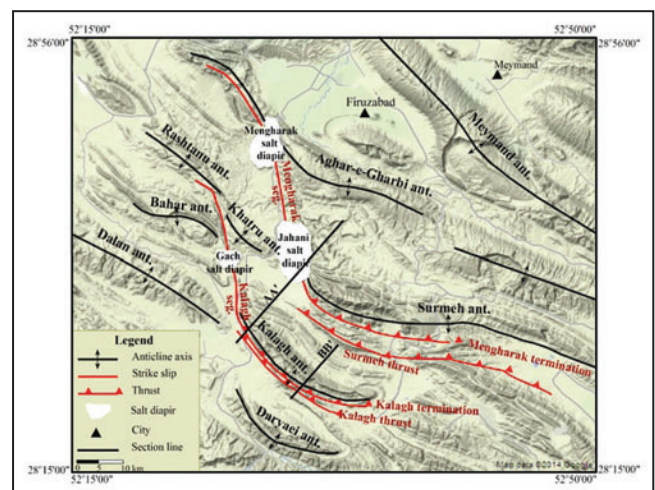
شکل ۴- نقشه زمین‌شناسی ساختاری پاره‌گسل‌های منقارک و کلاخ پهنه گسل کره‌بس.



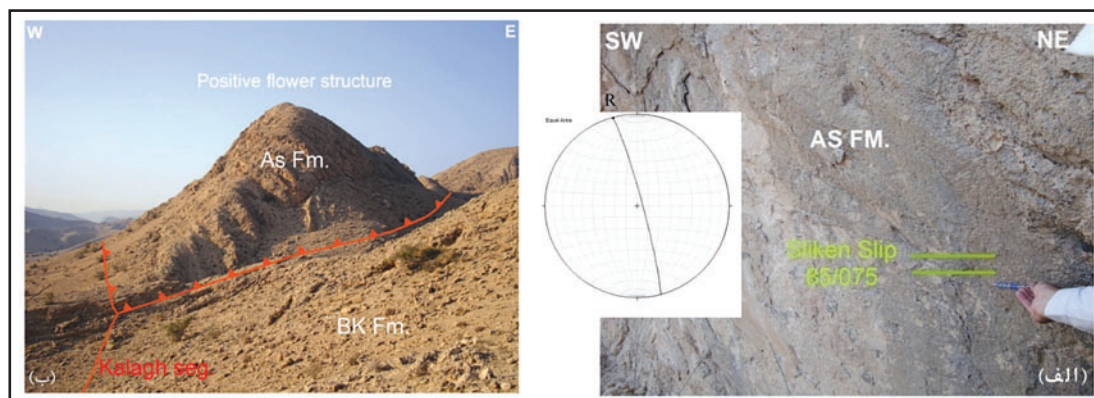
شکل ۲- پاره‌گسل‌های پهنه گسل کره‌بس، منطقه مطالعاتی با کادر مشکی رنگ نمایش داده شده است.



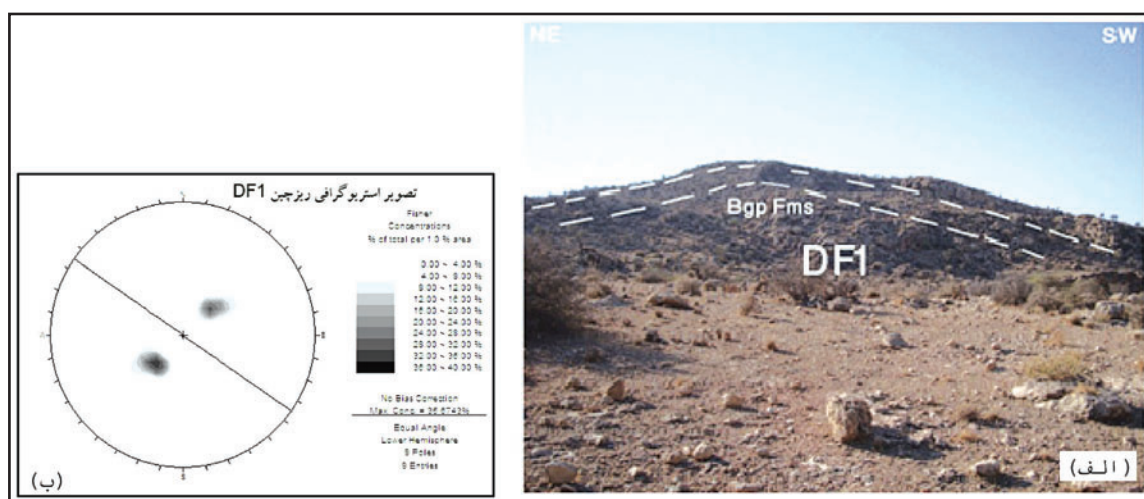
شکل ۵- عبور پاره گسل منقارک پهنه دگرشکلی کره‌بس از بخش میانی تاقدیس آغارغربی که سبب جابه‌جایی سازندها شده است. Pd-Gu Fms. سازندها پابده- گورپی، موقعیت این تصویر در شکل ۴ آمده است.



