

تفکیک فازهای تنش دیرین بر پایه داده‌های گسلی ناهمگن در بخش مرکزی گسل دهشیر

نوشته: محمدرضا مشرفی‌فر*، احمد علوی** و محمد محجل***

* دانشگاه یزد، دانشکده مهندسی معدن، یزد، ایران
** دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، گروه زمین شناسی، تهران، ایران
*** دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم، گروه زمین شناسی، تهران، ایران

Separation of Paleostresses Phases Based on Heterogeneous Fault-Slip Data in the Central Part of Dehshir Fault

By: M. R. Moshrefi far*, A. Alavi** & M. Mohajjel***

*Mining Engineering Department, Yazd University, Yazd, Iran
**Geology Department, Earth Science Faculty, Shahid Beheshty University, Tehran, Iran
***Geology Department, Science Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۰۹/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۰۶/۳۱

چکیده

در این پژوهش، تفکیک فازهای تنش دیرین در محدوده مرکزی گسل دهشیر با استفاده از تحلیل تنش دیرین بر اساس مطالعه داده لغزش گسلی ناهمگن و خطواره‌های لغزشی مربوط صورت گرفته است. این داده‌ها از سازندهای کرتاسه (آهک تفت)، ائوسن آغازی (کنگلومرای کرمان) و ائوسن (سنگ‌های آتشفشانی) برداشت شده است. برای تعیین جهت لغزش، از شاخص‌هایی چون جدایش‌چینه‌شناسی، پله‌های تجمعی کانی‌ها، شکستگی‌های ریبل، شکاف‌های کششی استفاده شده است. گسل‌های منطقه مورد مطالعه بیشتر دو روند NW و NE را نشان می‌دهند که روند NW چیره است. بر اساس مطالعه داده لغزش گسلی ناهمگن و خطواره‌های لغزشی مربوط به آنها با استفاده از روش وارون چند مرتبه‌ای می‌توان کمترین انتظار تأثیر دو فاز را در منطقه داشت که محور تنش بیشینه σ_1 به طور عمده در فازهای تفکیک شده روند NE را نشان می‌دهند. محور تنش کمینه σ_3 نیز روند NW را نشان داده که با توجه به موقعیت تنش σ_3 عملکرد گسل‌ها در منطقه بیشتر به صورت گسل‌های امتداد لغز و امتداد لغز با مؤلفه معکوس است. به علاوه شکل میدان تنش فازهای تفکیک شده در منطقه دو کی شکل است.

کلیدواژه‌ها: گسل امتداد لغز، گسل دهشیر، تنش دیرین، روش وارون‌سازی چند مرتبه‌ای

Abstract

In this research, separation of paleostress phases in the central part of Dehshir fault is investigated based on the study of heterogeneous fault-slip data and their related slickenside lineations. These data are measured from the Cretaceous (Taft limestone), early Eocene (Kerman conglomerate) and Eocene (Volcanics) formations. The main criteria used here to identify sense of fault-slip are stratigraphic separation, accretionary mineral steps, Riedel shears and tension gash. The existing faults in the region of investigated often show two NE and NW trend in which the latter is usually dominant. Based on the study of heterogeneous fault-slip data and their related slickenside lineations and using the multiple inverse method, at least two phases are expected. These phases show that the axis of maximum principal stress, σ_1 , is at NE trend and that of minimum principal stress, σ_3 , is at NW trend. The location of σ_3 usually indicates that the strike-slip and reverse strike-slip faults mostly occur in the region. In addition, the shape of the stress ellipsoid is prolate in the region.

Key words: Strike-slip Fault, Dehshir Fault, Paleostress, Multiple inverse method

مقدمه

اؤسن پیشین (کنگلومرای کرمان) و اؤسن (آتشفشانی‌ها) برداشت شده است که گسل‌های برداشت شده از منطقه بیشتر روند NW و NE را نشان داده و شیب عمومی آنها ۴۰° تا ۹۰° است. خطواره‌های لغزشی آنها غالباً روند SW و NE داشته و میل ۰ تا ۴۰ را نشان می‌دهند که خود گویای مؤلفه‌های راستا لغز محدود در منطقه است (شکل ۲).

روش MI همانند روش‌های معکوس سازی دیگر مبتنی بر فرض‌ها و محدودیت‌هایی است. در این روش، مسیر لغزش روی گسل‌ها در جهت بیشینه تنش برشی روی صفحه گسلی فرض می‌شود (Bott, 1959). همچنین فرض می‌شود که لغزش روی یک گسل تأثیری بر لغزش دیگر گسل‌ها ندارد. اما می‌توان از محدودیت‌های دیگر از جمله همگن بودن میدان تنش به دلیل کوچک بودن منطقه مورد مطالعه و صفحه‌ای بودن سطوح گسلی به جهت برداشت گسل در مقیاس قابل مشاهده (Mesoscale) چشم‌پوشی کرد (Angelier, 1979).

