

# بررسی ساختاری پهنه زاگرس بلند با تأکید بر سامانه گسل‌های جنوب خاور کرمانشاه

رامین الیاس زاده<sup>۱</sup> و محمد محجل<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup>دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پایه، گروه زمین‌شناسی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۰۵/۰۵

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۰/۰۷

## چکیده

پهنه زاگرس بلند در بخش جنوب خاوری کرمانشاه، بین دو پهنه رادیولاریتی در شمال خاور و زاگرس چین خورده در جنوب باختر محدود شده است. گسل‌های راندگی و چین‌ها در این منطقه، ساختارهای اصلی در زاگرس بلند را تشکیل می‌دهند. روند این ساختارها شمال باختر- جنوب خاور و هم‌روند با ساختارهای کمربند چین خورده زاگرس است. برای تحلیل دگرریختی این منطقه، چندین برش ساختاری عمود بر روند ساختارهای منطقه پیمایش و رسم شده است. گسل‌های اصلی راندگی، در بعضی جاها به علت جابه‌جایی متفاوت در بخش‌های مختلف با گسل‌های عرضی امتدادلغز بریده می‌شوند. گسل کوه سفید (FA)، حوضه رادیولاریتی را از حوضه زاگرس جدا می‌کند. این گسل در موقع تشکیل حوضه رادیولاریتی، دیواره جنوبی حوضه رادیولاریتی را تشکیل داده است. در موقع بسته شدن حوضه رادیولاریتی در کرتاسه پایانی، گسل کوه سفید به صورت گسل معکوس عمل کرده و مجموعه چین خورده حوضه رادیولاریتی را به سمت جنوب باختر (پیش بوم) رانده است. تشکیل سازند فلپیشی امیران با سن پالئوسن که دارای قطعات رادیولاریتی است این موضوع را تأیید می‌کند. این حادثه احتمالاً منجر به عملکرد سازند گرو به صورت سطح جدایشی در توسعه گسل‌های پهنه زاگرس بلند در این منطقه شده است. گسل‌های انتشار یافته شامل کلیه گسل‌های اصلی در راستای شمال باختر- جنوب خاور است که از گسل (FC) در شمال خاور تا گسل (FI) در جنوب باختر در ارتباط با فعالیت این سطح جدایشی است. به نظر می‌رسد که حوضه زاگرس پس از این زمان به صورت آرام باقی‌مانده و زمانی که برخورد نهایی بین ایران مرکزی و ورق عربی روی می‌دهد، گسل خوردگی و چین خوردگی نیز در سازندهای زاگرس چین خورده شکل می‌گیرد.

**کلیدواژه‌ها:** زاگرس بلند، گسل کوه سفید، کرمانشاه، الگوی ساختاری، سطح جدایشی

\* نویسنده مسئول: محمد محجل

E-mail: Mohajjel@tmu.ac.ir

## ۱- مقدمه

منطقه مورد مطالعه در جنوب خاوری کرمانشاه در زیر پهنه زاگرس بلند واقع شده است (شکل ۱). زاگرس بلند با پهنای ۱۰ تا ۶۵ کیلومتر، به صورت نواری کم‌پهن است که بلندترین بخش‌های کوه‌های زاگرس را تشکیل می‌دهد (Stoeklin, 1968). مرز شمالی این پهنه با راندگی اصلی زاگرس و مرز جنوبی آن با راندگی پیشانی زاگرس بلند بسته می‌شود (شکل ۱). در زاگرس بلند سنگ‌های پرکامبرین پسین تا تریاس میانی که رخساره گندوانایی دارند، دیده می‌شوند و همسان دیگر نواحی ایران هستند ولی سنگ‌های لیاس تا ائوسن آن، با ستبرای نزدیک به ۳۵۰۰ متر تشکیل شده‌اند که همسان با دیگر نواحی ایران نیستند (آقاباتی، ۱۳۷۹).

هدف این پژوهش بررسی ساختار پهنه زاگرس بلند در باختر ایران است. برای این مطالعه برش‌های ساختاری در جنوب خاور کرمانشاه در بخش‌های گوناگون از پهنه زاگرس بلند، میان مرز جنوبی پهنه رادیولاریتی (گسل سفید کوه) و گسل پیشانی زاگرس بلند در بخش جنوبی این منطقه (گسل FI) ارائه شده است. نحوه گسل خوردگی، حضور و موقعیت سطوح جدایشی و ویژگی‌های آنها، هندسه چین‌ها و ساختارهای مرتبط با آنها براساس مشاهدات صحرایی در برش‌های ساختاری ارائه و مورد تحلیل قرار گرفته است.

## ۲- چینه‌شناسی

نهشته‌های موجود در این منطقه با رخساره قاره‌ای تا کم ژرفای دریایی به سن کرتاسه تا ائوسن در شش سازند خلاصه شده که از قدیم به جدید شامل سازندهای زیر است:

### ۲-۱- سازند سروک

بخش پایینی این واحد، شامل سنگ‌آهک‌های روشن تا سفید رنگ، نازک لایه، ریزدانه و رسی همراه با آمونیت‌های کوچک و دوکفه‌ای‌های فراوان است. بخش میانی شامل سنگ‌آهک‌های خاکستری تیره تا قهوه‌ای روشن، سنگ‌آهک‌های دولومیتی و دولومیت، برشی، دانه درشت، ستبر لایه تا توده‌ای، بودار (fetid) و بخش

بالایی این واحد شامل سنگ‌های خاکستری روشن تا سفید رنگ است (سن از آلبین تا تورونین).

### ۲-۲- سازند ایلام

این واحد شامل سنگ‌آهک‌های خاکستری روشن تا تیره و سفید رنگ، ریزدانه، رسی، با لایه‌بندی منظم، نازک تا متوسط لایه، دارای گرهک‌هایی از اکسید آهن سرخ تا قهوه‌ای رنگ و همراه با درون لایه‌های نازکی از شیل‌های تیره رنگ است (سن این واحد از کنیاسین تا کامپانین پیشین).

### ۲-۳- سازند گوری

شامل شیل، مارن و مارل‌ستون‌های خاکستری تیره با درون لایه‌هایی از سنگ‌آهک‌های رسی خاکستری تیره تا روشن، ریزدانه، دارای لایه‌بندی منظم و نازک تا متوسط لایه است. این سازند در طول دگرریختی رفتار شکل‌پذیر داشته است (سن از کامپانین پسین تا مایستریشتین).

### ۲-۴- سازند کرمانشاه

این واحد از سنگ‌آهک‌های خاکستری تا قهوه‌ای روشن، ریزدانه، منظم لایه تا توده‌ای است (سن: سانتونین پایانی تا مایستریشتین).