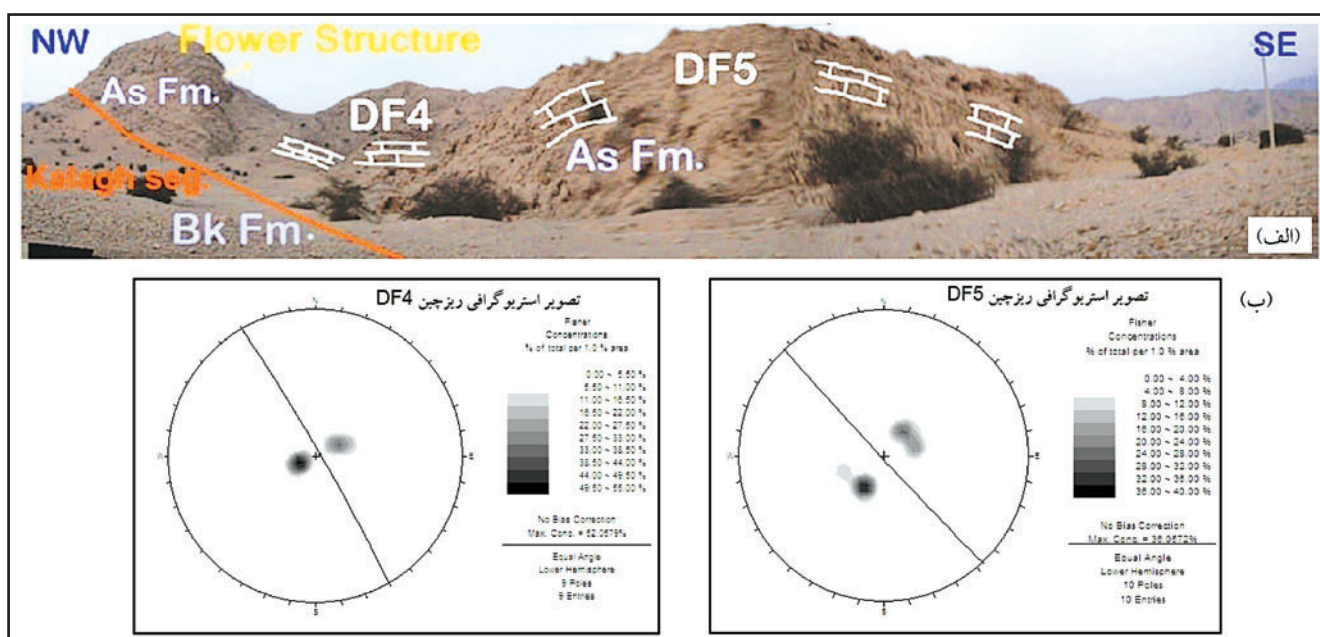
شکل ۳- پاره‌گسل‌های پهنه گسل کره‌بس، منطقه مطالعاتی در انتهای دو پاره‌گسل جنوبی این پهنه با کادر مشکی رنگ نمایش داده شده است (اصلاح شده از Berberian, 1995 و یزدجردی، ۱۳۸۰، نقشه‌های زمین‌شناسی و داده‌های این مطالعه).



