

# تکامل زمانی گسل‌های منطقه زیاران در جنوب غربی البرز مرکزی

جاوید قنبرپور ممقانی<sup>۱</sup> و علی یساقی<sup>(۲)\*</sup>

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد تکتونیک گروه زمین‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲. دانشیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۵

تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۱۳

## چکیده

منطقه زیاران در جنوب غرب رشته کوه البرز (شمال ایران) قرار داشته و به دلیل قرار گرفتن در ادامه غربی گسل مشاء و طالقان و همچنین داشتن توالی از واحدهای پالئوزوییک تا ترشیری محل مناسبی در بررسی تکامل ساختاری جنوب البرز مرکزی محسوب می‌شود. این منطقه به وسیله گسل طالقان از جنوب، گسل تکیه از شرق و گسل اهورک (ادامه غربی گسل شمال قزوین) از شمال محدود شده است. در این مقاله تحلیل جنبشی این گسل‌ها و ساختارهای موجود در حد فاصل آن‌ها ارائه شده و سعی شده تا با توجه به ارتباط زمانی بین ساختارهای موجود با فازهای دگرشکلی حاکم بر این منطقه تکامل زمانی ساختاری برای جنوب غرب البرز مرکزی ارائه شود. داده‌های بدست آمده از تحلیل گسل طالقان بیانگر پی‌سنجی بودن این گسل و تکامل آن در خلال وارون‌شدگی یک گسل نرمال اولیه حداقل پس از کرتاسه پایانی و در اثر یک فاز فشارشی شمالی - جنوبی است. این وارون‌شدگی باعث رانده شدن مجموعه‌های پالئوزوییک و مزوزوییک بر روی واحدهای ائوسن شده است. در میوسن برخورد نهائی صفحه عربی و ایران مرکزی در راستای شمال - شمال شرق به صورت مایل صورت گرفته است که در نتیجه آن توسعه گسل‌های معکوس با روند شمال غرب - جنوب شرق مانند گسل تکیه شده است. این تغییر روند باعث تغییر در سازوکار گسل‌های اصلی منطقه چون تغییر سازوکار معکوس گسل طالقان به حرکت راستالغز چپ گرد و گسل اهورک به راستالغز راست گرد شده است. ادامه این حرکت در پلیوسن که با حرکت پوسته خزر به سمت جنوب - جنوب غرب همراه بوده است و موجب زمین‌ساخت ترافشارش چپ گرد در البرز شده که با تجدید فعالیت گسل‌های پی‌سنجی همراه بوده و موجب تشکیل گسل‌های کوچک‌تر در داخل منطقه مورد مطالعه و از نوع ریدل<sup>۱</sup> شده است.

**واژه‌های کلیدی:** منطقه زیاران، گسل طالقان، گسل اهورک، گسل تکیه، زمین‌ساخت وارون، ترافشارش چپ‌گرد

## مقدمه

پیدا کرده و جدایش معکوس از خود نشان می‌دهند، ولی برخی از آن‌ها جدایش نرمال دارند که نشان‌دهنده سیستم ترافشارشی است. (Allen et al. (2003) بر این باور هستند که تغییر شکل در البرز به صورت کوتاه‌شدگی مایل بوده و سبب تجزیه استرین به دو مولفه امتداد لغز چپ بر به موازی رشته کوه و راندگی عمود بر آن شده است. این تغییر شکل را نیز نتیجه برخورد

رشته کوه البرز منطقه‌ای با تغییر شکل فعال در شمال فلات ایران است که در میان منطقه برخوردی ورق‌های عربی - اوراسیا قرار دارد را تشکیل داده است (شکل ۱). (Axen et al. (2001) عقیده دارد که در البرز ساختارها عموماً موازی رشته‌ای بوده و بیشتر گسل‌ها با یک هندسه گلواره مانند به درون رشته کوه شیب

\* نویسنده مرتبط yassaghi@modares.ac.ir

### تحلیل ساختاری گسل‌ها

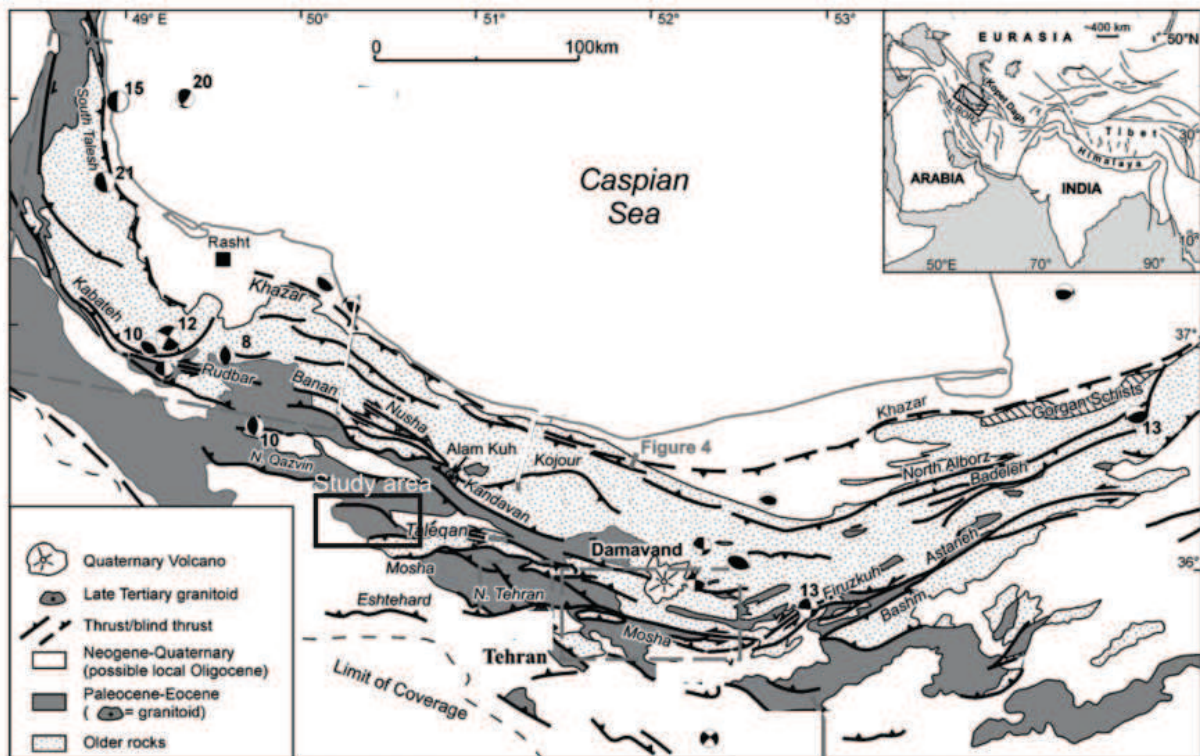
علاوه بر گسل‌های اصلی طالقان، تکیه و اهورک، مجموعه گسل‌های راستالغز SF1 تا SF7 و گسل‌های معکوس RF1 تا RF3، که همگی آن‌ها برای اولین بار در این مطالعه معرفی گردیده اند، وجود دارند. جزئیاتی از تحلیل هندسی و جنبشی این گسل‌ها در ادامه این بخش ارائه گردیده است (شکل ۳).