### ۲-۵- سازند امیران

در بخش شمال نقشه شامل ماسه‌سنگ‌های سبز گلوکونی‌دار با درون لایه‌هایی از شیل‌های سیلتی سبز تیره تا سیاه رنگ است و در بخش جنوبی نقشه شامل شیل‌های سیلتی سبز تا سبز زیتونی با درون لایه‌هایی از سنگ‌آهک رسی (به ستبرای ۱ تا ۲ متر)، سنگ‌آهک ستبر لایه تا توده‌ای، سیلتستون خاکستری، ماسه‌سنگ گلوکونی‌دار و آغشته به اکسید آهن است (سن: مایستریشتین - پالئوسن).

### ۲-۶- سازند کشکان

شامل سنگ رس (Claystone) سیلتستون و ماسه‌سنگ‌های سرخ رنگ با درون لایه‌های کنگلومرا است (سن: پالئوسن - ائوسن میانی).

### ۳- ساختار

برای بررسی ساختارهای منطقه، چندین پیمایش عمود بر روند ساختارها صورت گرفته و ویژگی‌های گسل‌ها و چین‌های برونزده در این برش‌ها برداشت شده‌اند. برش‌های ساختاری بر اساس مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها رسم شده است (شکل ۲). بر روی این برش‌های ساختاری تصاویر مربوط به هر بخش با شماره خود آورده شده است. ابتدا هر کدام از این برش‌ها به طور جداگانه همراه با تصاویر مربوط به آنها مورد بررسی قرار می‌گیرند و سپس ویژگی هندسی و جنبشی گسل‌های اصلی منطقه معرفی می‌شود.

#### ۳-۱. برش‌های ساختاری

**برش ساختاری AA:** در نمای ماهواره‌ای (شکل ۳) موقعیت گسل‌های FA1، FA2، FA10، FC و FD5 دیده می‌شوند. همچنین بر روی این نما موقعیت برش ساختاری AA و موقعیت نمای شماره ۱ نشان داده شده است. در برش ساختاری AA گسل FC که لایه‌های سازند امیران را بریده، دیده می‌شود. این گسل در برش ساختاری CC سازند ایلام را بر روی سازند کرمانشاه قرار داده است. گسل FD5 یک گسل میان لایه‌ای است که در مرز بخش میانی و بخش بالایی سازند سروک تشکیل شده است. گسل FD1 بخش زیرین و میانی سازند سروک را بر روی سازند ایلام و گورپی رانده است. در مرز میان چین‌های برگشته سازند ایلام و بخش زیرین و میانی سازند سروک بخشی وجود دارد که لایه‌ها خردشدگی بیشتری را نشان می‌دهند و در این خردشدگی‌ها سازند سروک و سازند ایلام هر دو دیده می‌شوند که با واژه ایلام - سروک (il-sv) معرفی شده است. بر روی این برش ساختاری موقعیت برش ساختاری BB، دیده می‌شود. در نمای شماره ۱ از شکل ۴ موقعیت گسل کوه سفید (از گسل FA1 تا گسل FA2) و پهنه برشی آن دیده می‌شود. گسل FA2 در این ناحیه حرکت شیبی محض و بدون مؤلفه امتدادلغز نشان می‌دهد که مقدار شیب اندازه‌گیری شده برای این گسل در محل FA2، برابر 55/240E است (شکل ۴ نمای شماره ۳). با توجه به این که شیب اندازه‌گیری شده از پهنه برشی گسل FA برابر ۳۰ درجه است.

در نمای شماره ۱ و ۲ از شکل ۴ موقعیت گسل FC دیده می‌شود که سازند امیران را بریده و این سازند در دو طرف این گسل شیب‌های متفاوتی نشان می‌دهد. ادامه این گسل در این بخش به علت پوشیده بودن قابل تشخیص نیست اما به سمت جنوب خاوری همین گسل در برش ساختاری CC دیده می‌شود.

**برش ساختاری BB:** این برش ساختاری موازی برش ساختاری AA رسم شده (موقعیت آن در شکل ۳ نشان داده شده است). این برش ساختارها را با جزئیات بیشتر نشان می‌دهد. در این برش ساختاری از سمت B' به سمت B به ترتیب گسل FD4، FD1 و FD3 دیده می‌شوند که این گسل‌ها بخش بالایی سازند سروک را بالا آورده‌اند و از نوع گسل‌های میان لایه‌ای هستند و از مرز بخش بالایی سازند سروک یا بخش میانی منشأ گرفته‌اند. در نقشه زمین‌شناسی و در برش ساختاری EE موقعیت این گسل‌ها بهتر نشان داده شده است. این گسل‌ها به سمت شمال باختری به گسل امتداد لغز FS1 می‌رسند. پس از این گسل‌ها، گسل FD1 دیده می‌شود که این گسل در سمت جنوب خاوری جابه‌جایی بیشتری نسبت به این بخش داشته است (شکل ۲). گسل جنوب آن گسل FE2 است. این گسل سازند ایلام را بر روی سازند گورپی قرار داده است. جنوب این گسل، تاقدیس سازند ایلام دیده می‌شود که به صورت برگشته در فرا دیواره گسل FE1 تشکیل شده است.

حرکت و راندگی گسل FE1 باعث شده تا سازند ایلام بر روی آن چین خورده و به حالت تاقدیس برگشته در آید. در شکل ۶ تاقدیس‌های تشکیل شده در فرا دیواره گسل FE1 نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود، این چین‌ها از نوع چین‌های جناغی منظم هستند و در این چین‌ها ساختارهای Balbos hinge structure دیده می‌شوند که به دلیل لغزش لایه‌ها بر روی همدیگر

این ساختارها شکل گرفته‌اند.

**برش ساختاری CC:** این برش ساختاری در حدود ۱۲ کیلومتر طول دارد که در امتداد رودخانه گاماسی آو تهیه شده است. در این برش ساختاری به ترتیب از سمت E' به سمت E ساختارهای زیر دیده می‌شوند.