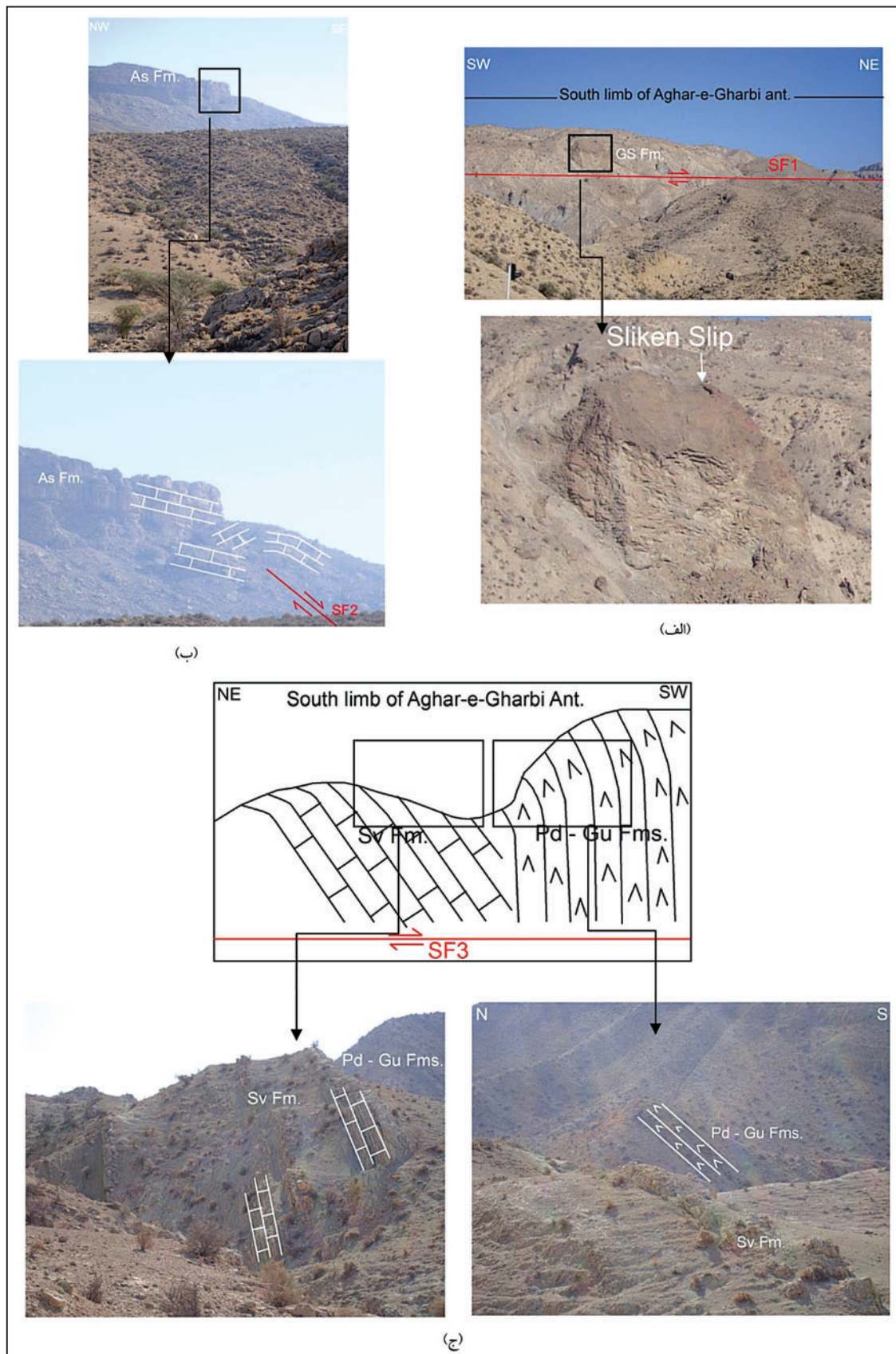
شکل ۶- الف) خشن لغز شکل گرفته در سازند آسماری؛ ب) ساختار گلوار مثبت با بیرون زدگی سازند آسماری در بخش خاوری تاقدیس بهار، As Fm.: سازند آسماری، Bk Fm.: سازند بختیاری. موقعیت تصویر در شکل ۴ آمده است.



