



فصلنامه زمین ساخت

بهار ۱۴۰۰، سال چهارم، شماره ۱۷

10.22077/JT.2021.4257.1111

## شناخت تغییرات میدان تنش با استفاده از تحلیل زمین ساخت شکننده در ایران مرکزی (گستره فهرج-خرانق)

حمیدرضا فخمی اردکانی<sup>۱</sup>، فرزین قائمی<sup>۲\*</sup> و فریبا کارگران بافقی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکترا، دانشکده علوم پایه، گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۲</sup> آذانبیار، دانشکده علوم پایه، گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۳</sup> استادیار، دانشکده علوم پایه، گروه زمین شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۲۹

### چکیده

منطقه کوه خرانق در پهنه زمین ساختی ایران مرکزی، در شمال خاوری بلوک یزد با روند شمال باختری-جنوب خاوری قرار دارد. سازندهای زمین شناسی منطقه که از زمان پالئوزوئیک تا عهدحاضر می باشند تحت تاثیر فعالیت تکتونیکی قرار گرفته اند. چرخش بلوک های ایران مرکزی، برخورد صفحه عربی با ایران و همچنین فرایندهای ساختاری میان بلوک های ایران مرکزی در طی تکامل زمین ساختی خود، سبب تغییر درجهت گیری محورهای تنش جنبشی (Kinematic Stress Tensor, P-T-B) و در نتیجه شکل گیری ساختارهای جدید و تغییر در ساختارهای کهن در طول تاریخ زمین شناسی منطقه شده است. در این پژوهش تغییرات میدان تنش مزوزوئیک در گستره فهرج-خرانق مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این راستا داده های صفحه گسلی و خش لغز و دیگر شواهد زمین ساختی و چینه نگاری در ۱۳ ایستگاه برداشت گردید روند عمومی گسل های برداشت شده در این ایستگاه ها NW-SE است و سازوکار اکثریت گسل های برداشت شده امتداد لغز راستگرد است که روند و سازوکاری مشابه با گسل اصلی انار را دارند. تغییر جهت راستای محور فشارش (P Axis) به صورت پادساعتگرد از حالت عمود بر گسل انار تا موازی با آن در بازه زمانی پالئوزوئیک پایینی تا سنوزوئیک بالایی است که سبب تغییر سازوکار جنبشی در منطقه شده است. وجود خش لغز در رسوبات عهدحاضر و همچنین ضخامت زیاد رسوبات در منطقه نشان دهنده فعال بودن گسل انار در عهدحاضر است.

**کلیدواژه ها:** پالئواسترس، میدان تنش، گسل انار، بلوک یزد، ایران مرکزی،

\* نویسنده مسئول: فرزین قائمی [fgaemi@um.ac.ir](mailto:fgaemi@um.ac.ir)

نشانی: مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد شماره تماس: ۰۹۱۵۳۱۷۷۹۰۲

## Recognition of stress field changes using brittle tectonic analysis in Central Iran Zone (Fahraj-Kharanagh regions)

Hamid Reza Afkhami Ardakani<sup>1</sup>, Farzin Ghaemi<sup>2</sup>, Fariba Kargaran Bafghi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> PhD Student, Faculty of Sciences, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

<sup>2†</sup> Associate Professor, Faculty of Sciences, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

<sup>3</sup> Assistant Professor, Faculty of Sciences, Department of Geology, Yazd University, Yazd, Iran

### Abstract

Structurally, the Tarom Metallogenic Zone is located in an NW-SE trending anticline with 50 km wavelength, consists of the Karaj formation equivalent units and Neogene red beds. This anticline was created during the Alborz orogen formation- related phase has multiple fractures with NW-SE, NE-SW, and E-W trend. Detailed mesoscopic and microscopic investigations of the existing fractures for studying their propagations during folding, including their relative age, sequential deformation of the fractures in various beds, distribution of the fractures, and their changes during the following geological events, were performed many times. Comparison of various fracture patterns in folded layers not only illuminates the brittle deformation successions but also resulted in the detection of the main fold formation mechanism of the studied area. Based on the existing evidence at limbs of the anticline including 1- The existence of parasitic folds in soft layers, 2- Creation of layer- parallel shearing related strata-bound fractures in soft layers on various scales. Dyke intrusion into pre-existing fractures at fold limbs, preferentially has been happened in soft beds, especially in the Karaj formation equivalents pencil shales. While at the hinge zone, they have been created in hard layers, for example, andesite and basalt. The flexural slip mechanism is proposed for the Tarom Anticline.

**Keywords:** Tarom zone, Folding, Flexural slip mechanism, Stratabound Fractures

---

\*Corresponding author: Farzin Ghaemi  
Email: [fghaemi@um.ac.ir](mailto:fghaemi@um.ac.ir)