ابتدا پهنه برشی FA قرار دارد که رادیولاریت‌ها و سنگ‌های آهکی تریاس-ژوراسیک را بر روی سازند امیران رانده است. شیب اندازه‌گیری شده از لایه‌های آهکی که گسل FA2 آنها را بالا آورده است، ۵۰ درجه به سمت شمال خاوری نشان می‌دهند. نمای شماره ۲ از شکل ۶، محل لولایی ریز چین سازند سروک و گسل‌های اطراف آن را نشان می‌دهد دو گسل بین لایه‌ای در ریز چین‌های بخش بالایی سازند سروک تشکیل شده که یکی از این گسل‌ها رشد بیشتری پیدا کرده و لایه‌ها را جابه‌جا کرده است. نمای شماره ۳ از شکل ۶ که از محل گسل FB تهیه شده است، نحوه گسل خوردگی در بخش بالایی سازند سروک را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود در بخش بالایی سازند سروک دو گسل شکل گرفته است که یکی از این گسل‌ها رشد پیدا کرده اما دیگری نتوانسته زیاد رشد کند. دلیل تشکیل این گسل‌ها سبب لایه بودن بخش بالایی سازند سروک و وجود لایه شیلی در مرز بخش بالایی و میانی سازند سروک است که زمینه را برای گسل خوردگی فراهم می‌کند. بخش‌هایی که سبب لایه هستند و استحکام بالایی دارند نتوانسته‌اند همراه دیگر سازندها چین بخورند در نتیجه گسل‌هایی در محل لولای چین‌ها شکل می‌گیرند و تنش وارد شده را با گسل خوردگی پاسخ می‌دهند. در نمای شماره ۴ از برش ساختاری، موقعیت لایه‌های سازند کرمانشاه و ایلام نسبت به یکدیگر و همچنین گسل‌های FB و FC نشان داده شده است. مقدار شیب اندازه‌گیری شده برای گسل FC در حدود ۷۰ درجه به سمت شمال خاوری است. در شکل ۷ موقعیت نمای شماره ۱۵ از برش ساختاری نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود بخش بالایی سازند سروک چندین بار در اثر گسل‌های مختلف بریده شده و بر روی هم‌رانده شده است که در نهایت باعث افزایش سبب برای بخش بالایی سازند سروک در این بخش شده است. مقدار اندازه‌گیری که از شیب این گسل صورت گرفته برای گسل FD3 حدود ۶۵ درجه به سمت شمال خاوری است، که برای بخش‌های (FD4) FD5 بیشتر، و برای بخش‌های FD2 و FD1 کمتر از این مقدار است.

**برش ساختاری DD:** برای بررسی بهتر برش ساختاری CC این برش ساختاری تهیه شده است تا موقعیت گسل‌ها و چین‌ها را در محل برش ساختاری DD در شکل ۷ بهتر نشان دهد. در شکل ۸ برش ساختاری DD نشان داده شده است. در این برش ساختاری موقعیت گسل‌های FE1 و FE2 و همچنین گسل FG1 نشان داده شده است. در شکل ۱۱ موقعیت نمای الف از برش ساختاری DD نشان داده شده است. در این نما موقعیت گسل FE1 و گسل‌هایی که از این گسل جدا شده‌اند، و همچنین برگشتگی و نوع چین خوردگی در سازند گورپی به طور آشکار دیده می‌شود. این چین‌ها از نوع چین‌های رود‌های هستند که به دلیل سبب برای زیاد شیل، تشکیل شده‌اند. صفحات S و C که از عدسی‌های موجود در پهنه برشی گسل FE1 برداشت شده است، شیب گسل را در حدود ۳۰ درجه نشان می‌دهد که حالت شیب لغز محض هستند اما به سمت جنوب باختری شیب این گسل کم شده و حتی شیب در جهت مخالف پیدا می‌کند و دوباره در نزدیکی گسل FE2 این گسل به سمت شمال خاوری شیب پیدا کرده و شیب آن بیشتر می‌شود. پهنه برشی این گسل نسبت به بقیه گسل‌هایی که در منطقه است، خیلی بیشتر است و دلیل این امر نیز به لایه‌های شیلی گورپی مربوط می‌شود. چون در سازندهایی که لایه‌ها از جنس سخت هستند، پهنه برشی که گسل‌ها را تشکیل می‌دهند بسیار کوچک بوده، اما در لایه‌های نرم که در

این گسل، FA1 و مرز جنوب باختری آن FA2 است. گسل FA1 پهنه خردشده گسل FA را از رادیولاریت‌های چین‌خورده جدا می‌کند (شکل ۳ و ۴) و گسل FA2 این پهنه برشی را از سازندهای زاگرس برجا جدا می‌کند. این گسل موجب رانده شدن آهک‌های چرت‌دار با درون لایه‌های رادیولاریتی (آهک‌های تریاس- ژوراسیک) بر روی نهشته‌های زاگرس بلند شده است (شکل ۳، ۴، ۷ و نمای الف از شکل ۸).  
**گسل FB (FB1 و FB2) و گسل FC:** گسل FB از جمله گسل‌های میان لایه‌ای است که در مرز بخش بالایی سازند سروک با بخش میانی آن تشکیل شده است. طول این گسل در حدود ۵ کیلومتر است که در سمت شمال باختری به گسل FA و در سمت جنوب خاوری در زیر لایه‌های سازند ایلام قرار می‌گیرد. شیب گسل FB1 حدود ۴۰ درجه به سمت شمال خاوری و شیب گسل FB2 حدود ۷۵ درجه به سمت جنوب باختری است. جابه‌جایی گسل FB1 بیشتر از FB2 است (شکل ۲، ۵ و شکل ۶ نمای شماره ۱ و ۲). گسل FC در حدود ۱۰ کیلومتر طول دارد و از دو طرف به گسل FA می‌رسد. شیب این گسل حدود ۷۰ درجه به سمت شمال خاوری است. این گسل در برش ساختاری AA' سازند امیران را بریده و جابه‌جا کرده است در حالی که در برش ساختاری CC' سازند ایلام را بر روی سازند کرمانشاه قرار داده است. (شکل ۲، ۵ و شکل ۶ نمای شماره ۴).  
**گسل‌های FD2، FD3، FD4، FD5:** این گسل‌ها از جمله گسل‌های بین لایه‌ای هستند که از بخش بالایی سازند سروک منشأ گرفته‌اند و حدود ۲۵ کیلومتر طول دارند که از دو طرف شمال باختری و جنوب خاوری توسط لایه‌های سازند ایلام پوشیده می‌شوند. شیب این گسل‌ها به سمت شمال خاوری بوده و از سمت گسل FD5 به سمت گسل FD2 کمتر می‌شود. گسل‌های FD4 و FD5 در سمت شمال باختری توسط گسل امتداد لغز FS1 بریده می‌شوند و ادامه این گسل‌ها در سمت شمال باختری دیده نمی‌شود (شکل ۲، ۳ و ۵).

**گسل FD1:** این گسل سازند سروک را بر روی سازند ایلام و گورپی رانده است. شیب این گسل به سمت شمال خاوری است. که از دو طرف شمال باختری و جنوب خاوری به گسل FA می‌رسد. این گسل در بخش‌های مختلف جابه‌جایی‌های متفاوت نشان می‌دهد و جابه‌جایی متفاوت در بخش‌های مختلف آن باعث تشکیل گسل‌های امتداد لغز شده است (شکل ۲، ۳ و ۵).

**گسل FE2:** این گسل حدود ۷ کیلومتر طول دارد و شیب آن نیز حدود ۷۰ درجه به سمت شمال خاوری است. این گسل یک گسل جوان‌تر است که از گسل FE1 جدا شده است (شکل ۲، ۵، ۸ و نمای ب از شکل ۱۰).