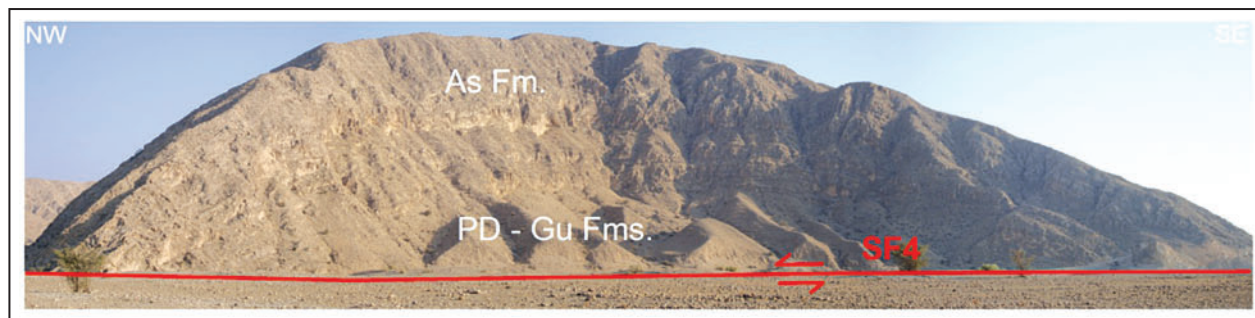
شکل ۷- الف) ریزچین DF1 شکل گرفته در یال جنوبی تاقدیس آغارغری، Bgp Fms.: سازندهای گروه بنگستان، موقعیت ریزچین در شکل ۴ آمده است؛ ب) تصویر استریوگرافی ریزچین DF1 بر اساس مطالعات صحرایی.



شکل ۸- الف) ریزچین های شکل گرفته (DF4 و DF5) در بخش باختری تاقدیس کلاغ، As Fm.: سازند آسماری، Bk Fm.: سازند بختیاری، موقعیت تصویر در شکل ۴ آمده است؛ ب) تصویر استریوگرافی ریزچین DF4 و DF5 بر اساس اطلاعات صحرایی.



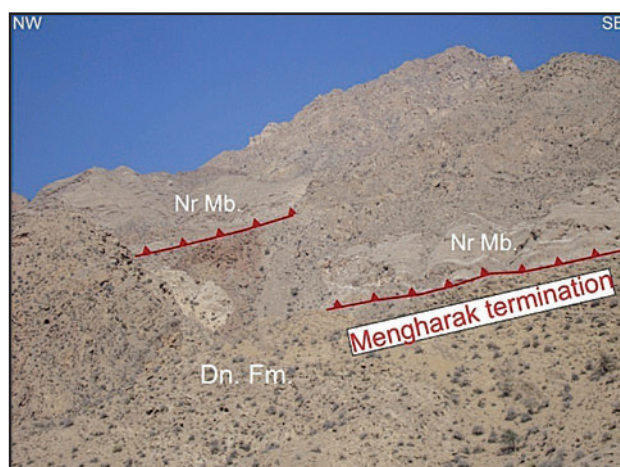
شکل ۹- الف) صفحه گسلی SF1 در بال جنوبی تاقدیس آغارغربی، GS Fm: سازند گچساران؛ ب) به هم ریختگی در سازند آسماری در اثر فعالیت گسل امتدادلغز SF2، As Fm: سازند آسماری؛ ج) تغییر شیب سازندهای مجاور در بال جنوبی تاقدیس آغارغربی بر اثر فعالیت پاره گسل منقارک، Pd-Gu Fm: سازند پابده - گوری، Sv Fm: سازند سروک. موقعیت تصویر در شکل ۴ ارائه شده است.