### پهنه گسل طالقان

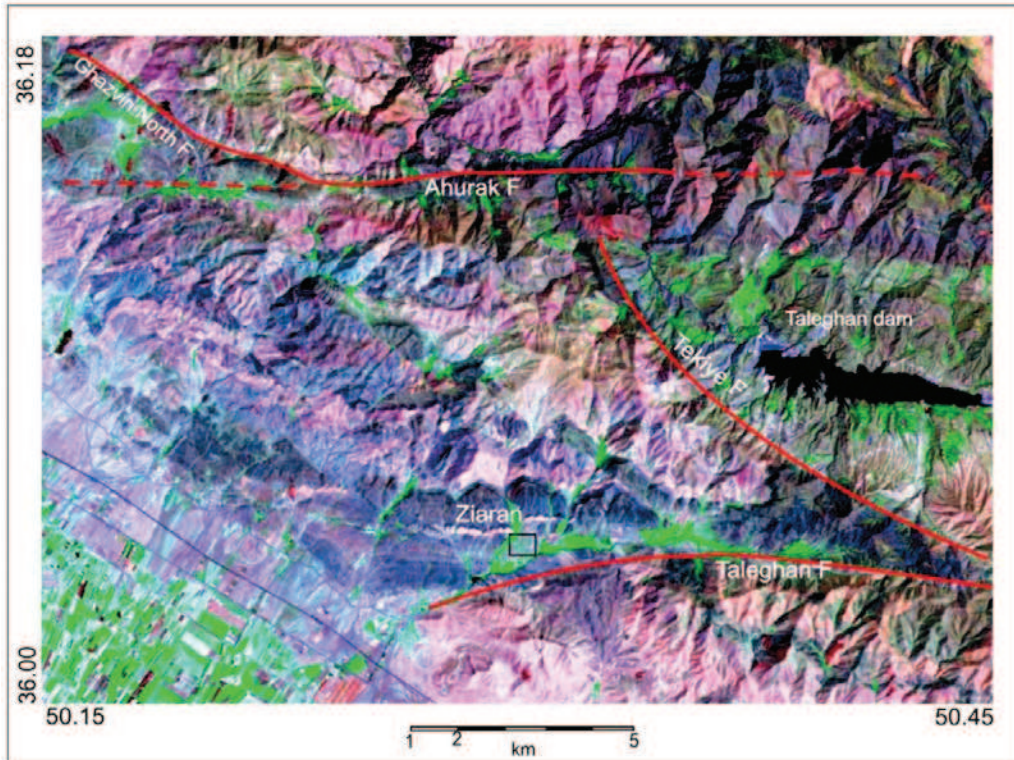
گسل طالقان با روند تقریبی شرقی - غربی مرز جنوبی منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد (شکل ۳). در مورد موقعیت و سازوکار گسل طالقان نظراتی ارائه شده است، Annells et al. (1977) در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ شکران گسل طالقان را گسلی بزرگ زاویه با شیبی رو به جنوب ترسیم می‌کند که سازندهای پالئوزوئیک و مزوزوئیک را بروی سازند کرج و رسوبات نئوژن رانده اند (Allen et al. 2003). شیب گسل را به سمت جنوب دانسته اند و مجموعه بین گسل مشاء و طالقان را یک ساختار بالاجسته معرفی می‌کنند. در مطالعات صورت گرفته توسط Yassaghi and Madanipur (2008) بر روی قسمت غربی گسل طالقان، این محققین معتقدند گسل طالقان دارای یک یا دو پهنه گسلی با شیب متغیر بین ۵۵ تا ۷۰ درجه به سمت جنوب می‌باشد. این گسل لزره زا است و Ambraseys and Melville (1982) رویدادهای ۱۶ دسامبر ۱۸۰۸ میلادی طالقان با بزرگی  $ms = 5.9$ ، به آن نسبت داده‌اند. گسل طالقان به عنوان مرز ساختاری بین واحدهای پالئوزوئیک و مزوزوئیک و واحدهای ائوسن جوان‌تر می‌باشد.

مورب صفحات عربی و اوراسیا و حرکت روبه غرب - جنوب غرب پوسته خزر نسبت به ایران مرکزی می‌دانند. Zanchi et al. (2006) تکتونیک وارون را در منطقه شهرستانک با سه مرحله بیان می‌کند و آغاز وارون شدگی را به نئوژن نسبت می‌دهد. Guest et al. (2006) البرز مرکزی - غربی را به چهار بخش تقسیم کرده‌اند و برای تمام این مناطق یک سیستم گسلی متقاطع در نظر گرفته‌اند که رژیم ترافشارش چپ گرد کلی حاکم بر آن‌ها می‌باشد. Yas-saghi and Madanipur (2008) به رژیم زمین ساخت وارون شده از کرتاسه پایانی تا ترافشارش چپ گرد بعد از پلیوسن در البرز مرکزی اعتقاد دارند.

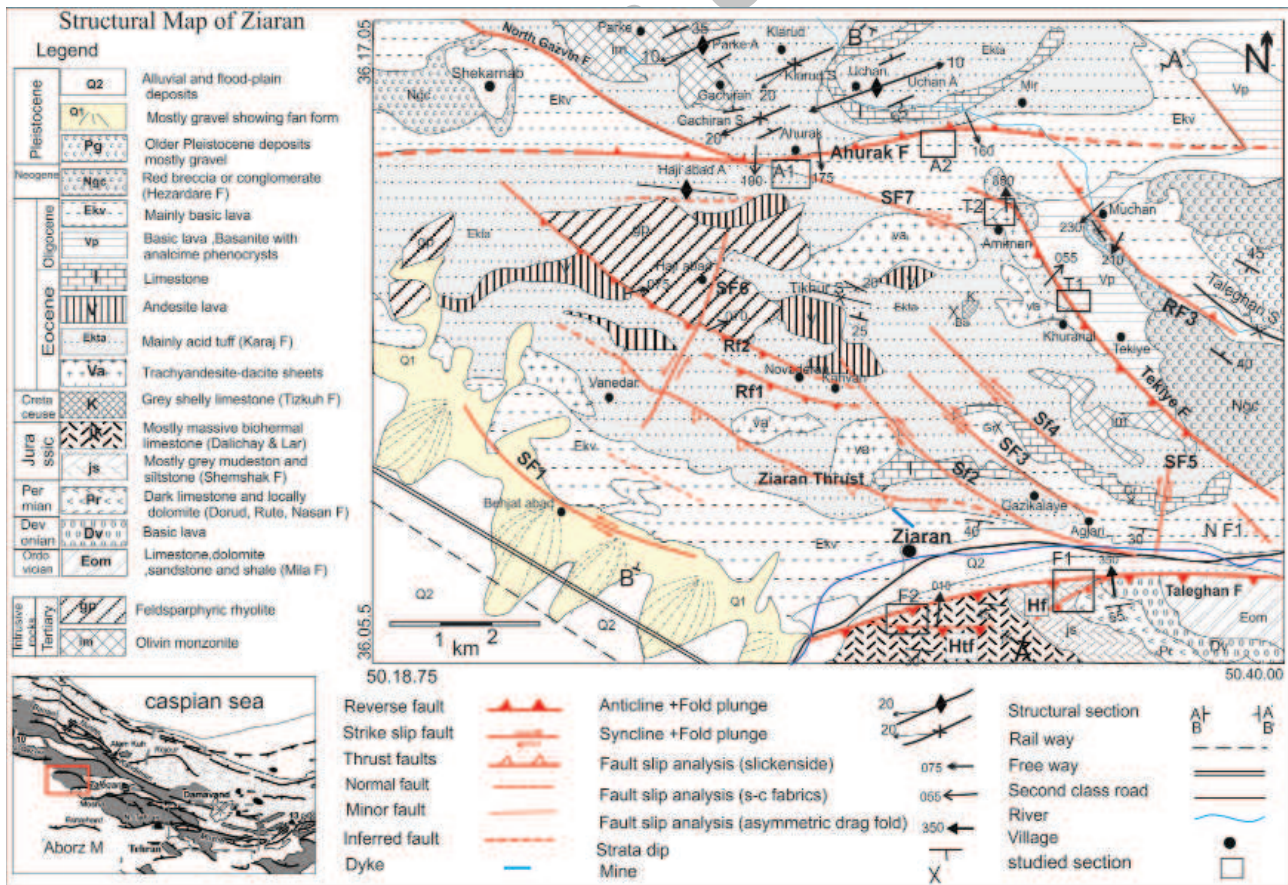
منطقه زیاران در بخش غربی کوه‌های طالقان (جنوب غربی البرز مرکزی) و در محدوده ای مابین طول‌های  $50^{\circ}22'$  تا  $50^{\circ}37'$  شرقی و عرض‌های  $36^{\circ}05'$  تا  $36^{\circ}15'$  شمالی با شکل گوه‌ای در بین سه گسل طالقان در جنوب، گسل اهورک (ادامه گسل شمال قزوین) در شمال و گسل تکیه در شرق قرار دارد (شکل ۲). وجود توالی چینه شناسی نسبتاً کاملی از کامبرین (سازند میلا) تا ترشیری در این منطقه می‌تواند تا حد زیادی در تشخیص روند تکامل ساختاری و اثر فازهای زمین‌شناسی حاکم بر البرز مرکزی موثر باشد. در این مطالعه سعی می‌شود با مطالعه دقیق‌تر ساختارهای این منطقه بویژه گسل‌های اصلی آن و با توجه به ارتباط نسبی زمانی آن‌ها یک مدل ساختاری بر اساس هندسه و تحول جنبشی این ساختارها ارائه شود تا بر این اساس این مدل با مدل‌های ساختاری ارائه شده بر البرز مرکزی مطابقت گردد.