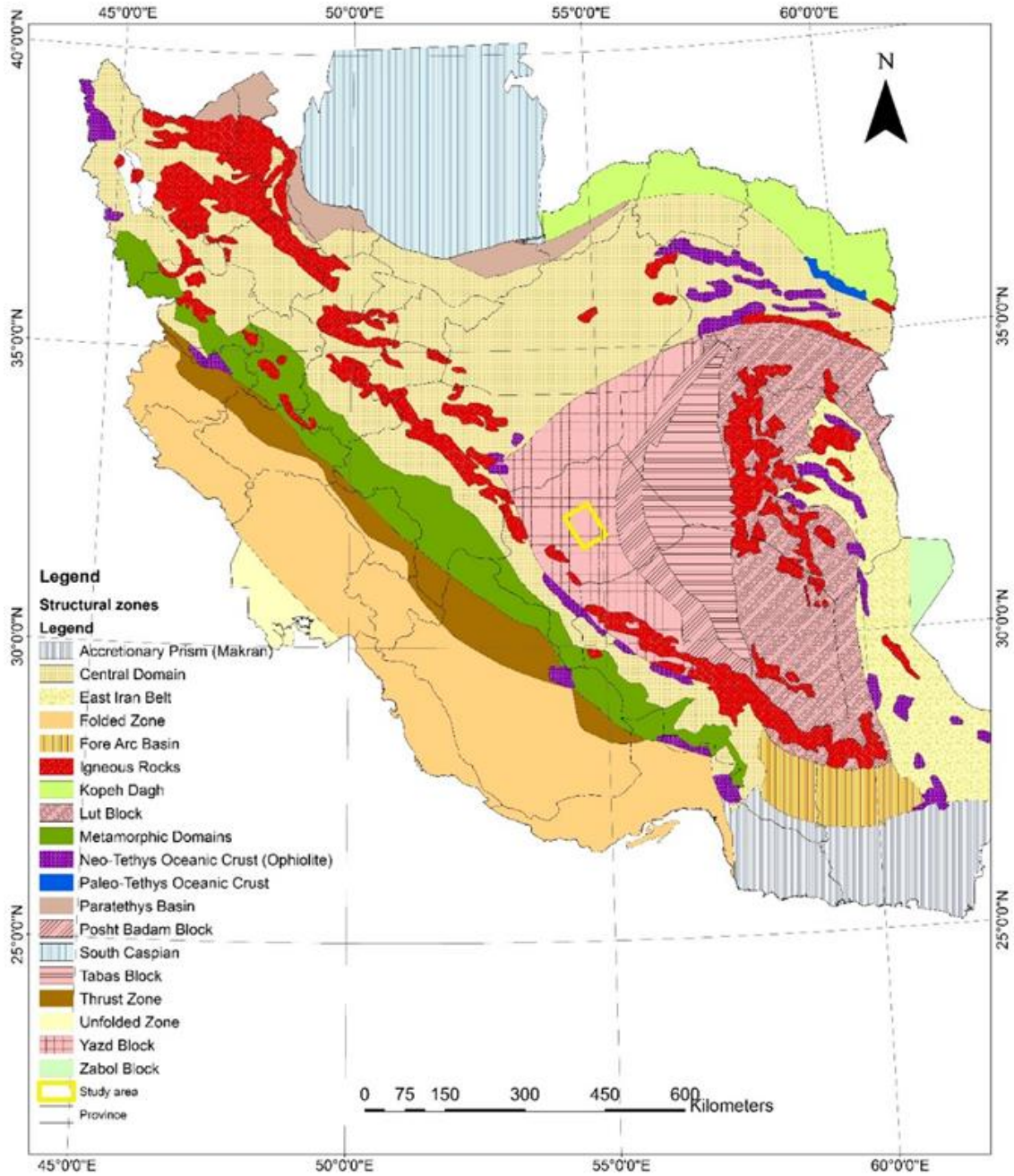


## ۱- مقدمه

گستره فهرج- خراق در باختر ایران مرکزی و در شرق بلوک یزد قرار دارد. این ناحیه در حدود ۴۵ کیلومتری شمال شرق استان یزد در حد فاصل روستاهای فهرج، نیوک، درید، دشت ده و خراق واقع شده است (شکل ۱ و ۲). استان یزد در حاشیه کویر مرکزی ایران و تقریباً در میانه فلات مرکزی که مناطق ما بین رشته کوه البرز و رشته کوه‌های زاگرس را تشکیل می‌دهد قرار گرفته است. از لحاظ ساختاری و چینه شناسی استان یزد در پهنه تکتونیکی ایران مرکزی واقع شده است. پهنه ایران مرکزی با قدمتی طولانی بصورت یک خرد قاره تکتونیکی در طی فعالیتهای تکتونیکی و وقایع کوهزایی نقش مهمی در شکل گیری سیمای تکتونیکی کنونی ایران ایفا کرده است. طی رخداد فازهای تکتونیکی متفاوت، شکستگیها و گسل های بزرگ و بی سنگی مهمی همچون گسلهای دهشیر-بافت، گسل چاپدون، گسل انار و... در این منطقه شکل گرفته است. وجود نوارهای افیولیتی و سیمای خطی آتشفشانی گواهی بر عمق زیاد فرایند های گسلش در این منطقه است. وقوع گسلش های متوالی بصورت فرازمین-فروزمین در این منطقه باعث قرار گیری سیمای ریخت زمین ساختی متفاوت در کنار هم گشته است. بسیاری از دشت ها و کویرهای موجود در این منطقه در حقیقت آثاری از

فروافتادگیها و گسلشهای قدیمی با مکانیزم فروزمین بوده که در حال حاضر بصورت مناطق پست درمجاورت ارتفاعات قرار گرفته اند (Kargaranbafghi et al, 2011). به کمک نشانگرهای جنبش شناختی (Kinematic) مربوط به دگرریختی های نسبی قدیمی (paleostrain) می‌توان وضعیت تنش های دیرین مسبب هر مرحله دگرریختی را تعیین نمود (Navabpour et al, 2007). مطالعه تنش دیرین شامل پیدا کردن تسور تنشی است که مسبب لغزش بر روی گسل های موجود در یک ناحیه است (Angelier, 1994; Twiss and unrah, 1998). در این پژوهش برداشت های دقیق میدانی براساس داده های لغزش گسلی صورت گرفته است که هر لغزش گسلی با خش لغز بر روی صفحه گسل مشخص شده است جهت و سویی از تنش برشی را دارد که به تانسور تنش واحد مربوط می‌شود (Angelier, 1994).

این اطلاعات بیانگر تنش دیرین در یک گستره است. هدف از این تحقیق تحلیل داده های زمین ساخت شکننده در زیر پهنه باقی - پشت بادام (گستره فهرج-خراق) در بازه زمانی پالنوزوئیک تا عهد حاضر به منظور شناخت تغییرات میدان تنش است.



شکل ۱. موقعیت گستره مورد مطالعه در نقشه زمین ساخت ایران (با اقتباس از آقائاتی، ۱۳۸۳ با اندکی تغییر).



## ۲- تحول ساختاری و زمین شناسی منطقه مورد

### مطالعه

منطقه مورد مطالعه در بخش خاوری بلوک یزد واقع شده است که این منطقه شامل دو گسل امتداد لغز اصلی انار و خرائق با مؤلفه راست لغز می باشد (Kargaranbafghi et al, 2011). بخش شمالی منطقه که در یک ناحیه کوهستانی واقع شده، محدوده ای است که با چندین انشعاب گسل انار با فاصله نزدیک برش داده شده است و بخش جنوبی منطقه شامل کوه بافق است. در زون گسلی انار بررسی فعالیت گسل از شواهد ریخت ساختاری استفاده شده است که با بررسی خمیدگی های ریخت ساختاری آبراهه ها، مخروط افکنه ها و گسل ها می توان حرکت راست گرد گسل را به خوبی مشاهده کرد.