در این روش داده‌های مورد استفاده برای معکوس‌سازی شامل موقعیت گسل، خط خش مربوط به آن و سوی حرکت است. تشخیص سوی لغزش از اهمیت زیادی برخوردار است که برای این کار می‌توان از علائمی چون جدایش چینه‌شناسی، چین‌های کشیده و تنوع بزرگی از سیماهای نامتقارن قابل مشاهده بر روی سطح گسل از قبیل زبری یا صیقلی بودن صفحه لغزش، وجود تول‌مارک‌های زمین‌ساختی و پله‌های تجمعی کانی‌ها روی صفحه لغزش، شکستگی‌های ریدل، قله‌های استیلولیتی و ... کمک گرفت. از جمله مواردی که ۱۰٪ قابل اطمینان هستند پله‌های تجمعی کانی‌ها می‌باشند (Angelier, 1994). در این تحقیق برای تشخیص سوی لغزش بیشتر از پله‌های تجمعی کانی‌ها روی صفحه لغزش و جدایش چینه‌شناسی استفاده شده است (شکل ۳ و ۴).

در مرحله بعد نرم‌افزار با استفاده از داده‌ها محاسبات لازم را انجام داده و سپس تفکیک فازهای تنش دیرین در یک فضای چهاربعدی مرکب از سه موقعیت محورهای اصلی تنش و شکل میدان صورت می‌گیرد که فازهای غالب به صورت تجمعی از این نقاط محاسبه شده، خوشه‌ها را می‌سازند. رنگ این خوشه‌ها که شامل طیف نور مرئی از بنفش تا سرخ است معرف شکل میدان تنش به ترتیب از ۰ تا ۱ (به فاصله ۰/۱) است (شکل ۵ و ۶ و ۷).

اساس روش اخیر، شبیه تحلیل خوشه‌ای است که با استفاده از جورشدگی داده‌ها انجام می‌شود (Menke, 1989). فرض کنیم N داده لغزش گسلی

پیشرفت دانش درباره مطالعات صحرایی و تنش دیرین نشان دهنده تکامل سنگ کره در مکان و زمان است و منشأ اولیه و ثانویه تنش‌های سنگ کره‌ای روابط بین صفحه‌ای و توپوگرافی بزرگ مقیاس است (Yamaji, 2000). بعضی از محققان بر این باورند که الگوی تنش با زمان تغییر می‌کند لذا باید ساختارهایی را شناسایی کرد که در اثر تنش‌های خاصی شکل می‌گیرند که در این راستا تحلیل کیفی و کمی ساختارهای شکننده مانند گسل‌ها، کلید قابل اعتمادی را برای فهم توزیع و تکامل میدان‌های تنش دیرین از رویدادهای زمین‌ساختی فراهم می‌کنند بنابراین از داده‌های گسل‌های دارای خش لغز که نوع و سوی حرکت را نشان می‌دهند استفاده می‌شود. در سال‌های گذشته، روش‌های متفاوتی برای بازسازی تنش دیرین ارائه شده است. در این مقاله به منظور تفکیک فازهای تنش دیرین از روش جدید Yamaji (2000) با عنوان وارون سازی چند مرتبه‌ای (Multiple inverse Method = MI) استفاده شده است که روش مناسبی برای تفکیک فازها با استفاده از داده‌های لغزش گسلی ناهمگن است.

روش مطالعه

بازسازی تنش دیرین در واقع تحلیل ساختارهای روی زمین است که این روش، امکاناتی را فراهم می‌سازد تا بتوان شرایط تنش را در گذشته تفسیر نمود و محیطی را که تنش در آن زمان بر آن عمل می‌کرده است، بازسازی نموده و در نتیجه فرایندهایی که منجر به ایجاد ساختارها شده‌اند را شناسایی کرد. محاسبه تنش در زمین‌شناسی ساختاری نقش بزرگی در پژوهش‌های ساختارهای شکننده ایفا می‌کند. اطلاعات پایه برای چنین کاری، استفاده از صفحه‌های گسلی و خط خش‌های مربوط است. خط خش‌ها جهت جابه‌جایی دو قطعه سنگی نسبت به یکدیگر را ثبت می‌کنند که به عنوان جهت بیشینه تنش برشی در نظر گرفته می‌شود.

در پژوهش حاضر برای به دست آوردن وضعیت تنش دیرین در محدوده مرکزی گسل دهشیر (بخش شمالی شهر دهشیر) از روش معکوس‌سازی چندمرتبه‌ای MI (Yamaji, 2000) استفاده شده است.