شکل ۱. موقعیت رشته کوه البرز در کمربند آلپ - هیمالیا و منطقه مورد مطالعه. مستطیل موقعیت شکل ۲ می‌باشد.



شکل ۲. تصویر ماهواره‌ای از منطقه غرب کوه‌های طالقان.



شکل ۳. نقشه ساختاری تهیه شده از منطقه زیاران بر پایه تصاویر ماهواره‌ای.

گرفته بر روی این ساختارها، گسل طالقان با شیبی حدود ۵۵ درجه به سمت ۱۶۰، یک گسل معکوس با مولفه کوچک راستالغز چپ‌گرد می‌باشد (شکل ۴-ب).

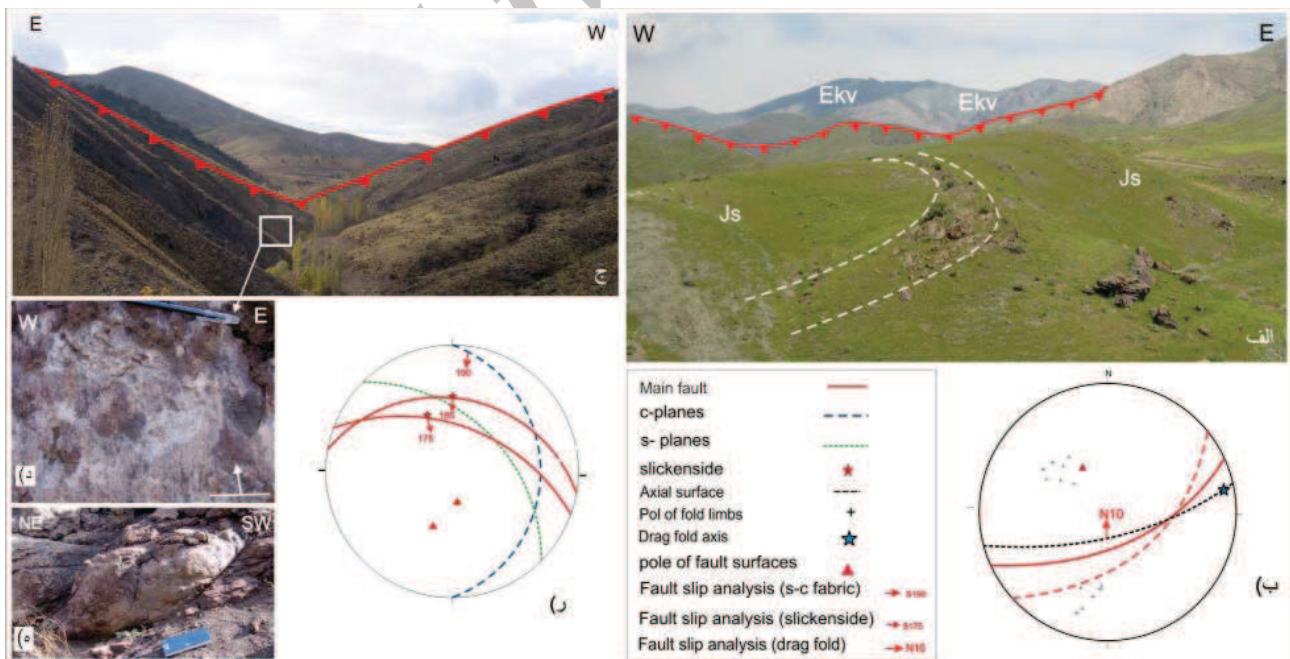
### پهنه گسل اهورک

این گسل با روند شرقی - غربی و شیبی حدود ۴۵ درجه به سمت شمال - شمال شرق در قسمت شمالی منطقه مورد مطالعه گسترش دارد (شکل ۱). (Annells et al., 1975) در نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ قزوین - رشت و همچنین Guest et al. (2006) ادامه شرقی این گسل را تا شمال روستای امیرنان و تا نزدیکی گسل تکیه می‌دانند ولی با توجه به تصاویر ماهواره‌ای و موقعیت گسل که در خلال این مطالعه به دست آمده به نظر می‌رسد که این گسل بعد از قطع کردن گسل تکیه تا شمال کوه‌های طالقان ادامه می‌یابد. در مورد روند غربی این گسل نیز این محققین اعتقاد دارند این گسل به دو شاخه مجزا تبدیل شده که یکی از شاخه‌ها همروند با آن به سمت غرب تا دشت قزوین ادامه می‌یابد و شاخه دیگر آن با روند شمال غرب - جنوب شرق ادامه پیدا می‌کند (شکل ۳). بهترین رخنمون این گسل در دره جنوبی روستای اهورک مشاهده شده است.

این گسل در دو برش مورد مطالعه قرار گرفته است. در جنوب روستای اهورک (در شکل ۳) تحلیل سازوکار این گسل با استفاده از خش خطاها و پله‌های گسلی موجود بر روی سطوح گسلی (شکل ۴-د) و همچنین با استفاده از ساختارهای S-C صورت گرفته است (شکل ۴-ه). همه این داده‌ها نشان دهنده یک گسل معکوس با مولفه راستالغز راست‌گرد می‌باشد (شکل ۴-ر).

مطالعات صورت گرفته تاکنون توسط محققین به تفاوت سازوکار آن از معکوس تا مایل‌لغز و امتدادلغز راست‌گرد تا چپ‌گرد اشاره دارد (Vernant et al., 2003; Allen et al., 2003; Guest et al., 2006; Yassaghi and Madanipour, 2008). گرچه (Yas-saghi and Madanipour, 2008) اعتقاد دارند که گسل طالقان دارای دو فاز حرکتی معکوس با مولفه راستالغز راست‌گرد و جوان‌تر معکوس با مولفه راستالغز چپ‌گرد می‌باشد. در این مطالعه گسل طالقان در دو ناحیه مورد مطالعه قرار گرفته است.