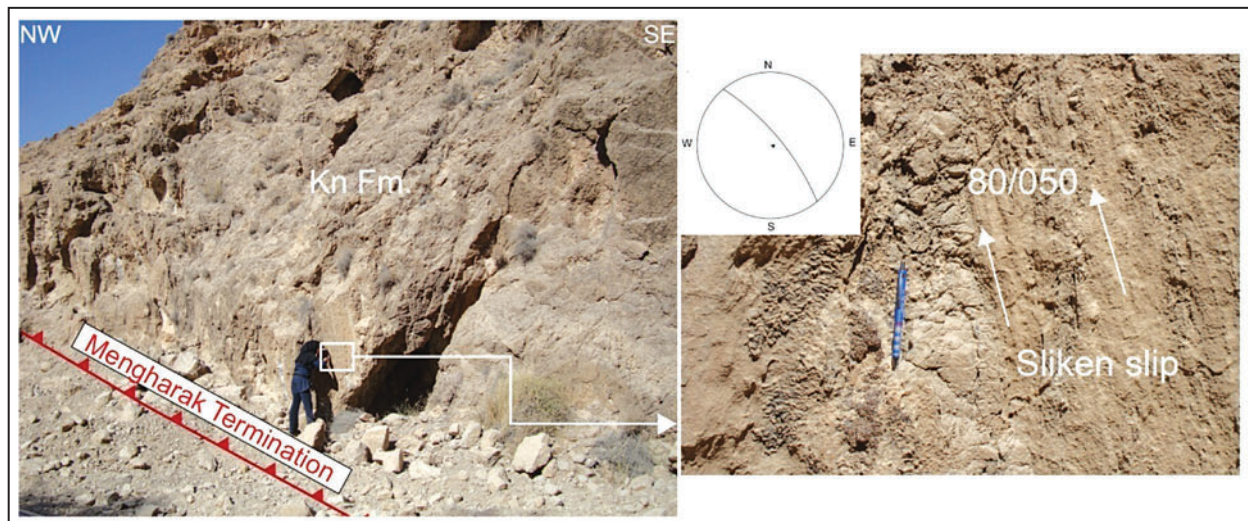
شکل ۱۰- میل باختری چین فرعی تاقدیس کلاغ (DF2) در اثر فعالیت گسل SF4 از بین رفته است و هسته چین برونزد یافته است. As Fm.: سازند آسماری، PD-Gu Fm.: سازند پابده - گورپی، موقعیت تصویر در شکل ۴ آمده است.



شکل ۱۱- برونزد سازندهای کهن تر از سازند سورمه در پهلوی پیشانی تاقدیس سورمه در اثر فعالیت گسل رانده سورمه، All: رسوبات عهد حاضر، Su Fm. سازند سورمه، Nz Fm.: سازند نیریز، Dk Fm.: سازند دشتک، Kn Fm.: سازند کنگان، Dn Fm.: سازند دالان (گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰۰). موقعیت این تصویر در شکل ۴ آمده است.



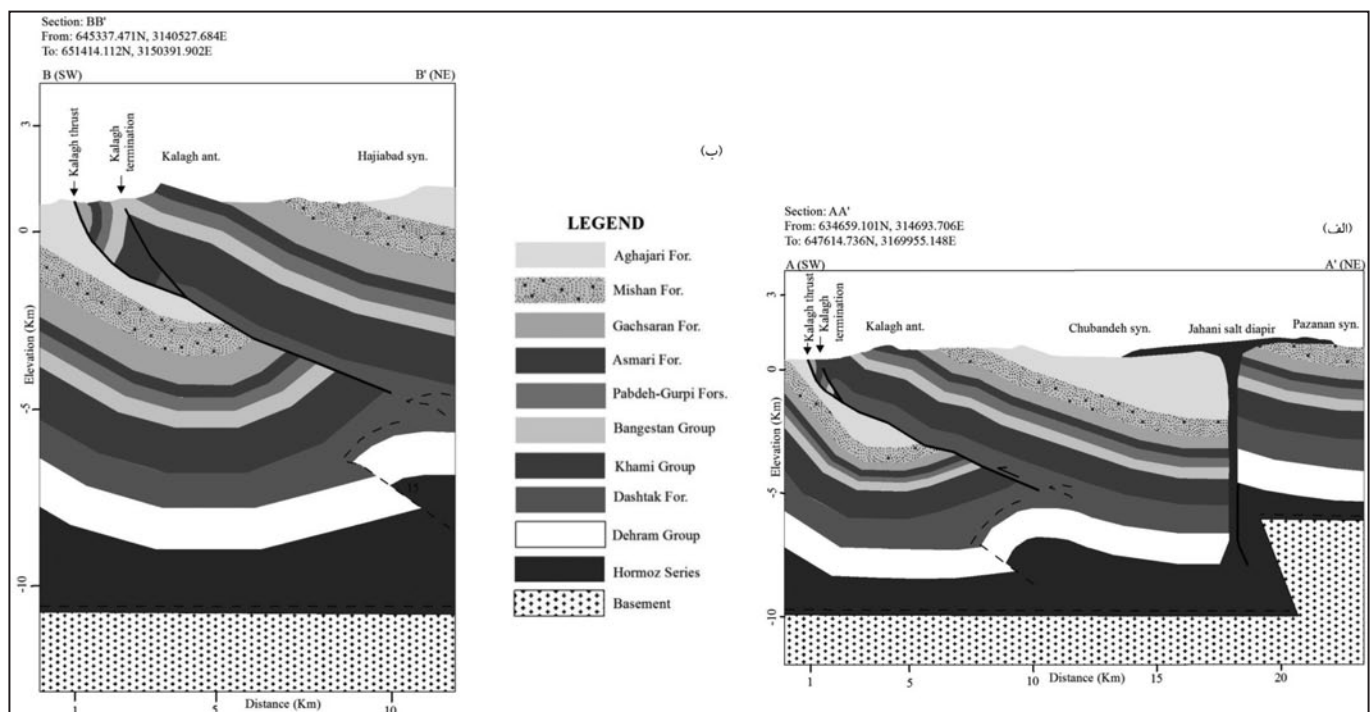
شکل ۱۲- برونزد عضو نار (Nr Mb.) سازند دالان (Dn Fm.) در اثر راندگی فرعی TF1 در تاقدیس سورمه، موقعیت این تصویر در شکل ۴ آمده است.