گسل‌های موجود در منطقه مورد مطالعه بیشتر دو روند NE و NW را نشان می‌دهند که روند NW چیره بوده که گواه آن تصویر ماهواره‌ای و نقشه ساختاری محدوده مورد مطالعه است (شکل ۱). در این پژوهش، ۱۱۵ داده لغزشی گسلی ناهمگن و خطواره مربوط به آن از سازندهای کرتاسه (آهک)،

همان‌طور که در شکل‌های ۵ و ۶ و ۷ دیده می‌شود، استریونت سمت چپ، هر مربع کوچک نشان دهنده محور اصلی σ_1 است که دنباله آن به محور اصلی σ_3 اشاره دارد اندازه و سوی دنباله، میل و روند محور اصلی σ_3 را نشان می‌دهد که بلندترین و کوتاه‌ترین دنباله به ترتیب مربوط به میل 0° تا 90° محور اصلی σ_3 است. استریوگرام سمت راست برعکس می‌باشد. تجمع این مربع‌های کوچک خوشه‌ها را می‌سازد که خوشه‌های با رنگ یکسان و دنباله‌های موازی نماینده یک فاز تنش است (Yamaji, 2000).

نرم‌افزار با محاسبه تنسور تنش کاهش یافته، مسیر لغزش تئوری هر زیرمجموعه را محاسبه و با داده‌های لغزشی گسل مقایسه کرده و هیستوگرام زوایای ناهمخوانی را برای آن زیرمجموعه رسم می‌کند سپس با روش آزمون و خطا و با در نظر گرفتن کمترین زوایای ناهمخوانی و تبعیت آنها از منحنی گوسی فازهای مختلف تفکیک می‌شود. بنابراین برای هر زیرمجموعه گسلی انتخاب شده (یک فاز) سه موقعیت محورهای اصلی تنش و شکل میدان آن مشخص می‌شود بنابراین برای هر دسته گسل‌های برداشت شده می‌توان دو یا چند فاز را تفکیک نمود. شاهد دوباره فعال شدن صفحات گسلی یا همان تأثیر چند فاز بر منطقه گسل‌هایی با موقعیت‌های مشابه ولی لغزش‌های متفاوت یا چندین مجموعه درزه‌های کششی ناسازگار با یک تنسور تنش می‌باشند (شکل ۱۰-ب، ج، و).

در اینجا با استفاده از نرم‌افزار Yamaji به کمک روش وارون‌سازی چندمرتب‌ای MI از داده‌های برداشت شده و تجمع خوشه‌ها برای آهک تفت (کرتاسه) ۵ فاز و برای کنگلومرای کرمان (ائوسن آغازی) ۴ فاز و برای آتشفشانی‌ها (ائوسن) ۳ فاز را تفکیک کرده که برای هر فاز موقعیت محورهای اصلی تنش و شکل میدان را به دست آمده است (شکل‌های ۵ و ۶ و ۷) و در نهایت کلیه مشخصات در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، شکل میدان تنش فازهای تفکیک شده بیشتر محدوده ۰ تا $0/1$ را نشان می‌دهد که گویای شکل بیضوی تنش دوکی شکل در منطقه است (شکل ۸-ب). به منظور دستیابی به یک الگوی مشخص درباره جهت‌یابی محورهای تنش در سراسر پهنه مورد بررسی، همه محورهای تنش بیشینه محاسبه شده، بر روی نمودارهای هم‌تراز دسته‌بندی شده است (عباسی و شبانیان، ۱۳۸۴) نمودار هم‌تراز محورهای تنش (شکل ۸-الف) برای همه فازهای تفکیک شده در هر سه سازند گویای آن است که محور تنش اصلی σ_1 به طور عمده در همه فازهای تفکیک شده روند NE-SW را نشان داده به علاوه محور تنش اصلی σ_3 روند NW-SE را نشان می‌دهد (شکل ۹).

از مقایسه این محورها در شکل میدان ثابت، مشاهده می‌شود که در شکل میدان

داریم، در ضمن هیچ‌گونه اطلاعات قبلی از چگونگی یا نوع میدان تنش ثبت شده روی داده‌ها وجود ندارد. مشکل این است که چگونه دسته‌های گسلی را به زیرمجموعه‌های کوچکی تقسیم کنیم که مطابق با تنش باشند که آن زیر دسته را فعال کرده است. برای حل این مشکل، یک ضریب k برای هر زیر گروه که دارای N داده می‌باشد، در نظر گرفته شده است مقدار k که درجه خوشه‌ای شدن را از نظر آماری نشان می‌دهد که می‌تواند بین ۲ تا ۷ متغیر باشد که برای $k=2$ یا $k=3$ معمولاً جواب درست به دست نیامده و خوشه‌هایی ساخته نمی‌شود. البته مقادیر کوچک k در کاهش زمان محاسبه مناسب است. بنابراین برای هر دسته گسلی پارامتر k مناسب در فضای چهاربعدی را به نحوی که زیرمجموعه‌ها قابل شناسایی باشند به دست می‌آوریم (Yamaji, 2000) که مناسب‌ترین حالت برای تحلیل داده‌های مورد مطالعه $k=5$ است. در هر صورت تعداد زیرمجموعه‌های هر دسته که شامل N داده باشد از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$N C_k = N! / k! (N - k) !$$