در شمال روستای آبیگ دو (در شکل ۳) گسل طالقان باعث رانده شدن واحدهای سازند ژوراسیک شمشک بر روی توف‌های ائوسن کرج شده است (شکل ۴-الف). به سمت غرب منطقه مورد مطالعه واحدهای فرادیواره جوان می‌شوند و شیب گسل در این محدوده حدود ۶۰ درجه به سمت جنوب - جنوب شرق است و امتداد تقریباً شرقی - غربی دارد. تحلیل جنبشی گسل در این مقطع با استفاده از چین‌های فرادیواره ای نیز نشان از راستای رانش گسل به سمت شمال - شمال شرق دارد (شکل ۴-ب). مطالعات دیگری که بر روی گسل طالقان صورت گرفته است در جنوب روستای زیاران (در شکل ۳) و بر روی غربی‌ترین بخش گسل طالقان قبل از منتهی شدن به دشت قزوین می‌باشد. در این بخش گسل طالقان با راندن واحدهای آهکی بیوه‌رمال مربوط به سازندهای دلیچای و لار دوره ژوراسیک بر روی توف‌های اسیدی ائوسن مشخص است. تحلیل سازوکار گسل طالقان در این برش بر اساس چین‌های نامتقارن فرادیواره‌ای و همچنین گسل فرعی همروندی که در فرادیواره گسل طالقان تشکیل شده است (Htf) صورت گرفته است. با توجه به تحلیل‌های صورت



شکل ۴. الف) رانده شدن واحدهای سازند ژوراسیک شمشک بر روی توف‌های ائوسن و چین‌های ایجاد شده در فرادیواره گسل طالقان. ب) تصویر استریوگرافی از تاق‌فرم فرادیواره‌ای و موقعیت گسل‌ها نسبت به آن. ج) گسل اهورک در جنوب روستای اهورک. د) خش خط و پله‌های گسلی. ه) ساختار صفحه‌ای S-C که سنگ را به صورت یک لنز گسلی در آورده است. ر) تصویر استریوگرافی از سطوح خش و ساختارهای S-C.

سازند کرج و واحدهای تیره رنگ تراکی آندزیتی و داسیتی ائوسن را بر روی گراول‌های قرمز رنگ پلیستوسن رانده است. در این برش شیب گسل در حدود ۴۵ درجه به سمت جنوب - جنوب غرب است و تحلیل سازوکار این گسل با استفاده از ساختارهای S-C و هندسه برگشته نوافرم فرودپواره ای آن صورت گرفته است که نشان از یک گسل معکوس با مولفه کوچک راستالغز راست گرد می‌باشد.

### گسل‌های واقع در محدوده مابین گسل‌های اصلی طالقان، تکیه و اهورک

گسل‌های واقع در حد فاصل سه گسل اصلی طالقان، تکیه و اهورک بیشتر شامل گسل‌های راستالغز و معکوس با روند عمومی شمال غرب - جنوب شرق می‌باشند.

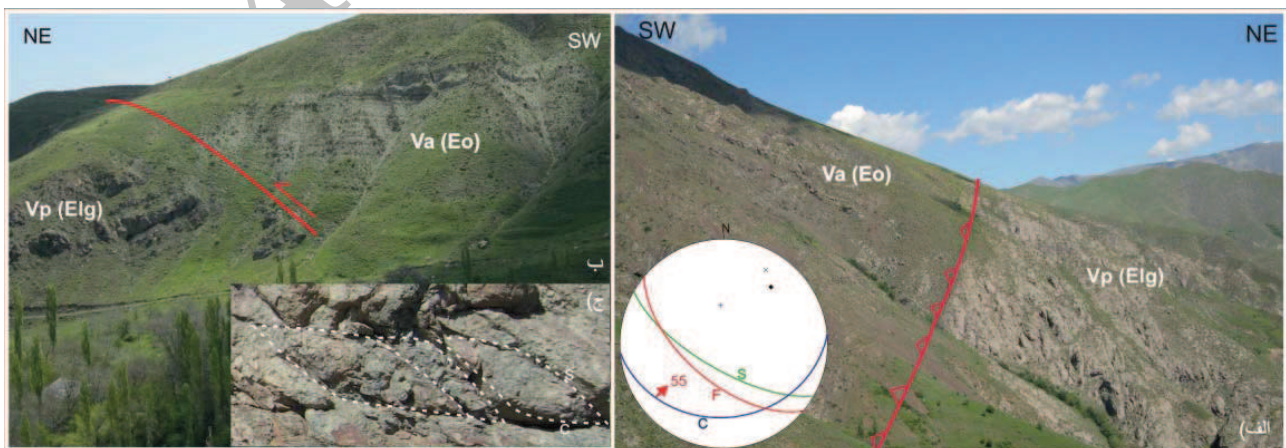
#### گسل‌های معکوس

گسل‌های معکوس RF1 تا RF3 و راندگی زیاران همگی دارای امتداد شمال غرب - جنوب شرق می‌باشند و به جزء RF3 که شیبی به سمت شمال شرق دارد مابقی شیبی به سمت جنوب غرب دارند روند این گسل‌ها همراه با استریوگرام آن‌ها در دو رخنمون رسم شده در (شکل ۶) ارائه شده است. در اثر عملکرد گسل RF2 جابجایی‌هایی در واحدهای ولکانیکی ائوسن ایجاد شده و باعث رانده شدن توف‌های اسیدی ائوسن بر روی سنگ‌های ریولیت و داسیتی جوان‌تر شده است (شکل ۷-الف). صفحات گسلی و خطوط لغزشی موجود بر روی آن‌ها در پهنه گسلی RF2 نشان دهنده یک گسل معکوس با آزیموت ۱۴۵ و شیبی حدود ۵۰ درجه به سمت جنوب غربی می‌باشد (شکل ۷-ب). گسترش ساختارهای S-C که منجر به توسعه لزه‌های گسلی شده به خوبی در پهنه گسلی RF2 دیده می‌شود و رانده شدن این قطعات روی همدیگر سوی برش را در پهنه گسلی به خوبی به سمت شمال نشان می‌دهند (شکل ۷-ج).