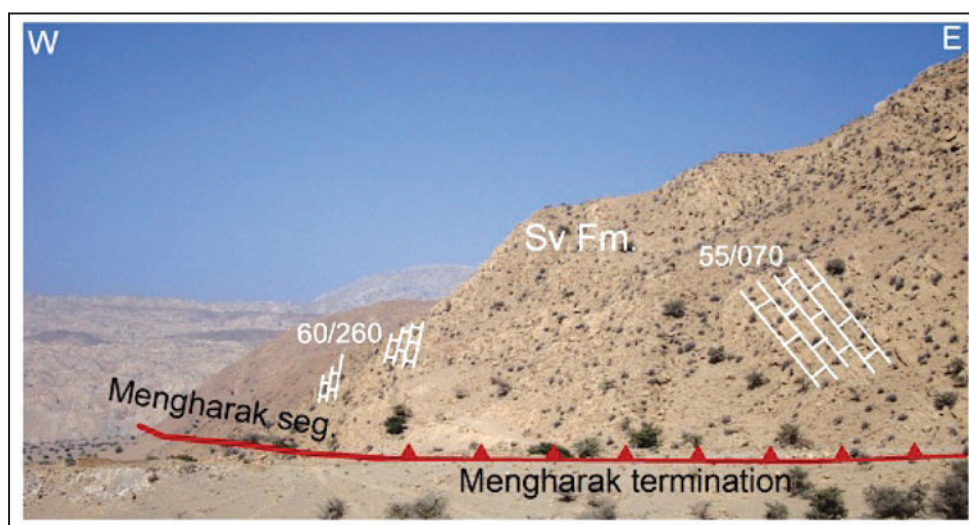
شکل ۱۳- آثار خش لغز گسل پایانه منقارک در مرکز تاق‌دیس سورمه، موقعیت خش لغز بر روی استریونت به تصویر کشیده شده است، Kn Fm: سازند کنگان. موقعیت تصویر در شکل ۴ آمده است.



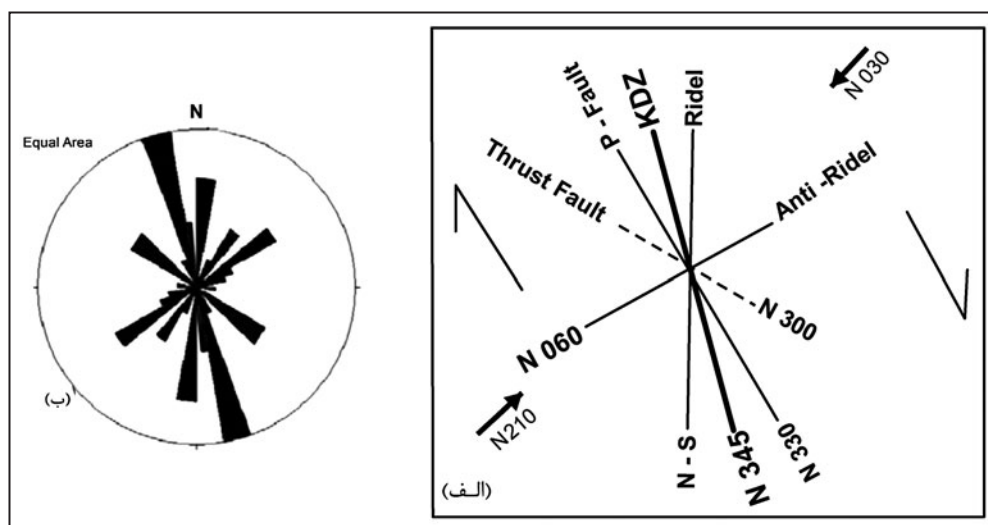
شکل ۱۴- پال جنوبی تاق‌دیس کلاخ، برونزد سازنده‌های ژرف در اثر فعالیت گسل رانده کلاخ به خوبی دیده می‌شود. شیب لایه‌ها به سمت شمال است. Su Fm: سازند سورمه، موقعیت این تصویر در شکل ۴ آمده است.