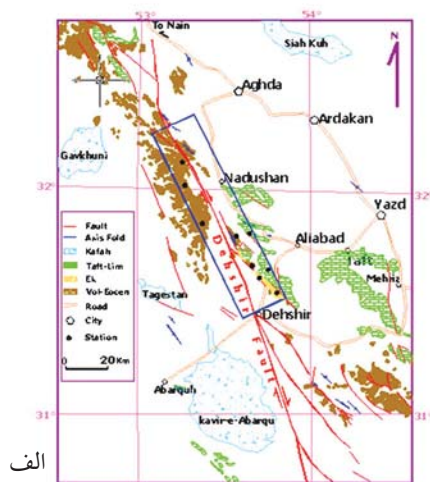
N تعداد کل داده‌های لغزش گسلی و k پارامتر دلخواه مناسب. روش محاسبه تنسور تنش در این نرم‌افزار روش جستجوی شبکه‌ای است که تنسور عمومی تنش را که بیشترین هماهنگی را با داده‌ها دارد به نمایش می‌گذارد. سپس تنش برشی محاسبه شده به واسطه این تنسور با جهت بیشینه تنش برشی اندازه‌گیری شده مقایسه می‌شود و زوایای بین آنها با عنوان زاویه ناهمخوانی (Misfit Angle) معرفی می‌شود که یکی از مشکلاتی است که چنین محاسباتی را با دشواری روبه‌رو می‌کند. برای حل این مشکل، لازم است تنسور تنش محاسبه شود تا زاویه ناهمخوانی در آن به کمترین مقدار ممکن برسد که در این مقاله زاویه ناهمخوانی تا 30° قابل قبول بوده و بیش از این مقدار، از محاسبه حذف شده است (شکل ۵ و ۶ و ۷). به علاوه توزیع زاویه ناهمخوانی باید از منحنی گوسی نیز پیروی کند، که با افزایش زاویه همخوانی، شماره کمتری از اندازه‌گیری‌ها، مورد پذیرش برنامه قرار می‌گیرند.

با استفاده از این روش، تنسورهای تنش سازگار با لغزش‌های گسلی محاسبه شده و آنها به صورت نقاطی در فضای چهاربعدی نمایش داده می‌شوند که تجمع آنها خوشه‌ها را می‌سازند و خوشه‌ها با دسته‌هایی با رنگ یکسان و موقعیت محورهای یکسان یک فاز تلقی می‌شوند. به عبارتی استریوگرام‌های مربوط به دسته‌های گسلی در این نرم‌افزار شامل دو استریونت می‌باشد که هر یک از مربع‌های کوچک درون استریونت‌ها نمادی از داده لغزش گسلی محاسبه شده در پارامتر فضای چهاربعدی مرکب از سه موقعیت محورهای اصلی تنش و شکل میدان است که رنگ آنها گویای شکل میدان تنش محاسبه شده خواهد بود (از بنفش تا سرخ به ترتیب از ۰ تا ۱).

σ_3 روند NW-SE داشته ولی میل آن متغیر بوده است.
 ۳- بر پایه تحلیل‌های انجام شده، حداقل دو فاز در منطقه تأثیر داشته که ابتدا یک فاز با رژیم زمین‌ساختی فشارشی به صورت گسل‌های معکوس عمل کرده و در مرحله دوم فاز بعدی با رژیم زمین‌ساختی راستالغز فشارشی به صورت گسل‌های امتدادلغز با مؤلفه معکوس (اریبلغز) و گسل‌های امتدادلغز محض عمل کرده است.
 ۴- ساختارهای عمومی منطقه از جمله محور چین‌ها، درزه‌های کششی و تورق‌ها نتایج حاصل را تأیید می‌کنند.

تشکر و قدردانی

در پایان این مقاله، نگارندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر و قدردانی خود را از آقای مسعودی و سرکار خانم یگانه از دانشگاه تربیت مدرس که در بهره‌گیری از نرم‌افزارها همکاری نمودند تشکر و قدردانی نماید.