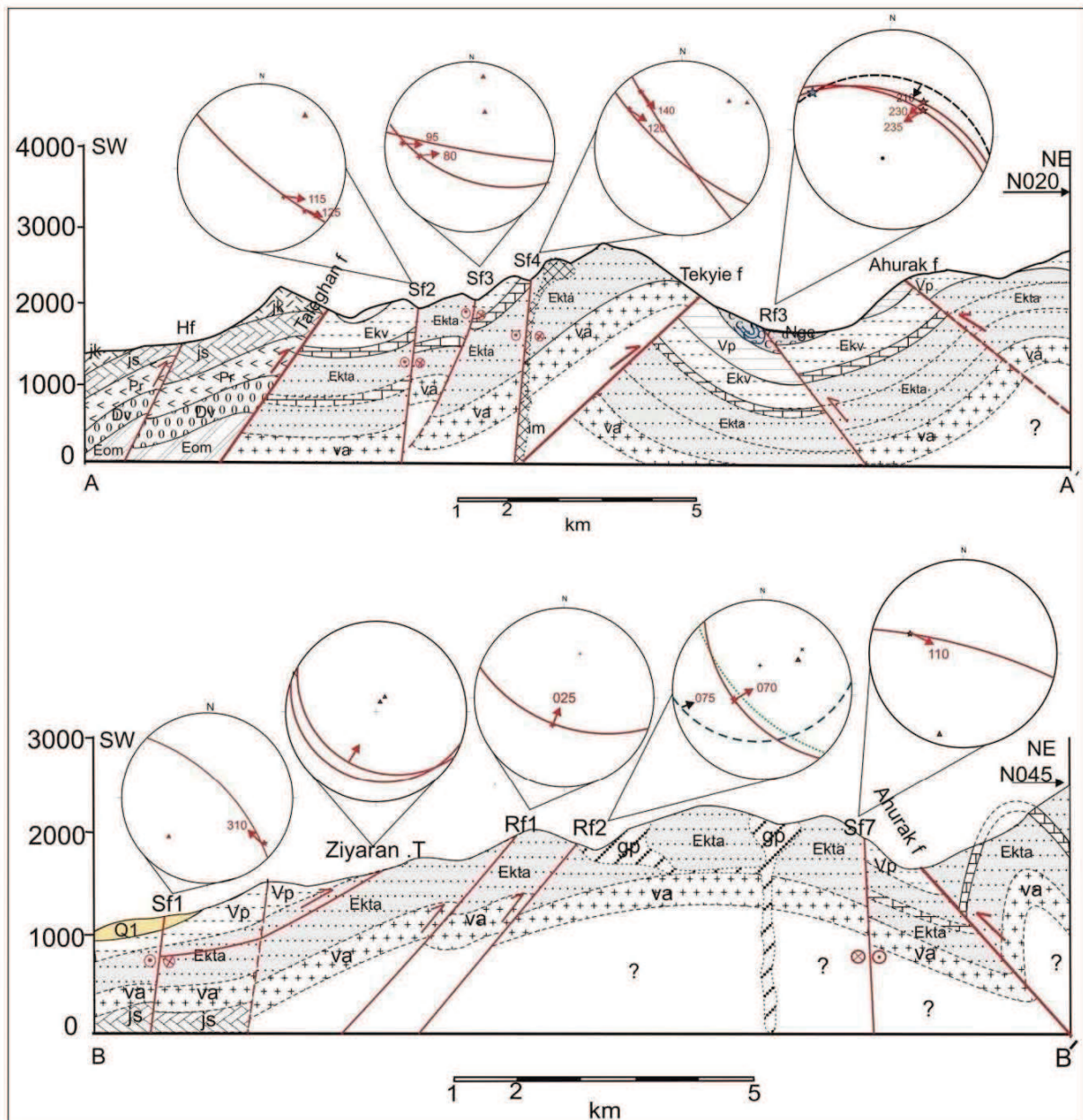
رخنمون دیگر این گسل در دره جنوب روستای میر مطالعه شده است (شکل ۲) در این برش گسل با یک پهنه به نسبت عریض در حدود ۲۰ متر با به هم ریختگی‌های فراوان و صفحات حرکتی موجود در آن مشخص است. در اینجا نیز گسل اهورک باعث جابجایی‌هایی در واحدهای ولکانیکی ضخیم ائوسن و ارتفاع گرفتن واحدهای فرادپواره ای شده است که در قسمت شمالی قرار دارند. تحلیل جنبشی این گسل توسط خش خط‌ها و پله‌های گسلی ایجاد شده بر روی صفحات حرکتی انجام شده است. که با توجه به این داده‌ها شیب این گسل در حدود ۵۰ درجه به سمت شمال شرق می‌باشد. تحلیل داده‌ها در این بخش نیز مانند برش جنوب روستای اهورک نشان دهنده یک حرکت معکوس همراه با مولفه راستالغز راست گرد برای این گسل می‌باشد.

#### پهنه گسل تکیه

گسل تکیه با روند عمومی شمال غربی - جنوب شرقی و شیب حدود ۵۰ درجه به سمت جنوب غرب با جهت رانشی به سمت شمال شرق در قسمت شرق منطقه مورد مطالعه قرار دارد (شکل ۳). در اثر عملکرد این گسل جابجایی‌هایی در واحدهای توفی سازند کرج ایجاد شده است و آن‌ها را بر روی مجموعه‌های کنگلومرایی نئوژن رانده است. Guest et al. (2006) این گسل را یک گسل راندگی با مولفه کوچک امتدادلغز چپ گرد می‌دانند. در این مطالعه گسل تکیه در دو رخنمون بررسی شده است در برش شمال روستای خورانک (شکل ۳) این گسل با یک پهنه برشی بیش از ۲۰ متر مشخص است که واحدهای تراکی آندزیتی و داسیتی تیره رنگ ائوسن را بر روی واحدهای بازائیتی الیگومیوسن رانده است (شکل ۵-الف) تحلیل سازوکار این گسل با استفاده از ساختارهای S-C ایجاد شده در پهنه گسلی صورت گرفته است که سازوکار معکوس با مولفه کوچک راستالغز چپ گرد را نشان می‌دهد (شکل ۵-ج). رخنمون دیگر این گسل در نزدیک روستای امیرنان بررسی شده است (شکل ۳) در این رخنمون این گسل توف‌های اسیدی



شکل ۵. الف) پهنه گسلی تکیه در شمال خورانک رانده شدن توف‌های تیره ائوسن بر روی واحدهای بازائیتی الیگوسن. ب) گسل تکیه در دیواره جنوب شرقی دره خورانک (به تغییر روند لایه‌ها در امتداد گسل توجه شود). ج) لزه‌های گسلی ایجاد شده در پهنه که بر اساس آن‌ها ساختارهای S-C برداشت گردیده است.

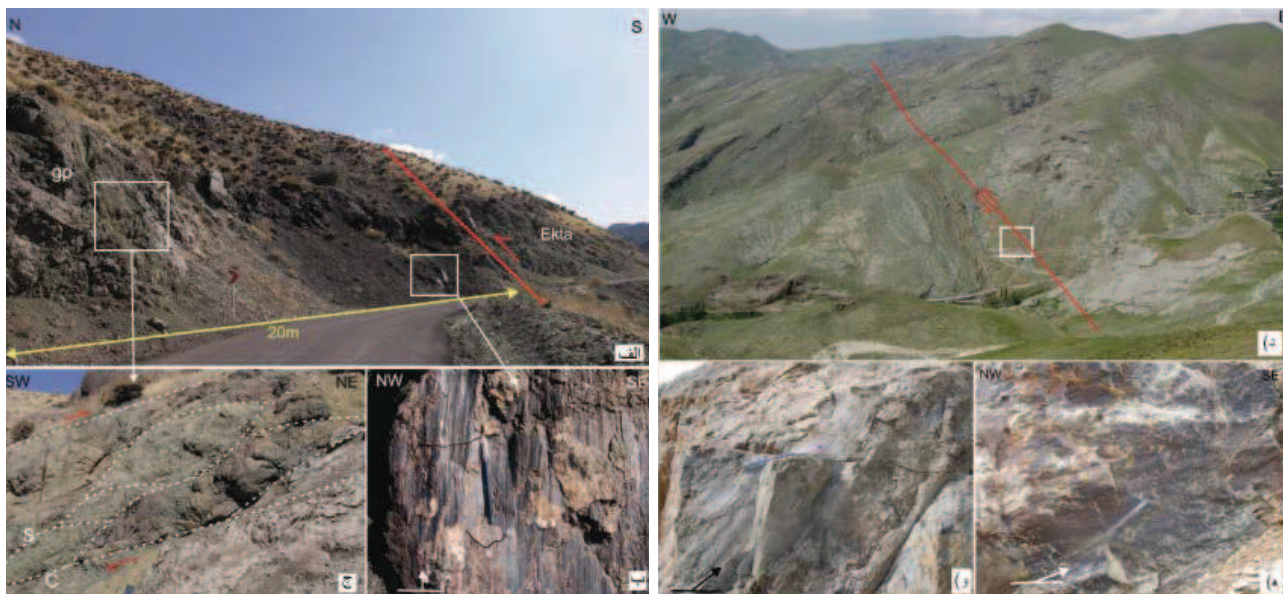


شکل ۶) تصویری از مقاطع برش‌های عرضی تهیه شده از منطقه زیاران به همراه استریوگرام گسل‌های حد فاصل گسل‌های اصلی.