گسل انار باروند شمال-شمال غربی، جنوب-جنوب شرقی و شیب نزدیک به قائم با طول بالغ بر ۱۰۰ کیلومتر در ۸۶ کیلومتری جنوب شرق اردکان قرارداد (نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰۰ فهرج). این گسل با سازوکار امتداد لغز جز گسل های کواترنری ایران محسوب می گردد؛ و شامل دو بخش مجزا است که مورفولوژی و ساختار فلات ایران مرکزی را بهم ریخته است (شکل ۲). بخش شمالی که در یک ناحیه کوهستانی واقع شده محدوده ای است که چندین انشعاب با فاصله نزدیک سرتاسر رشته کوه خرائق را برش داده است. انشعابات در جنوب بهم می پیوندند و به یک اثر گسلی تبدیل می شوند. بخش جنوبی گسل در طول کوه بافق ادامه دارد که سمت راست کوهپایه غربی و سرتاسر دشت نمکی انار را برش می دهد. گسل از بین شهر مسکونی انار می گذرد که بعد از شهر انار، گسل به سمت شرق خمیده می شود و یک گسل راندگی فعال را در جنوب (در شمال کمربند آتشفشانی ماگمایی ارومیه-دختر) به وجود می آورد. قسمت خمیده شده گسل که جهت شرقی-غربی می باشد، دارای سازوکار امتداد لغز با مؤلفه راستگرد می باشد که جابه جایی امتداد لغز آن حدود ۲۰-۳۰ کیلومتر در واحدهای

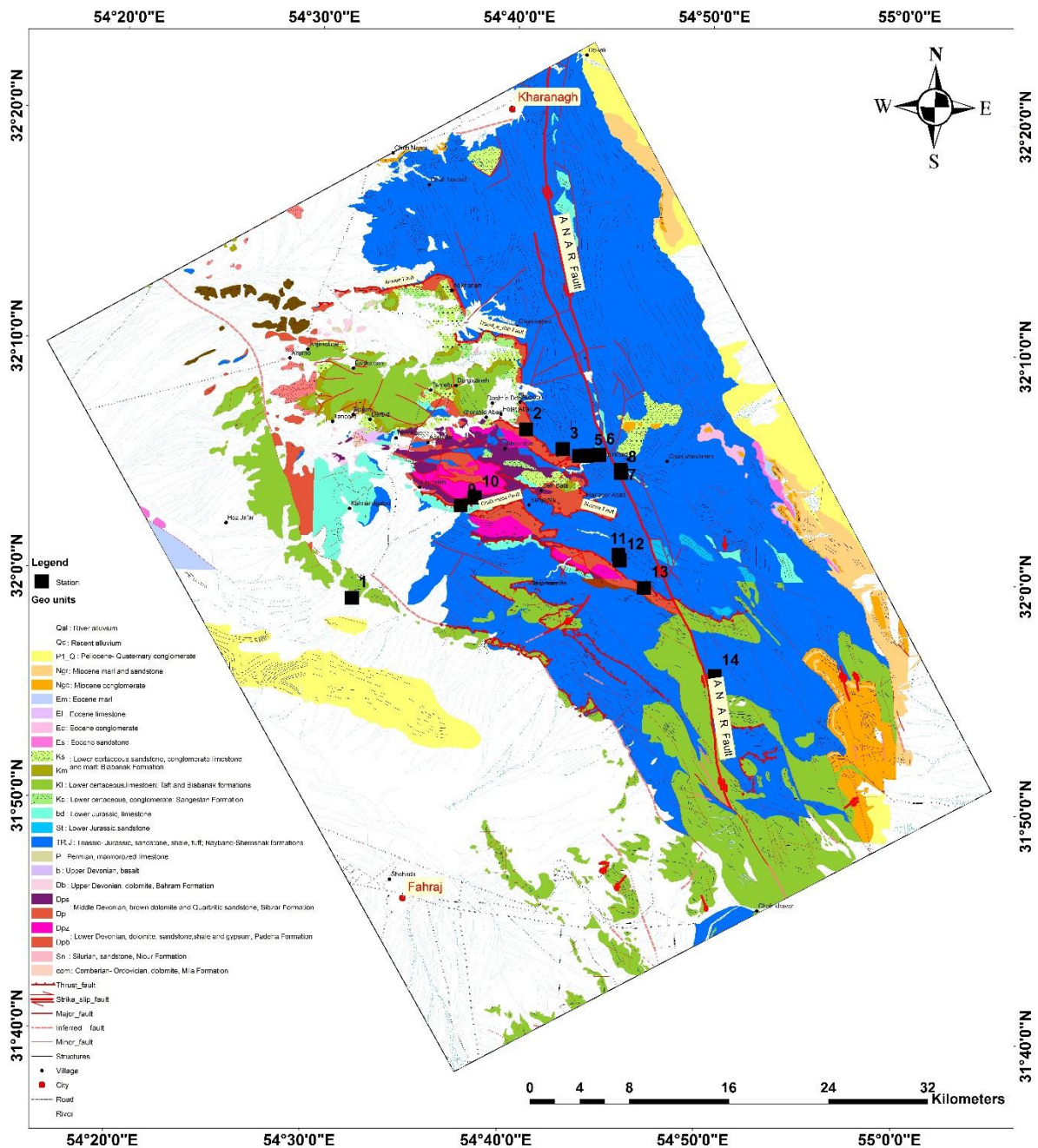
ماسه سنگی کرتاسه زیرین می باشد (Walker and Jackson, 2004; Meyer & Le Dortz, 2007).