الف



ب

شکل ۱- الف) نقشه ساختاری محدوده مورد مطالعه

(برگرفته از حاج‌ملاعلی ۱۳۷۲) ب) تصویر ماهواره‌ای محدوده مورد مطالعه

۰/۰ در همه دسته‌ها σ_1 عموماً روند NE-SW با زاویه میل 0° تا 16° را نشان می‌دهد در این وضعیت محور σ_3 میل 15° و 39° و 69° را نشان می‌دهد (جدول ۱). بنابراین می‌توان اظهار داشت که محور اصلی تنش σ_1 در منطقه به صورت افقی و با روند NE-SW بوده و محور تنش اصلی σ_3 روند NW-SE داشته ولی میل آن متغیر بوده و از وضعیت قائم به افقی نزدیک می‌شود. لذا با توجه به موقعیت‌های σ_1 و σ_3 در فازهای مختلف تفکیک شده حداقل انتظار تأثیر دو فاز در منطقه وجود دارد که در مرحله اول یک فاز با رژیم زمین‌ساختی فشارشی به صورت گسل‌های معکوس باعث بالا آمدن و رخنمون افیولیت‌ها شده و در مرحله دوم فاز بعدی با رژیم زمین‌ساختی راستالغز فشارشی به صورت گسل‌های امتدادلغز با مؤلفه معکوس (اریبلغز) و گسل‌های امتدادلغز محض عملکرد داشته که باعث بریده شدن گسل‌های قدیمی و ایجاد یک‌سری گسل‌های فرعی جدید شده است. مشاهدات صحرایی فراوانی این نوع گسل‌ها را نسبت به انواع دیگر تأیید می‌کند به علاوه جابه‌جایی راست‌گرد گسل دهشیر توسط آتشفشانی‌های ائوسن-الیگوسن زون ارومیه‌دختر حدود ۵۰ km برآورد شده است (Walker&Jackson, 2004). همچنین با توجه به شواهد فعالیت‌های کواترنری، کل جابه‌جایی گسل دهشیر 15 ± 65 برآورد شده است (Meyer, 2006). ساختارهای عمومی منطقه از جمله محور چین‌ها (شکل ۱)، درزه‌های کششی و تورق‌ها (شکل ۱۰) نتایج به‌دست آمده را کاملاً تأیید می‌کنند. به عبارتی محور چین‌خوردگی‌ها و تورق‌ها در منطقه عمده‌تاً روند NW-SE را نشان می‌دهند که عمود بر جهت تنش اصلی σ_1 است. از جمله شواهد بسیار خوب نشان‌دهنده تأثیر دو فاز در منطقه، وجود درزه‌های کششی با روند $N20E$ و $N40E$ است (شکل ۱۰- ب و ج) که عمده‌تاً این درزه‌ها راستای فشارش را نشان می‌دهند که با روند محور اصلی تنش به دست آمده مطابقت دارد. به علاوه وجود سطوح گسلی با دو خش‌لغزش با ریک‌های متفاوت نیز شواهدی برای این ادعا است (شکل ۱۰- ه).

نتیجه‌گیری

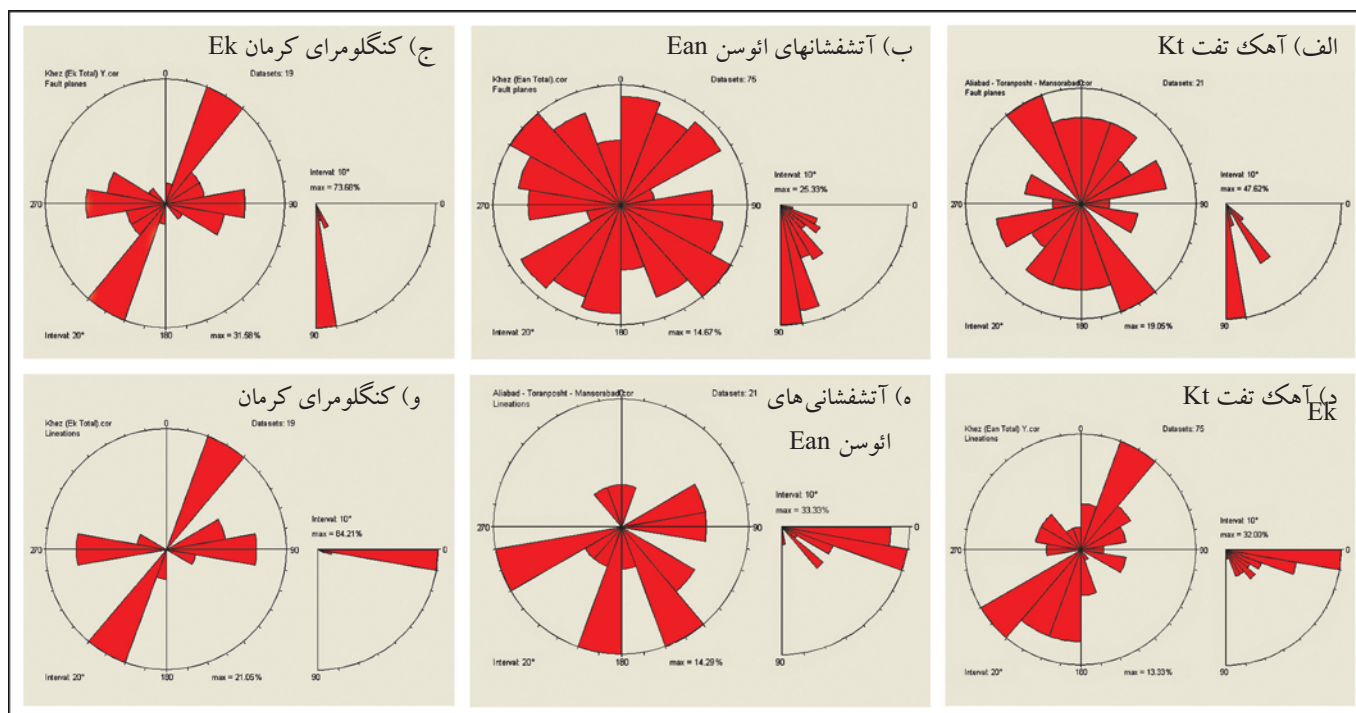
با توجه به آنچه یاد شده، دستاوردهای این پژوهش را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد.