**گسل FE1:** این گسل در بخش‌های رخنمون یافته، حدود ۱۵ کیلومتر طول دارد و سازند ایلام را بر روی سازند گورپی رانده و شیب آن به سمت شمال خاوری است. شیب آن در بخش‌های مختلف فرق می‌کند به طوری که شیب آن حتی در بعضی بخش‌ها خیلی کمتر می‌شود و به حالت موازی می‌رسد حتی در بعضی بخش‌ها شیب آن بر عکس شیب پیشین شده و به سمت جنوب باختری است. در ادامه این گسل در سمت شمال باختری توسط رسوبات کواترنری پوشیده می‌شود (شکل ۲، ۳، ۵، ۸ و ۹).  
**گسل FGI:** این گسل سازند ایلام را بر روی سازند گورپی رانده است. طول این گسل در بخش‌هایی که رخنمون دارد، حدود ۳۰ کیلومتر است و به احتمال زیاد این گسل نیز به سمت شمال باختری گسترش دارد و توسط رسوبات کواترنری پوشیده شده است. شیب این گسل در بخش‌های جنوب خاوری حدود ۶۰ درجه به سمت شمال خاوری است که به سمت شمال باختری شیب آن بیشتر می‌شود. این گسل در سمت شمال باختری توسط رسوبات پوشیده شده است و ادامه آن مشخص نیست (شکل ۲، ۵، نمای ج از شکل ۸ و شکل ۱۲).

**گسل FG2:** طول این گسل حدود ۱۰ کیلومتر است که از سمت شمال باختری و جنوب خاوری به گسل FGI می‌رسد که لایه‌های سازند ایلام را بریده و جابه‌جا کرده است. شیب این گسل حدود ۴۵ درجه به سمت شمال خاوری است. این گسل

اینجا سازند گورپی است پهنه برشی وسیع‌تری تشکیل می‌شود (شکل ۱۱- الف و شکل ۹) در نمای شماره ۱ از شکل ۸ سازند گورپی و ایلام نشان داده شده است که بخشی از سازند ایلام نیز در پهنه برشی FE1 قرار گرفته است.

در نمای ب از برش ساختاری (شکل ۱۱- ب) گسل FE2 نشان داده شده است. همان طور که در شکل نیز مشخص است این گسل شیب زیادی دارد و شیب آن حدود ۷۰ درجه به سمت شمال خاوری است. در نمای شماره ۲، پهنه خرد شده این گسل نشان داده شده است. در نمای الف از شکل ۹ و ۱۰ نمای ب از شکل ۱۱ برگشتگی لایه‌ها در سازند ایلام دیده می‌شوند که این چین‌ها در واقع تاقدیس فرادیواره‌ای هستند و در فرادیواره گسل FE2 تشکیل شده‌اند. به سمت شمال خاوری چندین گسل که با این گسل در یک امتداد هستند وجود دارند اما این گسل از همه آنها بزرگ‌تر بوده و پهنای برشی وسیع‌تری دارد. در نمای ج از شکل ۱۱ گسل FG1 سازند ایلام را بریده و بر روی سازند گورپی قرار داده است.

**برش ساختاری EE:** همان طور که در نقشه زمین‌شناسی دیده می‌شود (شکل ۲، برش ساختاری EE)، برش ساختاری دیگری در بخش خاوری این برش و کم و بیش موازی آن نشان داده شده است که با توجه به این که ساختارها در هر دو برش در امتداد هم هستند و زیاد با هم فرق نمی‌کنند در نتیجه در این بخش فقط برش باختری (شکل ۲، برش ساختاری EE) ارائه شده ولی از عکس‌های مربوط به برش ساختاری خاوری نیز استفاده شده است (نماهای ۲ و ۳). نمای شماره ۴ از جنوب خاوری برش است که موقعیت آن در این نقشه نمی‌افتد. نمای شماره ۱ از برش ساختاری موجود در شمال خاوری روستای سرآب فیروز آباد گرفته شده است. در این نما گسل FH، سازند سروک را بر روی سازند ایلام رانده است، اما مرز ایلام با لایه‌های زیرین خود تدریجی است. به سمت جنوب خاوری، لایه‌های سازند ایلام از بین رفته و فقط سازند سروک رخنمون دارد.

در شکل ۱۲ نمای شماره ۲ از برش ساختاری EE دیده می‌شود. همان طور که در شکل دیده می‌شود، در آن بخش چین‌های برگشته سازند سروک نشان داده شده است که شیب صفحه محوری این تاقدیس برگشته و به سمت شمال خاوری است. این تاقدیس نیز در محل فرادیواره گسل FI دیده می‌شوند و به سمت شمال خاوری لایه‌بندی منظم‌تر شده و تعداد چین‌ها کمتر می‌شوند. در نمای شماره ۳ از برش ساختاری (شکل ۱۲)، موقعیت FI و نحوه چین‌خوردگی در سازند امیران را نشان می‌دهد. در این نما گسل FI سازند ایلام را بر روی سازند امیران رانده است. به سمت جنوب خاوری، بالآمدگی گسل FI بیشتر بوده و سازند سروک بر روی سازند امیران رانده شده است. همان طور که از شکل نیز مشخص است چین‌خوردگی در سازند امیران از نوع موازی و رده 2B است.

### ۳-۲. گسل‌ها در برش‌های ساختاری

از سمت شمال خاوری به سمت جنوب باختری و در امتداد برش‌های ساختاری CC و FF' به ترتیب گسل‌های FA1، FA2، FB1، FB2، FC، FD5، FD4، FD3، FD2، FD1، FE2، FE1، FG1، FH عمل کرده‌اند (شکل ۲).

گسل‌های امتداد لغز و نرمال در منطقه توسعه چندانی ندارند و گسل‌های امتداد لغز تنها در بعضی جاها به دلیل جابه‌جایی متفاوت در بخش‌های مختلف گسل‌های رانده، این گسل‌ها تشکیل شده‌اند (مانند گسل FS1). گسل‌های نرمال نیز به دلیل لغزش لایه‌ها از ارتفاعات تشکیل شده‌اند (مانند گسل FN1).

**گسل کوه سفید یا FA (FA1 و FA2):** این گسل در تمام منطقه مورد بررسی در جهت NW-SE امتداد دارد. و دارای پهنه برشی بیش از ۱۰۰۰ متر است که در بخش‌های مختلف سبزی این پهنه برشی فرق می‌کند. در نقشه مغناطیس‌سنجی هوایی منطقه (Yousefi & Friedberg, 1978) نیز اثر این گسل قابل دیدن است. مرز شمال خاوری

بخش زیرین و یا شیب زیاد گسل‌ها متوقف می‌شود، در مرز میان بخش میانی و بالایی، گسل میان لایه‌ای تشکیل می‌شود تا با کوتاه‌شدگی به تنش فشاری پاسخ داده شود. بیشتر تاقدیس‌های برگشته در فرادپواره گسل‌ها، و ناودیس‌ها در فرودپواره آنها قرار دارند و این نشان می‌دهد که این چین‌ها در ارتباط با گسل‌ها بوده و همزمان با گسل‌ها تشکیل شده‌اند. گسل‌هایی که در مرز لایه‌های با جنس سخت‌تر (مثل آهک) تشکیل شده‌اند حتی اگر جابه‌جایی بیشتری هم داشته باشند، پهنه برشی کوچک‌تری دارند. در حالی که گسل‌های تشکیل شده در مرز لایه‌های سست و سخت، پهنه برشی بزرگ‌تری دارند که این در مورد گسل FE1 و FD1 به خوبی دیده می‌شود. به طوری که گسل FE1 با این که جابه‌جایی خیلی زیادی ندارد اما پهنه برشی وسیع‌تری را به دلیل وجود سازند شیلی گورپی در مرز گسل ایجاد کرده است در حالی که گسل FD1 با این که جابه‌جایی زیادتری نسبت به گسل FE1 دارد، پهنه خرد شده کمتری دارد.