واحدهای سنگی رخنمون یافته در گستره منطقه مطالعاتی، دربرگیرنده واحدهای سنگی پالئوژئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک است. در واحدهای سنگی پالئوژئیک سازندهای میلا، نیور، پابده، سبزار و بهرام مشاهده می شود که در این واحدهای سنگی دولومیت، سنگ آهک، شیل، ماسه سنگ، کوارتزیت، ژئیس، سیلستون، توف و کنگلومرا می باشد. سازندهای پالئوژئیک تنها در بخشی از حوزه قرار دارند. در واحدهای سنگی مزوزوئیک سازندهای ناپیند و شمشک گسترش زیاد در منطقه دارد که بیش از ۷۰ درصد از رخنمون های سنگی منطقه را شامل می شود که از ماسه سنگ، شیل، توف، کنگلومرا، با کمی لایه های زغال و سنگ آهک تشکیل شده است. واحدهای سنگی سنوزوئیک در منطقه شامل کنگلومرا، ماسه سنگ، سنگ آهک، مارن و ژئیس می باشد (هوشمندزاده و همکاران، ۱۳۸۶) (شکل ۲).

### ۳- پیشینه مطالعات

با توجه به مطالعات گذشته میزان لغزش سالیانه گسل انار کمتر از ۲ میلیمتر در سال گزارش شده است که با توجه به شواهد ریخت ساختاری و زمین لرزه های تاریخی گسل های منطقه در زمان هولوسن فعال بوده اند (Meyer and Le Dortz, 2007)، که از نظر میزان فعالیت زمین ساختی براساس لغزش سالیانه در رده گسل های فعال قرار می گیرند. با وجود عدم اطلاعات GPS برای ایران مرکزی (Masson et al., 2004; Vernant et al., 2007) و با وجود مطالعات نئوتکتونیک در منطقه مورد مطالعه نرخ لغزش ۰/۵ تا ۰/۷۵ میلیمتر در سال و فعالیت گسل های تراست دفنی پویایی تکنونیک منطقه محرز می باشد (Meyer and Le Dortz, 2007).





شکل ۲. نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (توجه: نقشه توسط نویسندگان با استفاده از ادغام نقشه های زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰/خرانق، فهرج، اردکان تهیه شده است).

#### ۴- روش مطالعه و بررسی داده ها

ترتیب زمانی رخدادها براساس ارتباط هندسی آنها نسبت به هم دیگر است. چنانکه در ایستگاه ۵ رگه های کلسیتی در دومرحله تحت تاثیر گسل های منطقه قرار گرفته است در مرحله اول تحت تاثیر پهنه برشی راستالغز (شکل پذیر) و در مرحله دوم تحت تاثیر گسل چپ لغز (شکندنه) قرار گرفته است (شکل ۳-ب). همچنین در ایستگاه ۸ یک صفحه گسلی، دو دسته خش لغز غیر همسو راستالغز و نرمال را نشان می دهد (شکل ۳-ج) که براساس شواهد سطح گسل حرکت نرمال قدیمی تر از امتداد لغز رخ داده است و نشان دهنده تغییر جهت لغزش با گذر زمان است، این موضوع می تواند به تغییر در جهت محورهای اصلی تنش باشد (Ramsay and Lisle, 2000).

مطالعه تنش دیرین پیدا کردن تنسور تنشی است که مسبب لغزش بر روی گسل های موجود در یک ناحیه است (Angelier, 1994; Twiss and unruh, 1998) در این راستا اولین مرحله در تحلیل تنش دیرین، گردآوری داده های کمی و کیفی لغزش گسلی براساس برداشت های میدانی است. برای شناخت سن نسبی داده های لغزش گسلی علاوه بر استفاده از سن سازندهای زمین شناسی در هر ایستگاه، از شواهد مختلف دیگری استفاده شده است. بطور مثال: صفحات گسلی عمود بر لایه بندی (Navabpour et al., 2007; shahidi, 2008)، خش لغزهای موازی لایه بندی روی گسل های شیب دار عمود بر لایه (شکل ۳-الف) و در نهایت مشخص کردن

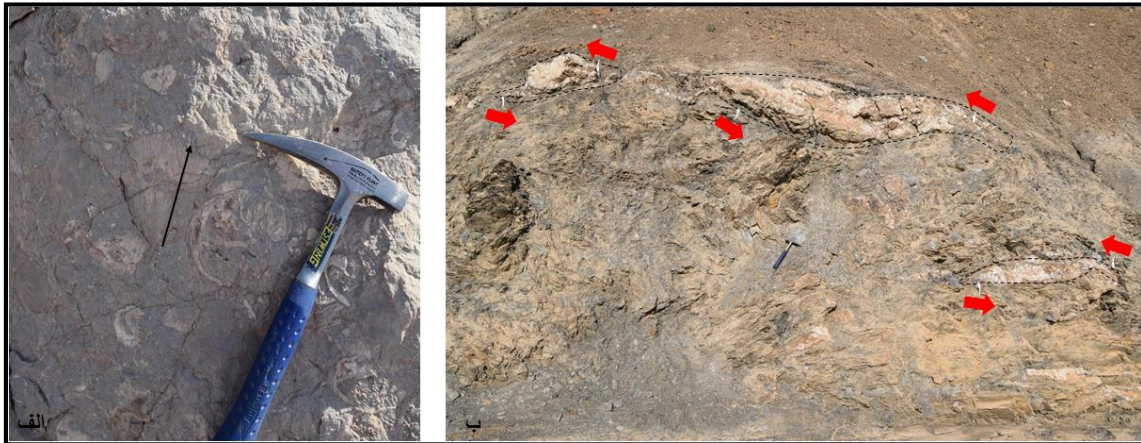


شکل ۳- الف) خش لغزهای موازی لایه بندی روی گسل های شیب دار عمود بر لایه، ب) رگه های کلسیتی گسلیده در ایستگاه ۵، ج) خش لغز راستالغز راست بر و نرمال در یک صفحه در ایستگاه ۸.