۱- گسل‌های موجود در منطقه مورد مطالعه، بیشتر دو روند NE و NW را نشان می‌دهند که روند NW چیره می‌باشد به طوری که گسل دهشیر نیز به عنوان مهم‌ترین ساختار منطقه دارای روند NW-SE است.

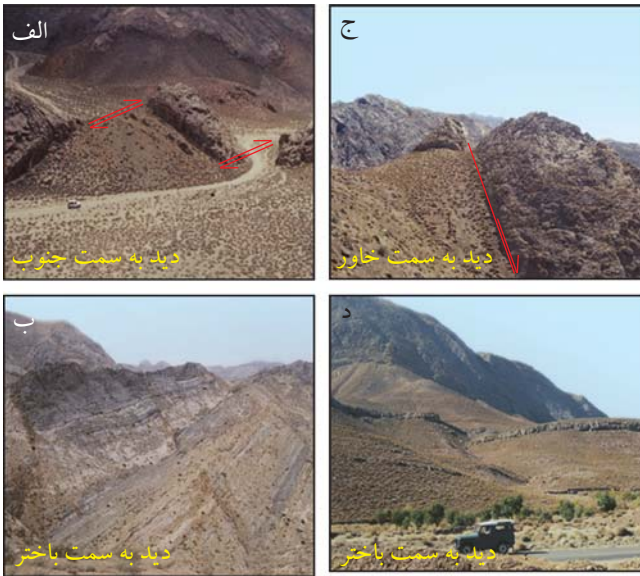
۲- بر اساس مطالعه داده‌های لغزش‌گسلی ناهمگن و خطواره‌های لغزشی مربوط به آنها با استفاده از روش وارون‌سازی چندمرتب‌بندی محور اصلی تنش σ_1 در منطقه به صورت افقی و با روند NE-SW بوده و محور تنش اصلی

جدول ۱- نام ایستگاه‌های اندازه‌گیری و ویژگی‌های میدان تنش (σ) بررسی شده در آنها

شماره	نام ایستگاه	نام فاز	$\sigma_1(Az/Plg)$	$\sigma_3(Az/Plg)$	بیضوی تنش (R)	رژیم زمین‌ساختی	سنگ شناسی	سن واحد
۱	توران پشت	۱	۲۰۷/۱۶	۱۰۳/۳۹	۰/۰	راستالغز فشارشی	آهک	کرتاسه
۲	توران پشت	۲	۲۲۲/۱۱	۱۳۱/۰۷	۰/۳	راستالغز	آهک	کرتاسه
۳	توران پشت	۳	۲۲۵/۱۱	۱۳۳/۱۱	۰/۵	راستالغز	آهک	کرتاسه
۴	توران پشت	۴	۲۱۸/۱۱	۱۲۶/۱۱	۰/۷	راستالغز	آهک	کرتاسه
۵	توران پشت	۵	۱۹۹/۴۱	۱۰۵/۰۵	۰/۹	کششی	آهک	کرتاسه
۶	روستای بوق	۱	۵۸/۰۷	۱۴۸/۰۷	۰/۳	راستالغز	کنگومرا	پالئوسن
۷	روستای بوق	۲	۲۳/۱۰	۲۹۰/۱۳	۰/۶	راستالغز	کنگومرا	پالئوسن
۸	روستای بوق	۳	۴۶/۰۰	۱۳۶/۶۹	۰/۰	فشاری	کنگومرا	پالئوسن
۹	روستای بوق	۴	۴۹/۰۵	۳۱۹/۰۳	۰/۱	راستالغز	کنگومرا	پالئوسن
۱۰	روستای عبدالله	۱	۲۷/۰۰	۱۱۷/۱۵	۰/۰	راستالغز	آندزیت	ائوسن
۱۱	روستای عبدالله	۲	۲۷/۰۵	۲۰۷/۸۵	۰/۱	فشاری	آندزیت	ائوسن
۱۲	روستای عبدالله	۳	۲۷/۰۲	۱۲۰/۶۲	۰/۲	فشاری	آندزیت	ائوسن