همان‌گونه که در برش‌های ساختاری از پهنه زاگرس بلند در جنوب خاور کرمانشاه دیده می‌شود، نهشته‌های سنوزویک در پهنه زاگرس بلند وجود ندارد و در بخش جنوب باختر گسل FI محدود می‌شوند. این موضوع نشان می‌دهد که حادثه زمین‌ساختی برخورد در کر تاسه پسین - پالتوسن مجموعه نهشته‌های پهنه رادیولاریتی و زاگرس بلند را متأثر ساخته و گسل‌های راندگی و چین‌ها ایجاد شده‌اند. اما مجموعه نهشته‌ها در بخش پیش‌بوم از گسل FI به سمت جنوب باختر (زاگرس چین خورده) در زمانی جوان‌تر، بیشتر به صورت چین‌های (detachment) چین خورده‌اند. تفاوت الگوی دگرریختی این دو پهنه می‌تواند نتیجه این موضوع باشد.

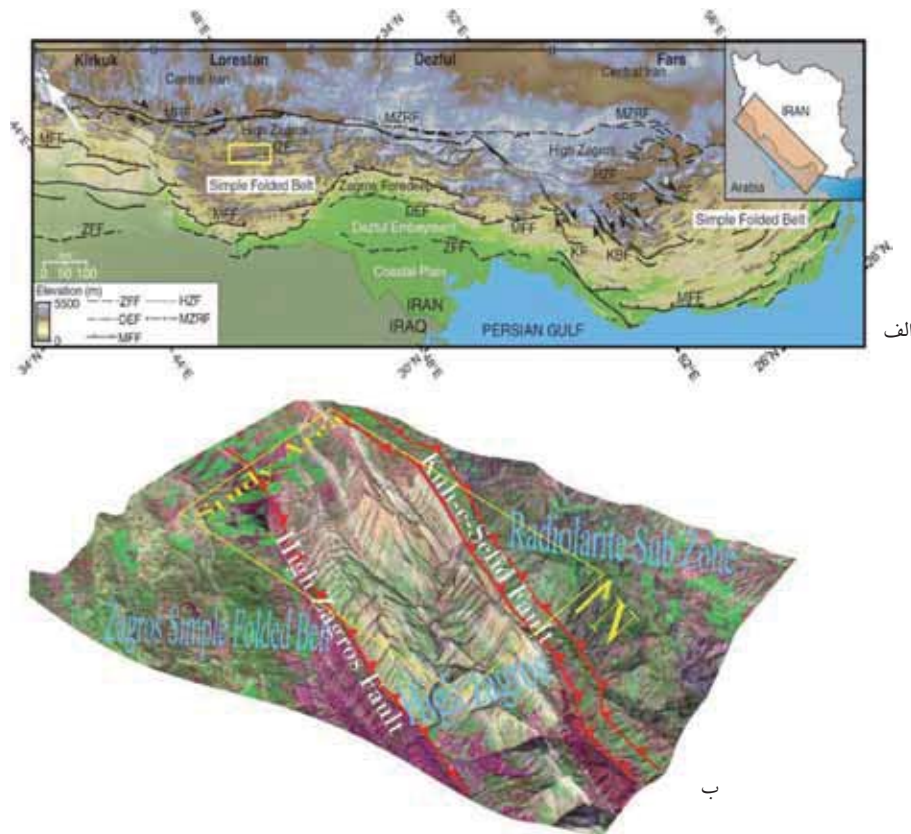
به احتمال زیاد از شاخه‌های گسل FGI است (شکل ۲).

**گسل FH:** این گسل حدود ۵۵ درجه به سمت شمال خاوری شیب دارد که سازند سروک را بر روی سازند ایلام رانده است در سمت شمال باختری این گسل توسط رسوبات کواترنری پوشیده می‌شود (شکل ۱۱ و نمای ۱ از شکل ۱۲).

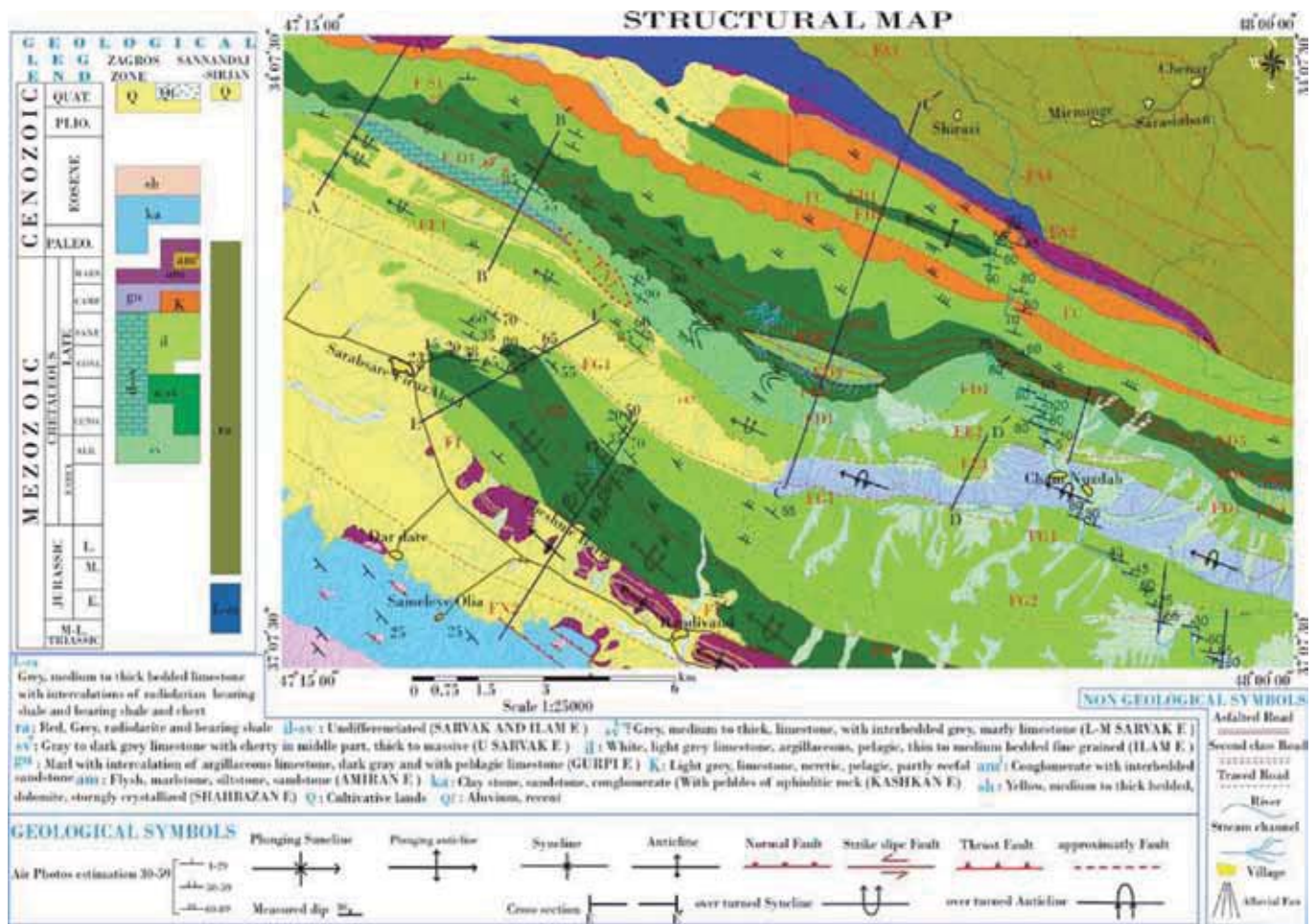
**گسل FI:** این گسل آخرین گسل از گسل‌های موجود در زاگرس بلند است که سازندهای سروک و ایلام را بر روی سازند امیران رانده است.