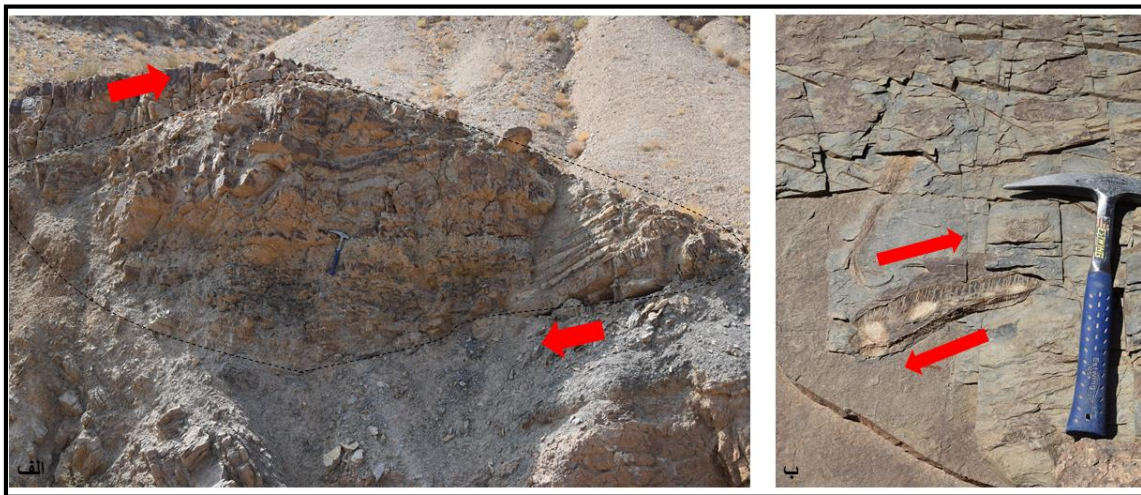


بودن صفحه گسلی (شکل ۴-الف)، ساختارهای بودیناژ (شکل ۴-ب)، ساختارهای لتری (شکل ۵-الف) و بازشدگی کششی (شکل ۵-ب) مشخص شده است.

در این راستا جهت بازسازی وضعیت تنش دیرین در محدوده مورد بررسی در ۱۳ ایستگاه داده های خش لغز گسلی، در بازدیدهای میدانی برداشت شد. پراکندگی ایستگاه ها به گونه ای است که سازندهای زمین شناسی پادها و سیزار، بهرام، ناینند و شمشک و تفت را شامل می شود. در هر ایستگاه براساس شواهد موجود ساختار شکننده، صفحه های گسلی مشخص و سازوکار هر صفحه گسل با دقت بالا توسط نشانگرهای سوی حرکت از قبیل زبر و صیقل



شکل ۴-الف) اثر خش لغز بر روی سنگ های حاوی فسیل، ب) ساختارهای بودیناژ با ریت داخل مارن های آهکی



شکل ۵-الف) ساختار لتری شکل که نشانگرهای خوبی برای تعیین نوع حرکت در منطقه هستند، ب) بازشدگی کششی که با رگه های کلسیتی پر شده و حالت بودینی دارد.