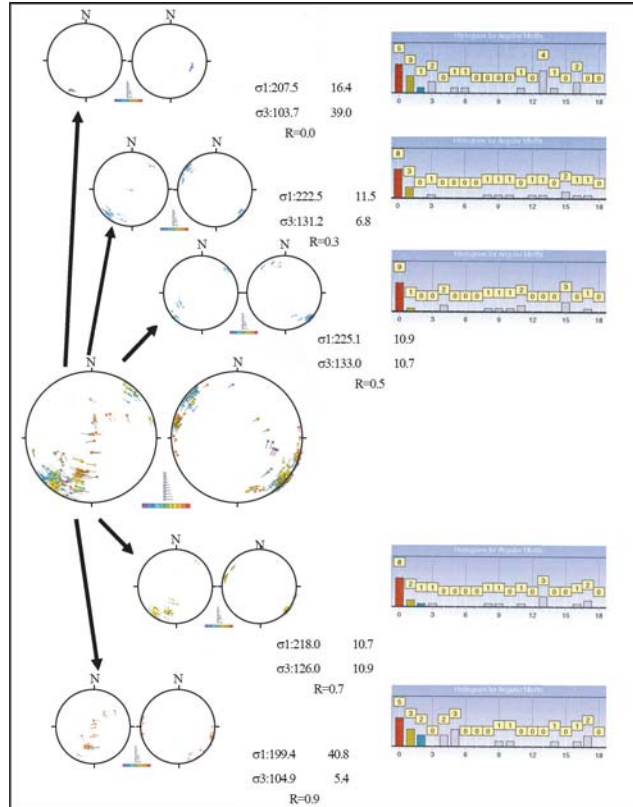


شکل ۲- الف-ب-ج) نمودار گل سرخی امتداد و شیب گسل‌های برداشت شده از سازندها.
د-ه-و) نمودار گل سرخی روند و میل خطواره‌های گسل‌های برداشت شده از همان سازندها.