### گسل‌های راستالغز

دو نوع خطوط لغزشی تقریباً هم‌روند در این پهنه می‌باشد. این دو نوع خطوط لغزشی نشان‌دهنده یک حرکت راستالغز چپ‌گرد با مولفه معکوس ولی با دو زاویه ریک متفاوت می‌باشد. از آنجا که خطوط لغزشی با ریک کمتر غالب‌تر بوده و خطوط لغزشی با ریک بیشتر را قطع می‌کند جوان‌تر می‌باشد. پس می‌توان نتیجه گرفت که حرکت ثانویه و جوان‌تر گسل بیشتر از نوع راستالغز می‌باشد. همانطور که ذکر شد تحلیل سازوکار گسل در این پهنه بر اساس خطوط لغزشی و پله‌های گسلی صورت گرفته است که نشان‌دهنده یک گسل با شیبی حدود ۸۰ درجه به سمت جنوب غرب است (شکل ۷- و، ه). امتداد جنوب شرقی گسل RF2 با توجه به تصاویر ماهواره‌ای به صورت شرقی - غربی هم‌روند با گسل طالقان در آمده و تا انتهای دره طالقان قابل پیگیری می‌باشد.

در این مطالعه همچنین گسل‌های راستالغز SF1 تا SF7 برداشت گردیده‌اند. روند این گسل‌ها همراه با استریوگرام آن‌ها در دو رخنمون رسم شده در شکل ۶ ارائه شده است که در میان آن‌ها گسل‌های SF4 تا SF1 از گسل‌های راستالغز شاخص این منطقه بوده و همگی جزء گسل‌های راستالغز چپ‌گرد با امتداد شمال غرب - جنوب شرق می‌باشند (شکل ۳). به طور مثال گسل راستالغز SF2 با طول تقریبی ۱۲ کیلومتر با یک امتداد تقریباً شمال غرب - جنوب شرق در قسمت شمالی دره طالقان قرار گرفته و در اثر عملکرد آن به هم ریختگی‌ها و جابجایی‌های زیادی در واحدهای توفی و ولکانیکی ایجاد شده است (شکل ۷-د). داده‌های برداشت شده از این پهنه برشی حاکی از وجود



شکل ۷. الف) پهنه گسلی RF2 که باعث رانده شدن توفهای اسیدی ائوسن (Ekta) بر روی سنگ‌های آذرین بیرونی جوان‌تر از نوع ریولیت و داسیتی (gp) شده است. ب) خطوط لغزشی و پله‌های گسلی. ج) ساختار S-C و لزه‌های گسلی در پهنه گسلی RF2 (به جابجائی و رانده شدن این لزه‌ها روی همدیگر به صورت یک ساختار دوپلکسی کوچک مقیاس دقت نمایند). د) پهنه گسلی SF2 در جنوب روستای قاضی کلا. ه) خطوط لغزشی و پله‌های گسلی با ریک کم. و) خطوط لغزشی و پله‌های گسلی نوع ۱ با ریک بیشتر.

### دگرشکلی پس از میوسن

با توجه به تعیین سن صورت گرفته به روش  $40\text{Ar}/39\text{Ar}$  بر روی مخروط افکنه‌های موجود در کوه‌های طالقان توسط Guest et al. (2007) آغاز بالا آمدگی کوه‌های طالقان و تشکیل گسل تکیه به میوسن میانی نسبت داده شده است. همچنین گسل‌های معکوس تکیه و RF1 تا RF3 که همگی روند تقریبی شمال غرب- جنوب شرق دارند نشان دهنده یک فاز دگرشکلی متفاوت نسبت به آنچه که برای حرکت معکوس گسل طالقان و اهورک بیان شده، می‌باشند (ساختارهای تشکیل شده به رنگ آبی در شکل ۱۰).

(Axen et al. (2001), Allen et al. (2003) معتقدند برخورد نهائی صفحه عربی و ایران در میوسن موجب توسعه زمین ساخت ترفشارشی راست گرد در البرز شده است از آنجا که این حرکت در جهت NNE به صورت مایل نسبت به گسل‌های اصلی چون گسل طالقان و اهورک عمل کرده است لذا این گسل‌ها دارای مولفه راستالغز شده‌اند. گسل شمال قزوین با امتداد شمال غرب - جنوب شرق نیز در اثر این فاز دگرشکلی به صورت راست گرد عمل کرده است که این حرکت راست گرد نیز به نوبه خود موجب توسعه چین خوردگی‌ها در شمال منطقه مورد مطالعه شده است (شکل ۸). جوان‌ترین واحدهای تشکیل دهنده این چین‌ها سن ائوسن پایانی دارند که این نشان دهنده چین خوردگی این چین‌ها حداقل بعد از ائوسن است.

### دگرشکلی پس از پلیوسن

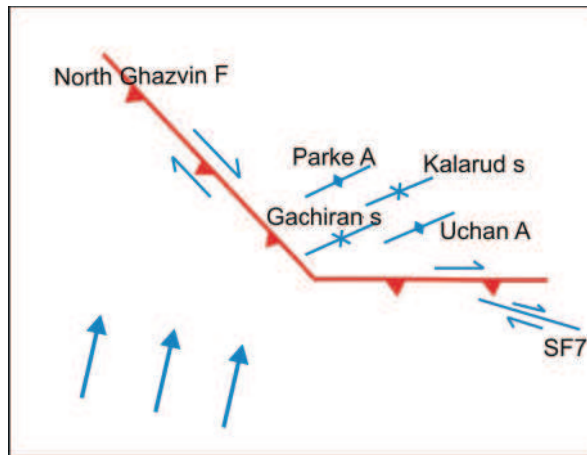
قطع شدن واحدهای ولکانیکی جوان پلیوسن و واحدهای جوان کواترنری توسط گسل‌های راستالغز چپ گرد SF1 تا SF4

### تحلیل زمانی دگرشکلی در منطقه زیاران

با توجه به داده‌های به دست آمده از تحلیل جنبشی ساختارهای منطقه مورد مطالعه، ارتباط زمانی مابین آن‌ها و تکامل ساختاری آن‌ها در بازه‌های زمانی قبل از میوسن، پس از میوسن و پس از پلیوسن ارائه شده است.