شکل ۱۵- برش‌های ساختاری بر تاق‌دیس کلاخ که گسل رانده کلاخ و پایانه پاره‌گسل کلاخ را نمایش می‌دهد. موقعیت برش‌ها در شکل ۳ آمده است.



شکل ۱۶- پایانه پاره گسل منقارک در میل باختری تاقدیس سورمه. Sv Fm: سازند سروک، موقعیت این تصویر در شکل ۴ آمده است.



شکل ۱۷- (الف) مدل برشی منطقه مطالعاتی که شامل پهنه دگرشکلی کره بس و شکستگی های در ارتباط با این پهنه است؛ (ب) نمودار گل سرخی گسل های برداشت شده از منطقه مطالعاتی، KDZ: پهنه دگرشکلی کره بس.

کتابنگاری

- آرین، م. و حاجیان، م.، ۱۳۸۵- تحلیل عناصر سبک چین سورمه در تاقدیس سورمه، مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی (JIAU)، ۶۱، ۴۰-۲۷.
- آرین، م.، قرشی، م.، پور کرمانی، م. و احمدنیا، ع.، ۱۳۸۱- بالا زدگی فشاری جهانی، بیست و یکمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صفحه ۲۷۴ و ۲۷۵.
- آرین، م.، قرشی، م.، پور کرمانی، م. و احمدنیا، ع.، ۱۳۸۴- تأثیر ساختاری سامانه های گسلی تراگذر کره بس در کمربند چین خورده و رانده زاگرس، علوم زمین، ۵۸، ۱۲۶-۱۳۳.
- صداقت، م. ا. و دباغیان نژاد، ع.، ۱۳۷۴- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ دارنجان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- یزدجردی، ک.، ۱۳۸۰- محاسبه پتانسیل گسلی FMP کمربند کوهزایی زاگرس و مطالعه موردی ناحیه گسلی کره بس در باختر استان فارس، دکترا، دانشگاه شیراز، دانشکده علوم، فصل چهارم.