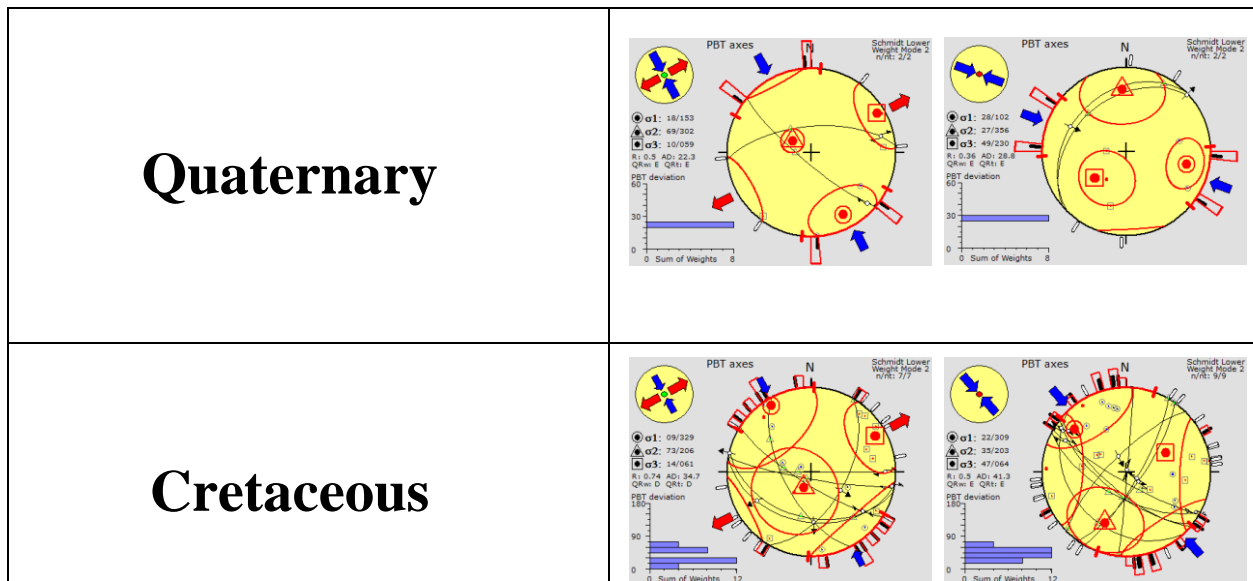




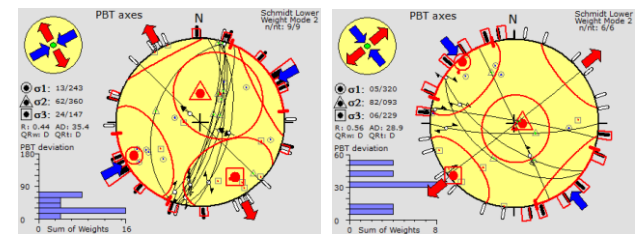
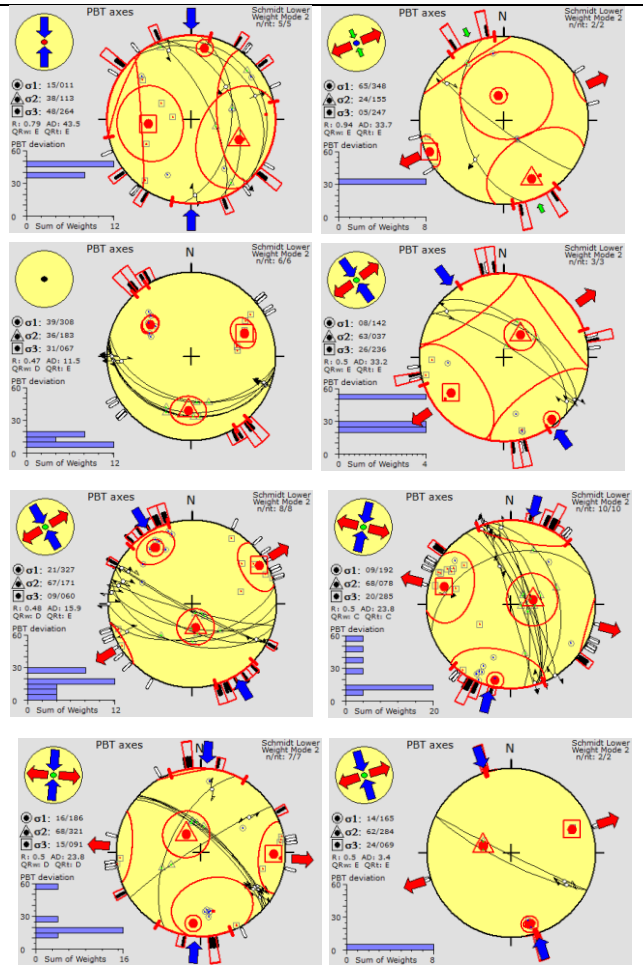
های برداشت شده در هر ایستگاه به صورت جداگانه وارد نرم افزار می شود و نرم افزار، نوع رژیم زمین ساختی و وضعیت جهت تنش، محورهای اصلی تنش ( $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ ) را برآورد می کند و برای هر ایستگاه به صورت استریونت های مختلف نمایش می دهد. در هر استریونت جهت تنش به صورت پیکان های رنگی، موقعیت صفحه گسل به صورت خط مشکی نازک و جهت حرکت صفحه های گسلی به صورت پیکان های نازک جهت نوک پیکان، سوی حرکت را نمایش می دهد. همچنین موقعیت محورهای اصلی تنش، با شکل دایره کوچک موقعیت  $\sigma_1$ ، با شکل مثلث کوچک  $\sigma_2$  و مربع کوچک  $\sigma_3$  را نشان می دهد (Delvaux, 2003). در نهایت ایستگاه ها براساس واحدهای زمین شناسی و زمانی، تفکیک و تحلیل شده اند و وضعیت جهت تنش دیرین و روند تنش بیشینه ( $\sigma_1$ ) در رژیم های زمین ساختی فشاری و امتداد لغز و روند تنش کمینه ( $\sigma_3$ ) در رژیم زمین ساختی کششی، مشخص شده است.

دومین مرحله در تحلیل، محاسبه تنسور تنش براساس وارون سازی یا روش برگشتگی است که در این پژوهش از نرم افزار Win-Tensor (Delvaux, 2003) استفاده شده است. این نرم افزار الهام گرفته از کار (Angelier, 1994)، تجزیه و تحلیل تنش پوسته براساس تکنیک های وارونگی است. در این نرم افزار هم می توان از داده های لغزش زمین شناسی (گسل هایی با خطوط لغزش و شکستگی) و هم از مکانیسم های کانون زلزله استفاده کرد و تعیین تنسور تنش توسط سه تکنیک مختلف (PBT, Rotational optimization, Right Dieder) را امکان پذیر می سازد.

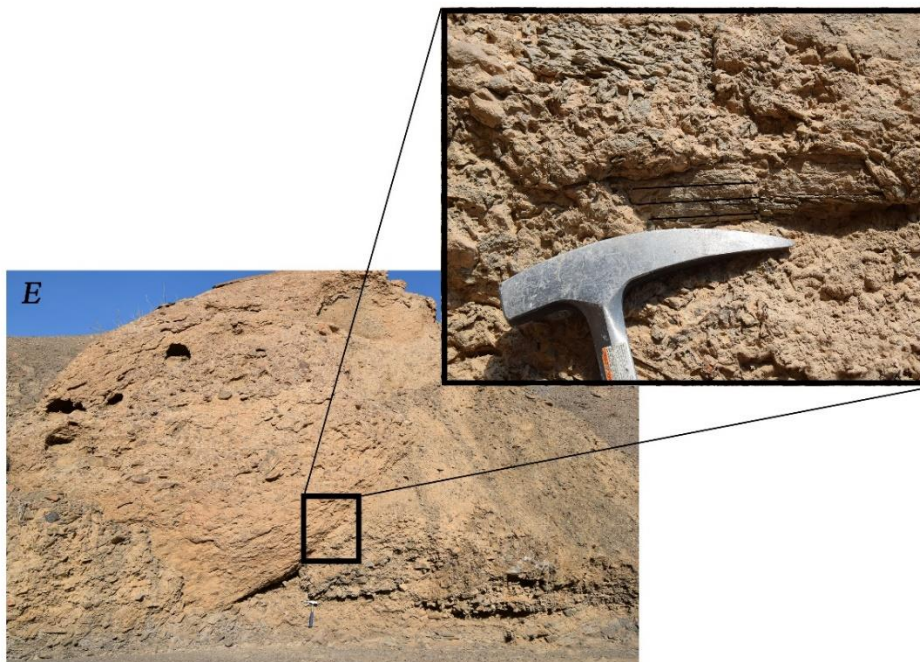
داده های برداشت شده، در هر ایستگاه شامل شیب و آزمایشات جهت شیب صفحه گسلی، شیب و آزمایشات جهت شیب خش لغز، ساز و کار گسل، بررسی توالی رسوبی در هر ایستگاه می باشد و در برخی از ایستگاه ها بازشدگی های کششی کلسیتی و ساختارهای بودیناژ و لتری از دیگر ساختارهای برداشت شده است. تمامی برداشت ها با استفاده از کمپاس کلارک انجام شده است. داده



## Triassic And Jurassic



شکل ۷) اثر خش لغز را در رسوبات عهد حاضر نمایش می دهد.



شکل ۸) ضخامت رسوبات رودخانه ای را در زون اصلی گسلی انار نمایش می دهد (نگاه تصویر به سمت شرق).