### دگرشکلی قبل از میوسن

بر اساس داده‌های برداشت شده از گسل طالقان این گسل دارای شیبی حدود ۶۰ درجه و سازوکار غالب راندگی می‌باشد، هرچند که از دیدگاه مکانیک گسل خوردگی راندگی با شیب بیش از ۵۰ درجه قابل انتظار نیست. همچنین حضور سازند کهار با سن پرکامبرین در فرادیواره آن نشان از درگیری آن در پی سنگ است. وجود گسل‌های راندگی فرادیواره‌ای، مانند Htf و HF (شکل ۳) و راندگی‌های میان بر فرودیواره‌ای همگی می‌توانند شاهدهی برای وارونگی گسل طالقان از یک گسل نرمال اولیه باشد. با توجه به رانده شدن واحدهای قدیمی‌تر پالئوزوئیک و مزوزوئیک بر روی واحدهای ائوسن در راستای گسل و از آنجا که نخستین کوهزایی آپی در پالئوسن، همزمان با رویداد لارامید، در البرز رخ داده است (آقانباتی، ۱۳۸۳) آغاز حرکت گسل طالقان به صورت معکوس را میتوان به این زمان نسبت داد. پس با توجه به این شواهد می‌توان اظهار کرد که گسل طالقان تا قبل از کرتاسه بصورت نرمال عمل کرده و از این زمان به صورت معکوس وارون شده است. وارونگی در سازوکار گسل طالقان با توجه به روند شرقی - غربی آن می‌تواند متأثر از کوتاه شدگی در راستای شمالی - جنوبی باشد. چنین روندی از کوتاه شدگی با روند تشکیل دیگر ساختارهای منطقه چون گسل اهورک (ساختارهای به رنگ قرمز در شکل ۱۰) هم خوانی دارد.



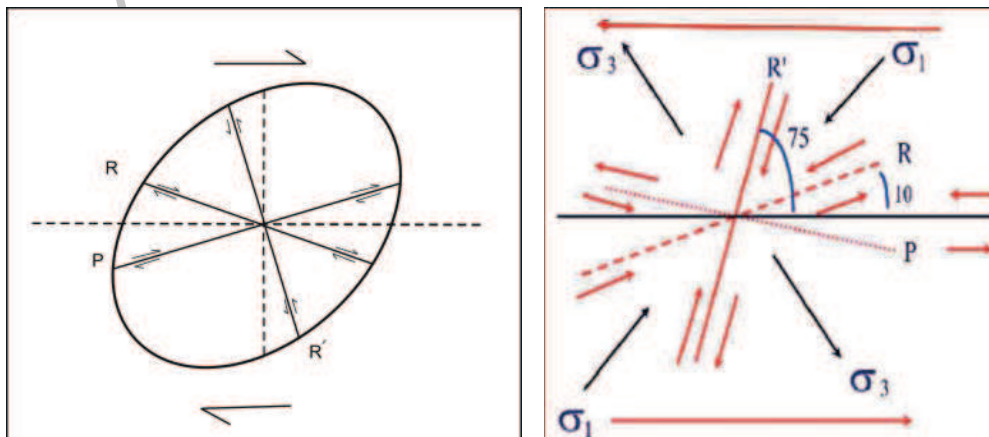
شکل ۸. نحوه تشکیل چین‌های متوسط مقیاس در اثر حرکت راست گرد گسل شمال قزوین.

آن‌ها می‌توان به گسل‌های ریدل نوع R، R' و P اشاره کرد (شکل ۹). تشکیل گسل‌های راست‌الغز چپ گرد SF1 تا SF4، با توجه به روند آن‌ها نسبت به گسل طالقان و سن جوان‌تر از پلیوسن آن‌ها را می‌توان در ارتباط با حرکات چپ گرد جوان گسل طالقان دانست که در نتیجه آغاز حرکت مؤلفه غربی بردار حوضه خزر جنوبی نسبت به ایران در پلیوسن ایجاد شده‌اند، و آن‌ها را به عنوان مراتب P حرکت چپ گرد گسل طالقان در نظر گرفت. بر این اساس گسل‌های راست‌الغز راست گرد SF5 و SF7 نیز می‌توانند به ترتیب در اثر حرکت راست‌الغز گسل‌های طالقان و اهورک ایجاد شده باشند. گسل راست‌الغز راست گرد SF7 به نظر می‌رسد جزء گسل‌های همسو (نوع R) در ارتباط با مولفه راست‌الغز راست گرد گسل اهورک ایجاد شده باشد و گسل SF5 نیز جزء گسل‌های (R) گسل طالقان می‌باشد (ساختارهای تشکیل شده با رنگ سبز در شکل ۱۰).

تشکیل یا عدم شکل‌گیری ساختارهای برشی ریدل نظیر R، R' و P در موقعیت‌های واقعی زمین‌شناسی پیچیده بوده و آرایش گسل‌های موجود در آن به وسیله مدل و آزمایش به طور دقیق قابل پیش‌بینی نمی‌باشد، که دلیل آن نیز می‌تواند به خاطر ناهمگنی سنگ‌ها و وجود ساختارهای قبلی که در طی دگرریختی‌های

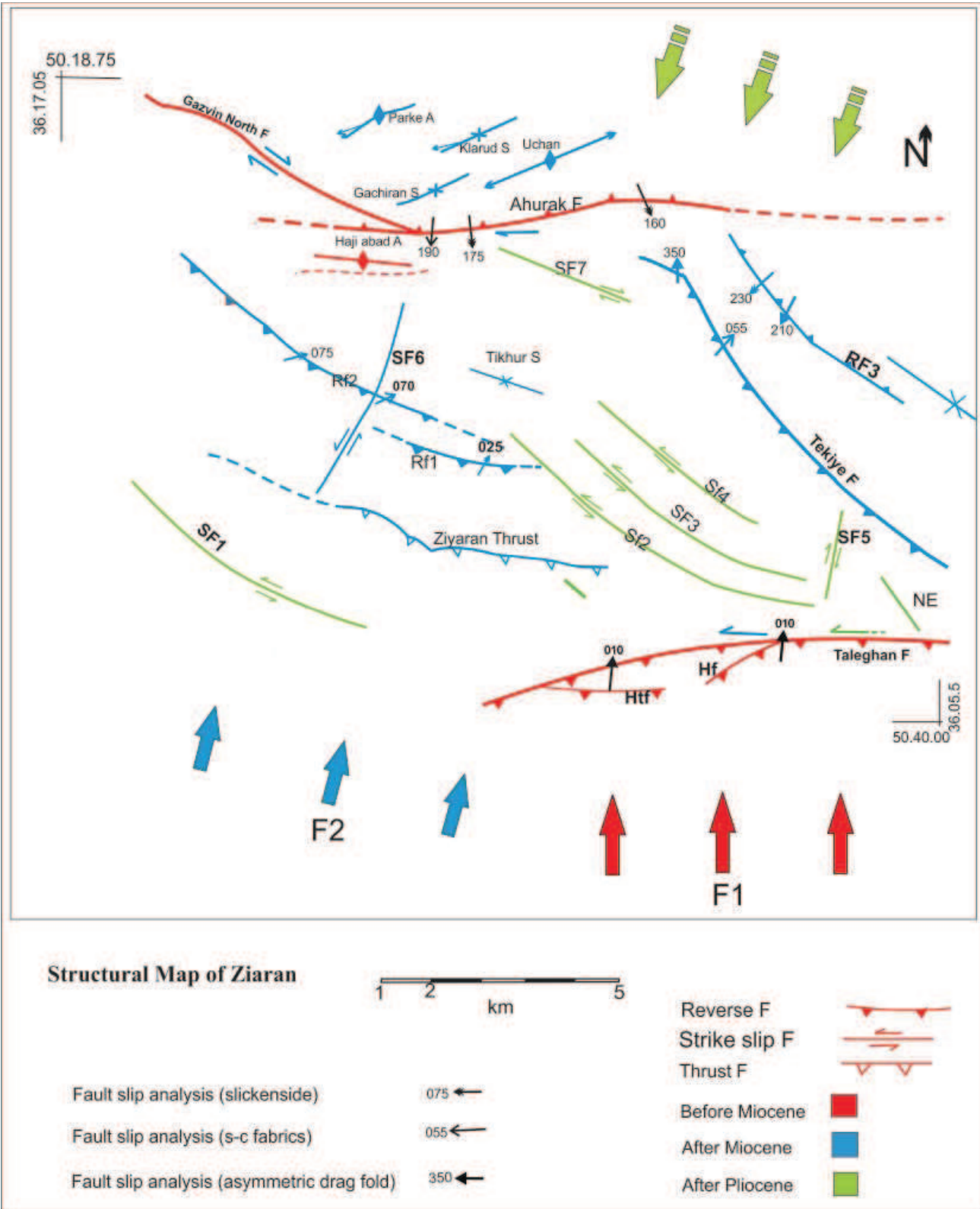
(شکل ۳) را می‌توان نشان‌دهنده فعالیت جوان این گسل‌ها به عنوان جوان‌ترین گسل‌های منطقه مورد مطالعه دانست. همچنین قطع شدن گسل‌های معکوس RF1 و RF2 با گسل راست‌الغز چپ گرد SF2 حاکی از آن است که گسل‌های امتداد لغز چپ گرد موجود به طور نسبی از انواع گسل‌های معکوس جوان‌تر هستند. از دلایل دیگر جوان بودن گسل‌های امتداد لغز ذکر شده می‌توان به وجود دو نوع خطوط لغزشی در پهنه گسلی SF2 با دو زاویه ریک متفاوت اشاره کرد در این پهنه با توجه به اینکه خطوط لغزشی با ریک کمتر غالب‌تر بوده و خطوط لغزشی با ریک بیشتر را قطع می‌کنند جوان‌تر می‌باشند. پس بنابراین حرکت ثانویه و جوان‌تر گسل بیشتر از نوع راست‌الغز می‌باشد.