References

- Bahroudi, A. & Talbot, C. J., 2003- The configuration of the Basement beneath the Zagros basin, *Journal of Petroleum Geology*, 26, 257-282.
- Barzegar, F., 1994- Basement fault mapping of E-Zagros foreland belt, southwest Iran, based on spaceborne remotely sensed data. *Proceeding of the tenth thematic conference on geologic remote sensing, exploration, environment and engineering*.
- Berberian, M., 1995- Master blind thrust fault hidden under the Zagros fold: active basement tectonics and surface morphotectonics, *Tectonophysics*, 241, 193-224.
- Evers, H. J., Fakhari, M. & Verral, P., 1977- The geology of Surmeh and surrounding structures, Fars North Area. *Iranian National Oil Company, Report No. 1251*.
- Furst, M., 1990- Strike-Slip Faults and Diapirism of the South-Eastern Zagros Ranges. *Proceeding of the Symposium on Diapirism, Bander Abbas, Hormozgan, Iran*, 2, 149-181.
- Hatzfeld, D., Authemayou, C., Van Der Beek, P., Bellier, O., Lavé, J., Oveisi, B., Tatar, M., Tavakoli, F., Walpersdorf, A. & Yamini-Fard, F., 2010- The kinematics of the Zagros Mountains (Iran), *Geological Society, London, Special Publications*, 330, 19-42.
- Hessami, Kh., Koyi, H. A. & Talbot, C. J., 2001- The significance of strike-slip faulting in the basement of the Zagros fold and thrust belt, *Journal of Petroleum Geology*, 24, 5-28.
- Kent, P. E., 1979- The emergent hormoz salt structures of southern Iran. *Journal of petroleum geology*, 2, 2, 17-144.
- McQuarrie, N., 2004- Crust scale geometry of the Zagros fold thrust belt, Iran, *Journal of structural Geology*, 26, 519-535.
- Sherkati, S., Letouzey, J. & Frizon de Lamotte, D., 2006- The Central Zagros fold-thrust belt (Iran): New insights from seismic data, field observation and sandbox modeling, *Tectonics*, 25, TC4007, doi: 10.1029/2004TC001766.
- Talbot, C. J. & Alavi, M., 1996- The past of a father syntaxis across the Zagros, In: Alsop, G.I., Blundell, D.J., and Davison, I. (Eds), *Salt tectonics. Geological Society of London Special Publication 100*, 89-109. Mesozoic passive margin shelf. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin Memoir 55*, 307-336.
- Tavakoli, F., Walpersdorf, A., Authemayou, C., Nankali, H. R., Hatzfeld, D., Tatar, M., Djamour, Y., Nilforoushan, F. & Cotte, N., 2008- Distribution of the right-lateral strike-slip motion from the Main Resent Fault to the Kazerun Fault System (Zagros, Iran): Evidence from present-day GPS velocities, *Earth and planetary science letters*, 275, 342-347.
- Walpersdorf, A., Hatzfeld, D., Nankali, H., Tavakoli, F., Nilforoushan, F., Tatar, M., Vernant, P., Chery, J. & Masson, F., 2006- Difference in the GPS deformation pattern of North and Central Zagros, *Geophys. J. Int.* 167, 1077-1088.
- Yassaghi, A., 2006- Integration of Land sat imagery interpretation and geomagnetic data on verification of deep-seated transverse fault lineament in SE Zagros, Iran, *International Journal of Remote Sensing*, 27, 4529-4544.

Structural Analysis of the Southern Segments of the Karehbas Transverse Fault Zone in the South of Firuzabad, Zagros Fold-Thrust Belt

N. Sahabi-Fard ¹, A. Yassaghi ^{2*} & M. Gh. Hassan-Goodarzi ³

¹ M.Sc. Student, Department of Geology, Tabriz University, Tabriz, Iran

² Associate Professor, Department of Geology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

³ Senior, Exploration Directory, National Iranian Oil Company, Tehran, Iran

Received: 2013 April 22

Accepted: 2014 June 11

Abstract

Zagros fold-thrust belt has been crossed by different transverse faults with NNW-SSE trend and dextral mechanism. These faults often show en-echelon geometries on the surface because of presence of detachment layers at base and within the cover sequence. The Karehbas fault is one these faults located in Fars province about 65 km to the east of the Kazerun Fault zone. Presence of the Hormoz salt as a basal detachment and ductile horizons within the sedimentary cover have caused the fault to appear on the surface as several north-northwest-trending en echelon segments. At least six segments have been recognized in northern and southern parts of the Karehbas fault. In this study two southern segments, the Mengharak and Kalagh segments of the Karehbas fault zone to the south of Firuzabad are introduced and their mechanism are analyzed. Riddle and anti-riddle faults and drag folds and terminations are used to analyze the dextral kinematic for both segments. These strike-slip fault segments terminate in thrusts that are sub-parallel to the regional the Surmeh and Kalagh thrusts in the south. These fault terminations are in the hanging-wall of the Surmeh and Kalagh thrusts, and expose formations that are older than those in the hanging-wall of the latter thrusts. Therefore, the Mengharak and Kalagh segments introduced in this study have strike-slip mechanism, and according to this mechanism, their geometry and their structural position in continuation of the northern and central segments of the Karehbas fault, they are introduced as the southern segments of the Karehbas fault. Based on the thrusting of the Asmari Formation over the Bakhtiari Formation in the positive flower structure along the Mengharak segment, the minimum amount of displacement on these fault segments are evaluated equal to the thickness of the Mishan Formation.

Keywords: Structural Analysis, Karehbas fault zone, Thrust termination, Kalagh anticline, Zagros fold-thrust belt.

For Persian Version see pages 181 to 190

*Corresponding author: A. Yassaghi; E-mail: yassaghi@modares.ac.ir