#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

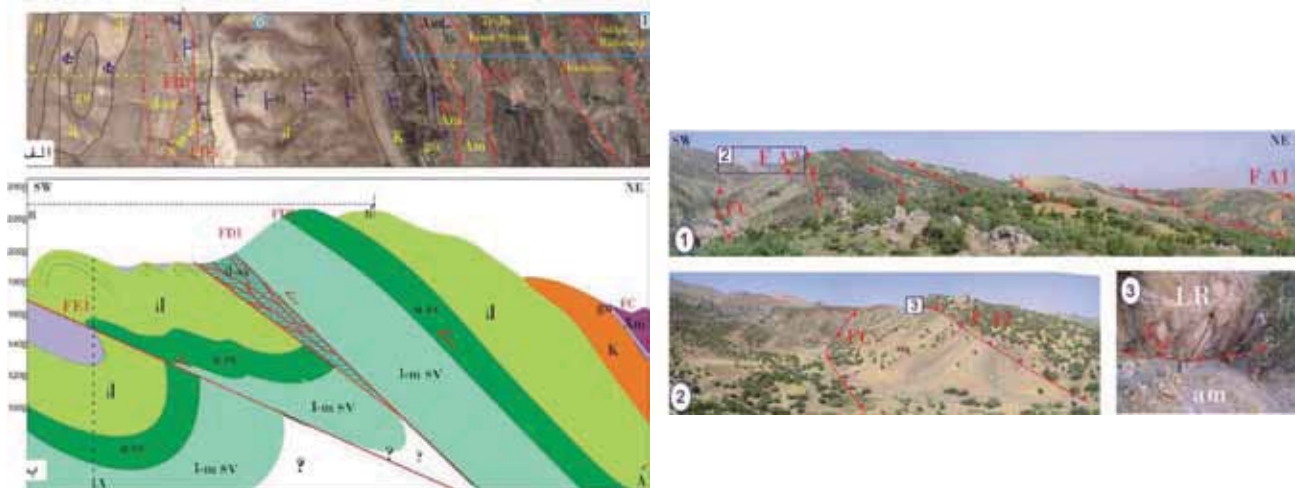
با توجه به این که در نقشه مغناطیس هوایی (Yousefi & Friedberg, 1978)، گسل کوه سفید (FA) دیده می‌شود، و از طرفی این گسل سنگ‌های قدیمی (تریاس - ژوراسیک) را از ژرفای زیادتر بالا آورده است، می‌توان نتیجه گرفت که گسل کوه سفید از ژرفای زیاد منشأ گرفته و یک گسل ژرف است. گسل FD1 در بخش‌های مختلف، جابه‌جایی متفاوتی دارد. همان‌طور که در شکل ۲ تا ۵ دیده می‌شود، در بخش‌هایی که جابه‌جایی این گسل بیشتر بوده گسل‌های بین لایه‌ای در داخل سازند سروک تشکیل نشده است، اما به‌جای آن لایه‌های سازند ایلام و سروک در مرز این گسل، به دلیل جابه‌جایی بیشتر، خردشدگی بیشتری را نشان می‌دهند. همان‌گونه که در برش ساختاری AA' دیده می‌شود، پهنای پهنه خرد شده خیلی بیشتر است و به سمت جنوب خاوری و در برش ساختاری CC' که گسل‌های بین لایه‌ای تشکیل شده است، پهنای پهنه خرد شده کمتر می‌شود. سازند سروک از سه بخش زیرین، میانی و بالایی تشکیل شده است که مرز میان بخش زیرین و میانی مستعد گسل خوردگی است و در بخش‌های مختلف که ادامه کوتاه‌شدگی به دلایل اصطکاک



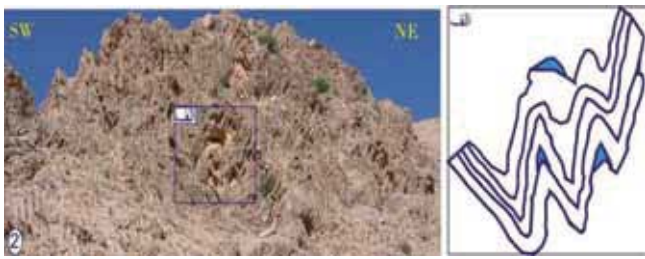
شکل ۱- الف) نمای توپوگرافی که در آن موقعیت زاگرس بلند (High Zagros) نسبت به ایران مرکزی (Central Iran)، گسل اصلی جوان زاگرس (MZRF)، زاگرس چین خورده (Simple Folded Belt) آورده شده است. ب) تصویر ماهواره‌ای LANDSAT TM. موقعیت محدوده مطالعاتی بر روی آن نشان داده شده است. در این نما موقعیت زاگرس بلند (High Zagros)، گسل زاگرس بلند (High Zagros Fault) و گسل کوه سفید (Kuh-e-Sefid Fault) همچنین جایگاه سنگ‌های رادیولاریتی و پهنه زاگرس ساده چین خورده (Zagros Simple Folded belt) نشان داده شده است.