های مربوط به این داده ها توسط نرم افزار ترسیم گردید. داده های لغزش گسلی به طور غالب شامل گسل های امتداد لغز است. آزمون جهت بیشینه تنش اصلی (S1) در استریونت های به دست آمده در زمان کرتاسه در راستای شمال غرب-جنوب شرقی، آزمون نزدیک به ۳۲۹،۳۰۹ درجه بر آورد شده است (شکل ۶).

#### ۴-۳- تریاسیک-ژوراسیک

لایه های شیل و آهک سازند نایبند- شمشک بیشترین گستردگی و رخنمون در محدوده مورد بررسی را دارد. برداشت بیش از ۴۰ داده لغزش گسلی از ایستگاه های ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۲۵، ۳، ۴، ۵، ۶، ۱۰، ۱۱، ۱۲ در سازند نایبند- شمشک نشان دهنده فراوانی گسل های امتداد لغز تحت تاثیر رژیم های زمین ساخت امتداد لغز در این منطقه است (شکل ۶). آزمون جهت بیشینه تنش اصلی (S1) در استریونت های به دست آمده از این سازند در چهار زیر رده قابل جدایش است: ۱- دسته ای با آزمون WNW-ESE-۲، راستای نزدیک به شمالی-جنوبی، ۳- دسته ای با جهت بین ۱۴۰ تا ۱۸۰ درجه شمالی، ۴- آزمون نزدیک به ۱۹۰ درجه می باشد.

#### ۴-۱- کواترنری

سازندهای زمین شناسی در بازه زمانی کواترنری در محدوده مورد بررسی شامل رسوبات رودخانه ای عهد حاضر است که در بخش هایی از محدوده رخنمون دارد و در ایستگاه های ۷ و ۷<sub>۱</sub> از این سازند برداشت شد. داده های لغزش گسلی بطور غالب گسل های امتداد لغز است که تحت تاثیر تنش های وارده در منطقه ایجاد شده است. این بخش لغزها نشان دهنده ی فعالیت جدید در گسل انار است که در چندین نقطه قابل مشاهده بود (شکل ۷) و همچنین وجود رسوبات عهد حاضر با ضخامت های بسیار زیاد در این منطقه تایید کننده است (شکل ۸). آزمون جهت بیشینه تنش اصلی (S1) در استریونت های به دست آمده ۱۵۳، ۱۰۲ درجه می باشد (شکل ۶).

#### ۴-۲- کرتاسه

در ایستگاه ۸ سازند تفت و ایستگاه ۱۳ سازند بیابانک (کرتاسه) بیش از ۲۰ داده لغزشی گسلی برداشت شده است. بیش از ۲۰ داده لغزشی گسلی از این ایستگاه ها برداشت شده است. استریونت

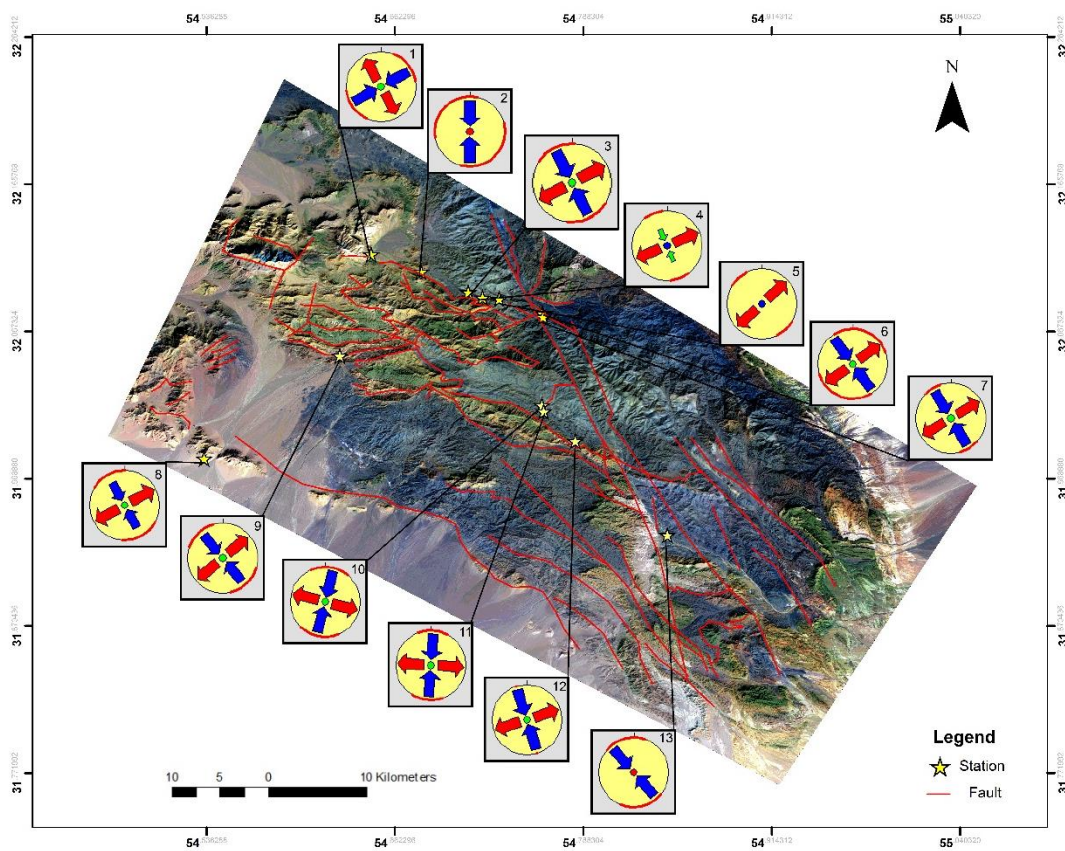


#### ۴-۴-۴-دوین

اصلی (S1) در استریونت های به دست آمده برای ایستگاه ۱، ۲۴۳ درجه و ایستگاه ۹، ۳۲۰ درجه است.

در این پژوهش اطلاعات مربوط به ایستگاه ها و نتایج حاصل از استریونت ها در شکل ۶ آورده شده است و در نهایت استریونت های مربوط به هر ایستگاه و موقعیت هر ایستگاه در محدوده مورد بررسی در شکل ۹ بر روی تصویر ماهواره ای ستینیل ۲ نمایش داده شده است.