مطالعه دیرینه لرزه‌شناسی گسل طالقان توسط Nazari et al. (2009) نیز نشان‌دهنده وقوع سه رویداد لرزه‌ای با بزرگی بیشتر از ۷ در مقیاس ریشتر و سازوکار امتداد لغز چپ گرد در ۵۳۰۰ سال اخیر می‌باشد. این سازوکار با تغییرات مورفولوژیکی ایجاد شده در اثر فعالیت جوان گسل طالقان که نشان‌دهنده حرکات راست‌الغز چپ گرد پس از میوسن گسل است، هم‌خوانی دارد. در پهنه‌های برشی راست‌الغز، گسل‌های متعددی بر اثر برش خوردگی از یک پهنه اصلی گسل ایجاد می‌شوند که از مهمترین



شکل ۹. مدل گسل‌های امتداد لغز راست گرد و چپ گرد، گسل‌های همسو (R) و گسل‌های همسوی ثانویه (P) و گسل‌های همسوی (R').





شکل ۱۰. نقشه ساختاری خلاصه شده از ساختارهای منطقه زیاران به تفکیک زمان تشکیل آن‌ها.

### نتیجه گیری

گسل طالقان به عنوان یکی از گسل‌های حوضه پالئوزویک - مزوزویک جنوب البرز مرکزی بوده است. وارون شدگی این

طولانی تمایل به چرخش و جابجایی داشته اند باشد. افزایش زاویه بین گسل‌های نوع P و گسل طالقان نسبت به نمونه‌های آزمایشگاهی نیز می‌تواند در ارتباط با چنین پدیده‌ای باشد.

logical map of Iran, Shakran sheet 6162: Tehran. Geological Survey of Iran, scale 1:100,000

- Axen, G.J., Lam, P.J., Grove, M., Stocklin, D.F., and Hassanzadeh, J., 2001. Exhumation of the west-central Alborz Mountains, Iran, Caspian subsidence, and collision-related tectonics. *Geology*, 29, 6.

- Guest, B., Axen, G. J., Lam, P. S. and, Hassanzadeh, J., 2006. Late Cenozoic shortening in the west-central Alborz Mountain, northern Iran, by combined conjugate strike slip and thinskin deformation. *Geosphere*, 2, 1, 35-52.

- Guest, B., Horton, B. K., Axen, G. J., Hassanzadeh, J. and McIntosh, W.C., 2007. Middle to late Cenozoic basin evolution in the western Alborz Mountains: Implications for the onset of collisional deformation in northern Iran. *Tectonics*, 26, 1.

- Nazari, H., Ritz, J-F., Salamati, R., Shafei, A., Ghassemi, A., Michelot, J-L., Massault, M and Ghorashi, M., 2009, Morphological and palaeoseismological analysis along the Taleghan fault (Central Alborz, Iran). *Journal of Tectonics and geodynamics*.

- Vernant, P., Nilforoushan, F., Bayer, R., Sedighi, M., Chéry, J., Tavakoli, F. and Masson, F., 2003. Present-day crustal deformation in central Alborz (Iran). inferred from GPS measurements. *Geophysical Research Abstract*, 5, 11081

- Yassaghi, A. and Madanipour, S., 2008. Influence of a transverse basement fault on along-strike variations in the geometry of an inverted normal fault: Case study of the Mosha Fault, Central Alborz Range, Iran, *Journal of Structural Geology*, 30, 1507- 1519.

- Zanchi, A., Berra, F., Mattei, M., Ghassemi, M. R. and Sabouri, J., 2006. Inversion tectonics in central Alborz, Iran. *Journal of Structural Geology*, 28, 2023- 2037.

گسل پس از کرتاسه پسین همراه با راستای جابه جایی شمالی - جنوبی موجب رانده شدن واحدهای قبل از کرتاسه بر روی نهشته‌های ائوسن شده است. برخورد قاره - قاره ورق عربی با ایران مرکزی در میوسن که در راستای شمال شرقی روی داده است با تغییر سازوکار گسل طالقان از معکوس به مایل لغز چپ گرد و گسل اهورک از معکوس به مایل لغز راست گرد همراه شده است. همچنین در اثر این دگر شکلی گسل‌های معکوسی با امتداد شمال غرب - جنوب شرق مانند گسل تکیه شکل گرفته اند. پس از پلیوسن حرکت پوسته خزر نسبت به ایران مرکزی و در جهت غرب - جنوب غربی با فعالیت مجدد گسل‌های بنیادین و پی سنگی همراه بوده و آن نیز به نوبه خود موجب توسعه گسل‌های مایل لغز چپ گرد و راست گرد به عنوان مراتب گسلی از نوع ریدل شده است.

### منابع

- آقاباتی، س.ع.، ۱۳۸۳. زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ۶۲۰.

- Allen, M., Blanc, E.J.P., Waler, R., Jackson, J., Talbian. M. and Ghassemi, M. R., 2003. Contrasting Styles of Convergence in the Arabia- Eurasia Collision: why Escape Tectonics does not occur in Iran. In: post collisional tectonics and magmatism in the Mediterranean region and Asia (eds. By Dilck, R., pavlides, S.), Geological Society of America, Special paper, 409, 579-589

- Ambraseys, N.N. and Melville, C.P., 1982. A History of Persian Earthquakes. Cambridge University Press, London.

- Annells, R.N., Arthurton, R.S., Bazley, R.A., and Davies, R.G., 1975. Geological quadrangle map of Iran, Qazvin and Rasht sheet: Tehran. Geological Survey of Iran, scale 1:250,000.

- Annells, R.S., Arthurton, R.S., Bazley, R.A.B., Davies, R.G., Hamed, M.A.R., and Rahimzadeh, F., 1977. Geo-