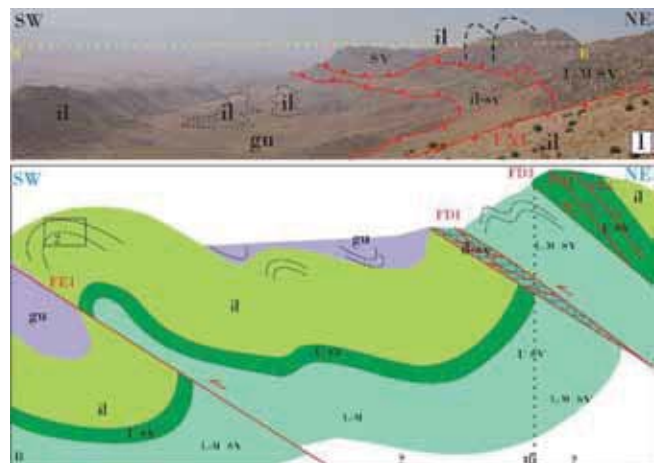
شکل ۲- نقشه ساختاری منطقه جنوب خاور کرمانشاه که گسل‌ها و چین‌های بزرگ مقیاس بر روی آن پیاده شده و محل برش‌های ساختاری نشان داده شده‌اند. برای اطلاعات بیشتر به توضیح زیر نقشه مراجعه کنید. (تلفیق دو نقشه ۱:۲۵۰۰۰ سامله و میرمینگه، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور).



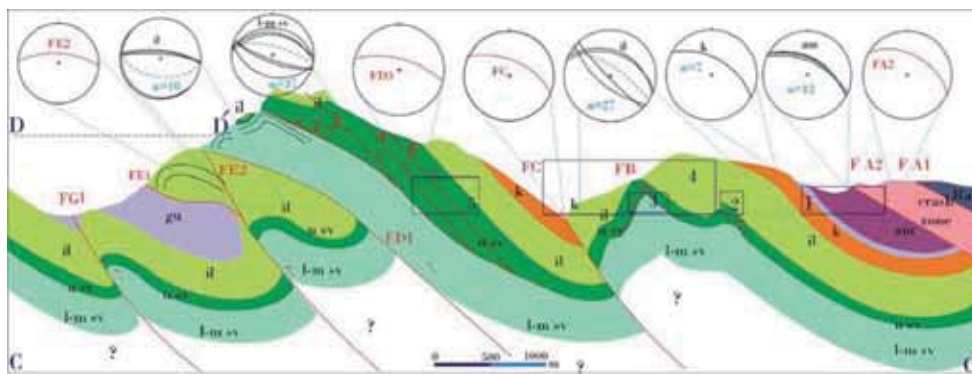
شکل ۳- الف) تصویر ماهواره‌ای بخشی از منطقه مورد مطالعه که برش ساختاری AA' از آن عبور می‌کند. موقعیت نمای شماره ۱ در قسمت بالا سمت راست مشخص شده است. ب) برش ساختاری AA' و موقعیت گسل‌های FD1، FD5، FC و FE1. تصاویر ۱ تا ۳ در بخش پایین جزئیات ساختار در برش بالا را نشان می‌دهند.



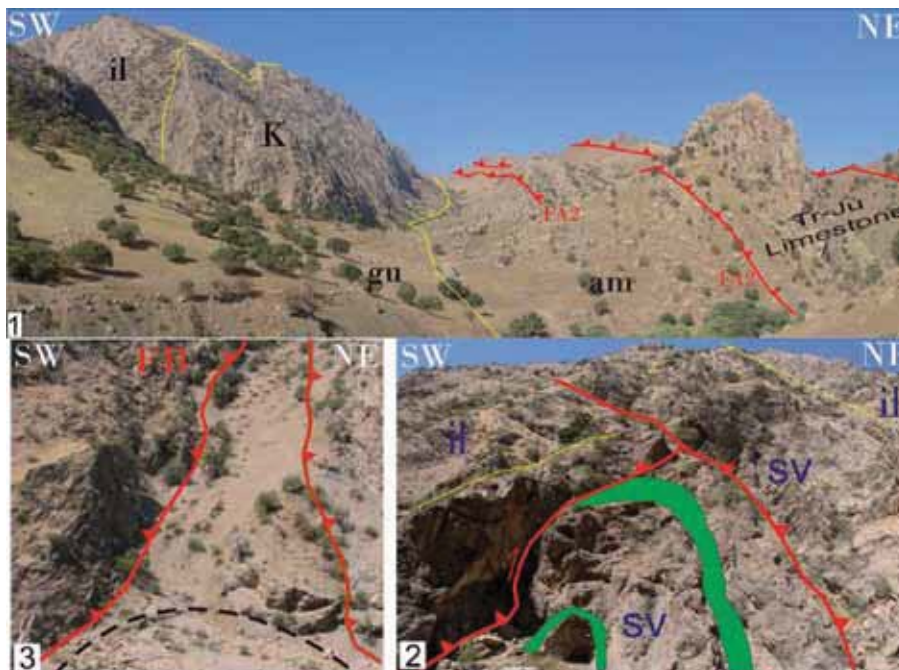
شکل ۵- چین خوردگی در سازند ایلام که در فرا دیواره گسل FE1 تشکیل شده‌اند. موقعیت آن در شکل ۴ نشان داده شده است



شکل ۴- برش ساختاری BB' و موقعیت گسل‌های FE1 و FD5، FD4، FD3، FD1



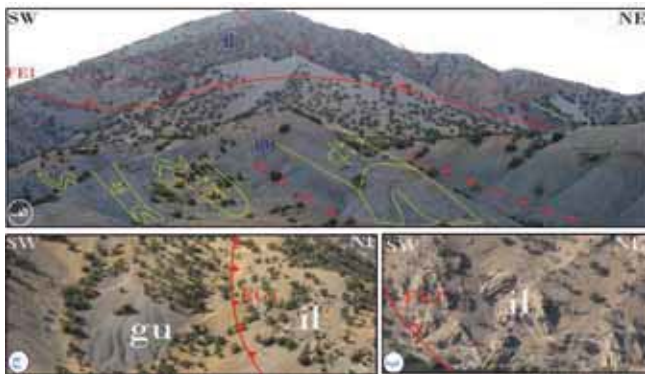
شکل ۶- برش ساختاری CC' و موقعیت گسل‌های FE1، FE2، FD5، FG1 و FD1، FB، FC، FA1، FA2



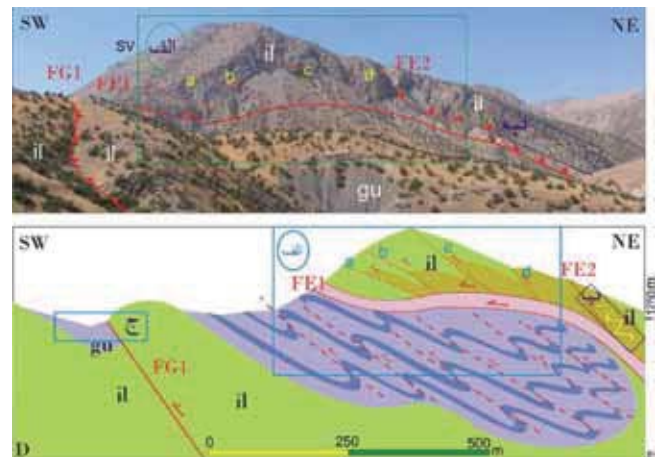
شکل ۷- موقعیت تصویر ۱، ۲ و ۳ از برش ساختاری CC'