سازندهای زمین شناسی در بازه زمانی دوین در محدوده مورد بررسی شامل سازندهای پادها-سیزار و ماسه سنگ های دوین پایینی که در بخش های غربی محدوده رخنمون دارد. ایستگاه های ۱ و ۹ از این سازند برداشت شده است. داده های لغزش گسلی به طور غالب شامل گسل های امتداد لغز است. استریونت های آن ها توسط نرم افزار ترسیم شده است (شکل ۶). آزیموت جهت بیشینه تنش



شکل ۹) تصویر ستینیل ۲، تانسورهای تنش در منطقه مورد مطالعه، فلش های آبی، قرمز و سبز حداکثر، حداقل و متوسط فشرده سازی اصلی را نشان می دهد.



## ۵- نتیجه گیری

براساس داده های زمین ساخت شکننده و دیگر شواهد ساختاری و همچنین بررسی ساختارهای لتری شکل در منطقه نتایج زیر حاصل شد.

۱. تحلیل تنش دیرین تاثیر چیره زمین ساخت امتداد لغز را در منطقه نشان می دهد که تحت تاثیر سیستم گسلی انار در منطقه رخ داده است.
۲. بازسازی تنش دیرین در منطقه گویای چرخش پاد ساعتگرد از حالت عمود بر گسل انار تا موازی با آن در طول زمان است. آزمون جهت بیشینه تنش اصلی (S1) در زمان کواترنری ۱۵۳،۱۰۲ درجه، در زمان کرتاسه ۳۰۹،۳۲۹ درجه، در زمان تریاسیک-ژوراسیک از حالت شمال شرق- جنوب غرب به صورت پاد ساعتگرد تا شمال- جنوب و در نهایت به صورت شمال غرب- جنوب شرق، در زمان دونین ۲۴۳،۳۲۹ درجه است. که عملکرد گسل راستالغز انار که تنش

بیشینه را در طول زمان در منطقه کنترل می کند نشان میدهد. چرخش پاد ساعتگرد که متاثر از چرخش بلوک ایران مرکزی و همگرایی صفحه عربی نسبت به اوراسیا در طول زمان است تأیید می شود. در این مطالعه تاثیر همگرایی صفحه عربی و تاثیر تنش اعمال شده گسل امتداد لغز انار در منطقه مورد تأیید است.

۳. نتایج حاصل از تعیین جهت تنش با استفاده از تحلیل ساختارهای لتری شکل تاییدی بر نتایج حاصل از داده های خش لغز گسلی است.
۴. وجود خش لغز در رسوبات عهد حاضر و همچنین ضخامت زیاد این رسوبات در منطقه دلیلی بر فعال بودن سیستم گسلی انار در زمان عهد حاضر در این منطقه است. برخی از خش لغزهای موجود در رسوبات عهد حاضر نیز نشان دهنده فعالیت گسل های نرمال در منطقه هستند. در مناطقی که گسل های امتداد لغز فعال هستند فعالیت گسل های نرمال و تراست نیز محرز می باشد.



Kargaranbafghi, F., Neubauer, F., & Genser, J., 2011. Cenozoic kinematic evolution of southwestern Central Iran: Strain partitioning and accommodation of Arabia–Eurasia convergence. *Tectonophysics*, 502(1-2), 221-243.

Masson, F., Anvari, M., Djamour, Y., Walpersdorf, A., Tavakoli, F., Daignieres, M., Nankali, H. and Van Gorp, S., 2007. Large-scale velocity field and strain tensor in Iran inferred from GPS measurements: new insight for the present-day deformation pattern within NE Iran. *Geophysical Journal International* 170, 436- 440

Meyer, B. and Le Dortz, K., 2007. Strike-slip kinematics in Central and Eastern Iran: estimating fault slip-rates averaged over the Holocene. *Tectonics*, 26 ,TC5009, doi:10.1029/2006TC002073.

Navabpour, P., Angelier, J. and Barrier, E., 2007. Cenozoic post-collisional brittle tectonic history and stress reorientation in the High Zagros Belt (Iran, Fars Province). *Tectonophysics* 432, 101–131.

Ramsay, J. G. and Lisle, R. J., 2000. *The Techniques of Modern Structural Geology*. Vol. 3: Fault slip Analysis and Stress Tensor Calculations, Academic Press. PP.758-810.

Twiss, R.J. and Unruh, J.R., 1998. Analysis of fault slip inversions: do they constrain stress or strain rate? *J Geophys Res* 103:12205–12222.

Vernant, P., Nilforoushan, F., Hatzfeld, D., Abbassi, M. R., Vigny, C., Masson, F., Nankali, H., Martinod, J., Ashtiani, A., Bayer, R., Tavakoli, F. and Chéry, J., 2004. Present-day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman. *Geophysical Journal International* 157, 381-398.

Walker, R. and Jackson, J., 2004- Active tectonics and late Cenozoic strain distribution in central and eastern Iran, *Tectonics*, V. 529, p. 567-578.

## سپاسگزاری:

این مقاله بخشی از رساله دکتری حمیدرضا فخمی اردکانی براساس طرح شماره ۵۳۰۶۲ دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شده است، لذا از دانشگاه فردوسی مشهد جهت حمایت های به عمل آمده سپاسگزاری می شود. از لطف و محبت سردبیر محترم مجله و پیشنهادات داوران محترم نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

## منابع فارسی

آقائباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. انتشارات زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

جعفریان، ب.، جلالی، ع.، قریب، ف.، ۱۳۸۵. نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰/۱۰۰۰۰۰/۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

هوشمندزاده، ع.، پورلطیفی، ع.، ۱۳۸۶. نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰/۱۰۰۰۰۰/۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

یوسفی، م.، حسینی، ک.، نبویه، م.، ۱۳۸۴. نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰/۱۰۰۰۰۰/۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

## References

Angelier, J., 1994. Fault-slip analysis and palaeostress reconstruction. In: Hancock, P.L. (Ed.), *Continental Deformation*. Pergamon Press, 53–100.

Delvaux, D., Sperner, B., 2003. Stress tensor inversion from fault kinematic indicators and focal mechanism data: the TENSOR program. *Geological Society, London, Special Publications* 212, 75-100