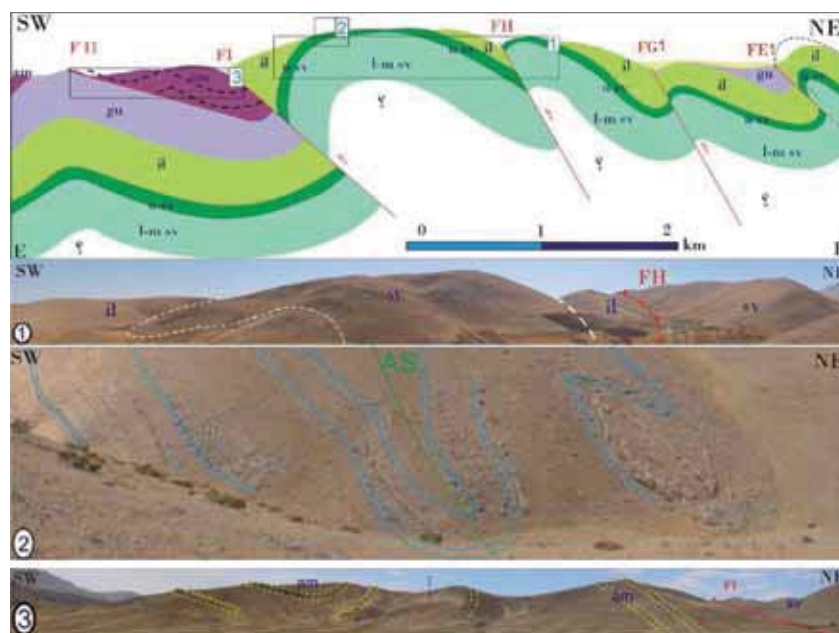
شکل ۸- موقعیت نماهای ۴ و ۵ از برش ساختاری CC'



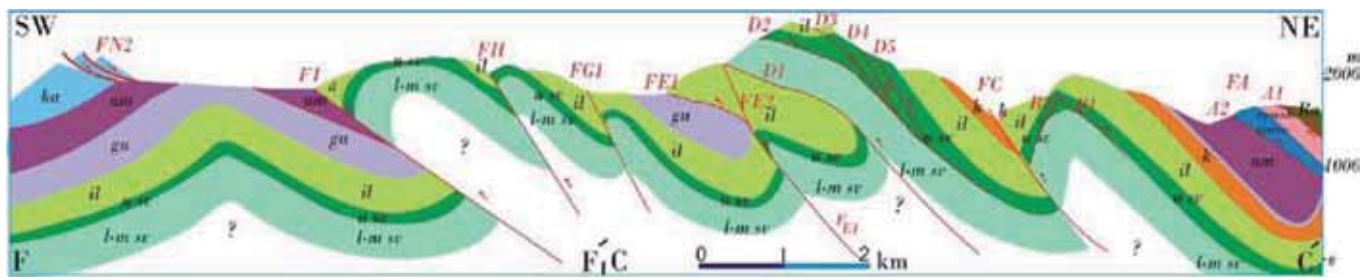
شکل ۱۰- موقعیت تصویر الف، ب و ج از برش ساختاری DD'



شکل ۹- برش ساختاری DD' و موقعیت گسل‌های FE1، FE2 و FG1



شکل ۱۱- برش ساختاری EE' و موقعیت گسل‌های FI، FH، FG1، FE1. و نماهای ۱، ۲ و ۳ در این برش.



شکل ۱۲- برش ساختاری F'F' و CC'

### کتابنگاری

آقاباتی، ع.، ۱۳۷۹- پهنه‌های رسوبی- ساختاری عمده ایران. تهران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

### References

- Sto'cklin, J., 1968- Structural history and tectonics of Iran; a review. American Association of Petroleum Geologists Bulletin 52, 1229-1258.  
 Yousefi, E., Friedberg, J. L., 1978- Aeromagnetic map of Iran, quadrangle. No.c6. Kermanshah.



## Structural Style of High Zagros Zone Based on Thrust Fault System in Southeast Kermanshah

R. Elyaszadeh<sup>1</sup> & M. Mohajjel<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Geology, Faculty of Basic Science, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Received: 2008 December 27

Accepted: 2009 July 27

### Abstract

The High Zagros zone in southeast Kermanshah is bordered between two Radiolarite and Zagros Fold Belt and consist of abundant NW-SE trending thrust faults and folds sub-parallel to Zagros fold belt. Several structural cross-sections were prepared in NE-SW direction perpendicular to the trend of the structures. Main thrusts were cut by some local strike-slip faults due to difference in their displacement. The Kohsefid thrust fault (FA) is one of the main thrusts that divide the northern Radiolarite zone from the High Zagros Zone. This fault is limiting the southern boundary of the Radiolarite zone. It displaced as a reverse fault during contraction tectonic in Late Cretaceous. The flysh facies of Amiran formation in Zagros Fold Belt with Paleocene age contain radiolarite fragments and confirms this event. It seems that the Garo Formation plays a detachment surface role for these thrusts in the High Zagros zone. The foreland in Zagros, commenced to deform by thrusting and folding in Late Cretaceous in the High Zagros zone and by later collision of the Arabian plate with the Iranian plate, rock units in the Zagros Fold Belt were deformed.

**Keywords:** High Zagros, Kohsefid fault, Kermanshah, Structural style, Detachment

For Persian Version see pages 61 to 68

\* Corresponding author: M.Mohajjel; E-mail: Mohajjel@tmu.ac.ir

## Petrogenesis of Southern Amlash Alkaline Rocks in the South Caspian Sea, North of Iran

F. Zaeimnia<sup>1</sup>, A. Kananian<sup>1\*</sup> & M. Salavaty<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Geology, College of Science, Tehran University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Department of Geology, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Lahijan, Iran

Received: 2008 August 25

Accepted: 2009 August 10

### Abstract

South Amlash alkaline rocks, located in south of Caspian Sea, occur like small and discrete bodies within the Cretaceous igneous rock association which is a small part of Gorgan-Rasht tectonic zone. These rocks crop out as large-volume pillow lavas and homogeneous fine- to coarse- grained gabbros and are essentially composed of Clinopyroxene (augite), plagioclase and relatively abundant small apatite needles. Geochemical data clearly identifies an enrichment of LREE and positive anomalies of Nb and Ti suggesting an intra-plate ocean island (OIB) tectonic setting. Considering the LREE/HREE ratio and some of other incompatible element contents, it seems that the alkaline rocks are probably derived from a garnet lehrzolit mantle.

**Keywords:** Alkaline Rocks, Ocean Island, Garnet Lehrzolit, Amlash, Caspian Sea

For Persian Version see pages 69 to 78

\* Corresponding author: A. Kananian; E-mail: kananian@khayam.ut.ac.ir