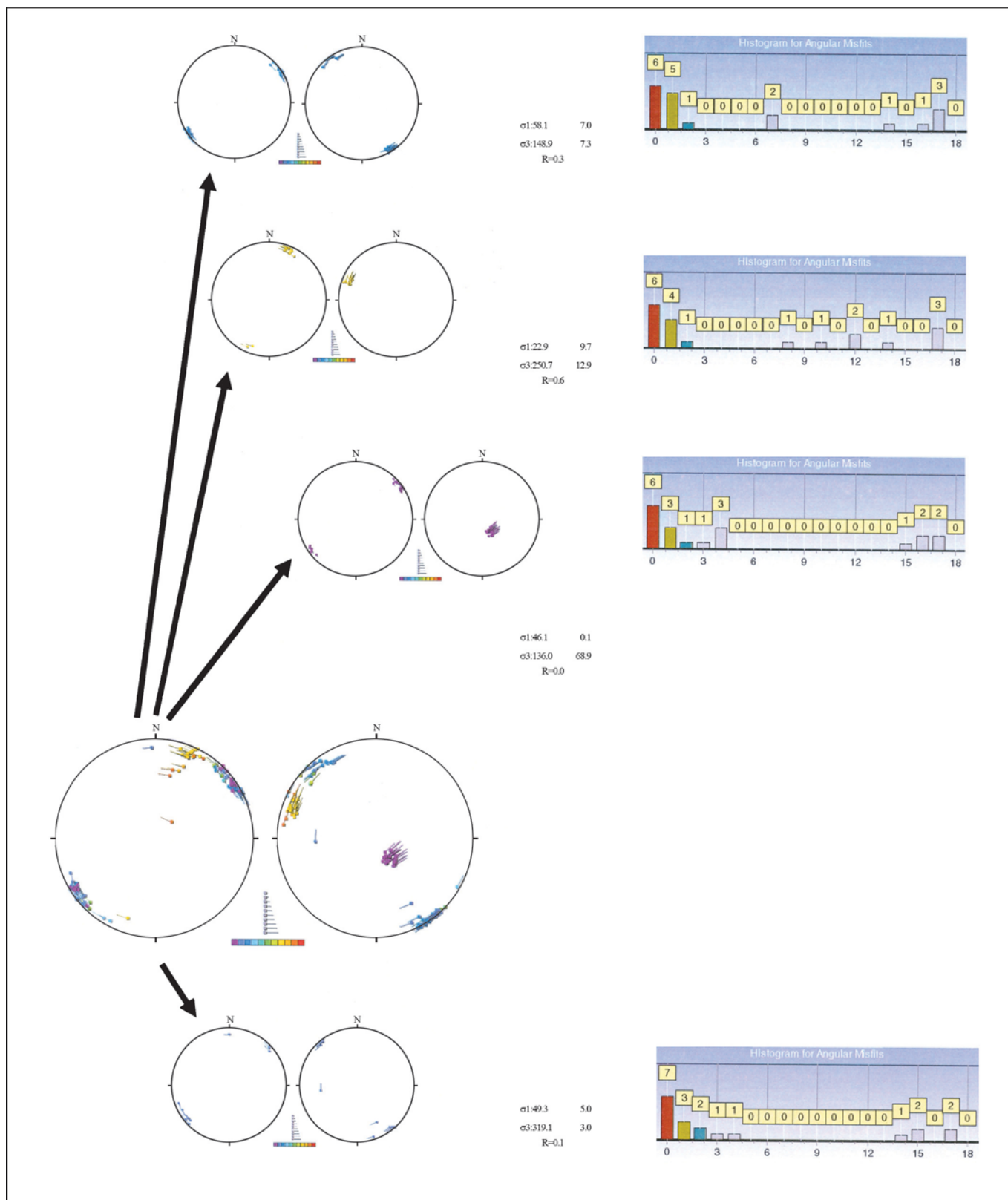


شکل ۴- مشخص کردن سمت جابه‌جایی چند گسل با استفاده از جابه‌جایی
چینه‌شناسی (الف) و دو گسل امتدادلغز چپ گرد هم‌راستا
(ب) گسل اریبلغز چپ گرد با مؤلفه نرمال (ج) گسل امتدادلغز راست گرد
(د) گسل اریبلغز راست گرد با مؤلفه نرمال

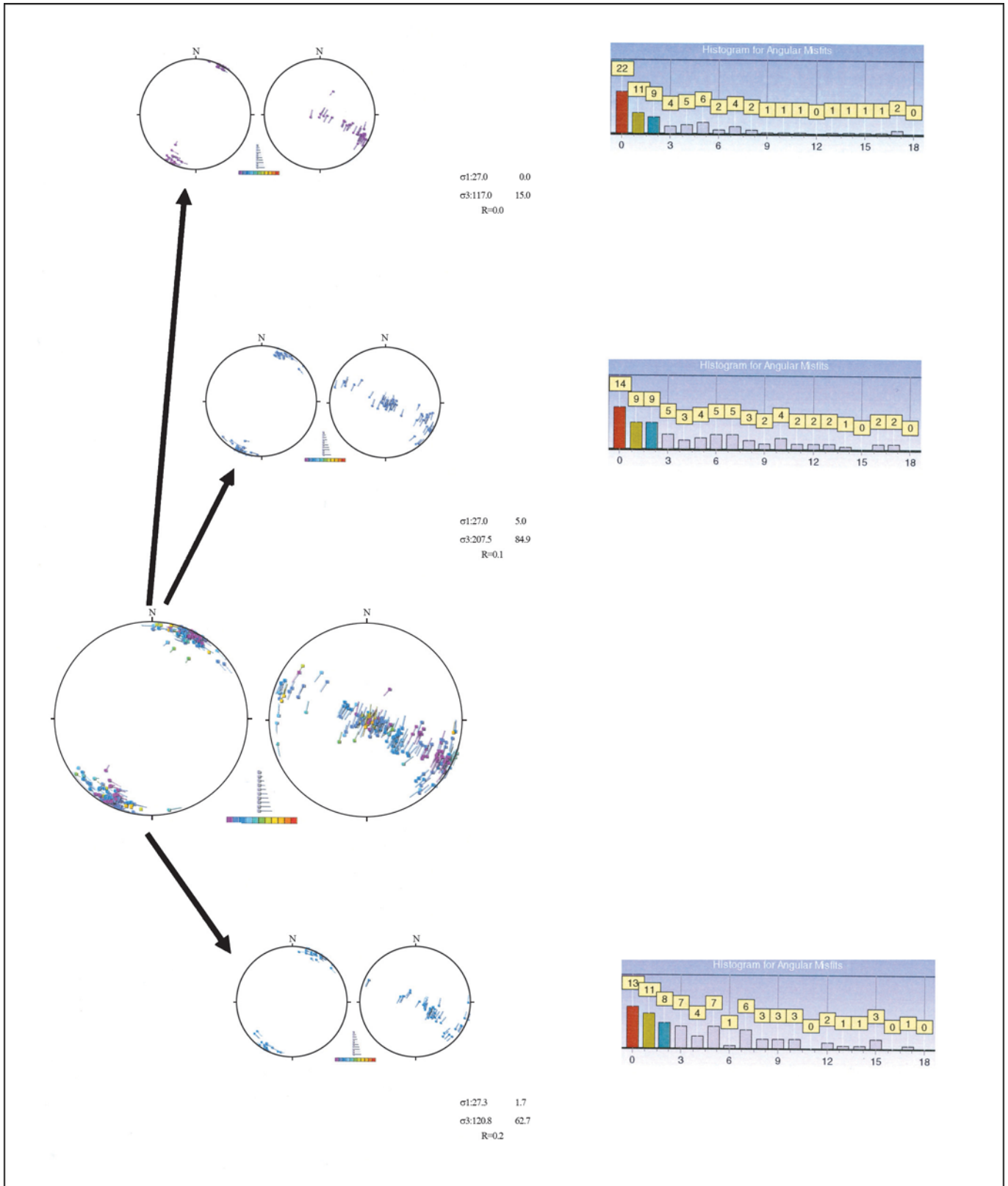
شکل ۳- سطوح گسله‌ها و خش لغزش‌های مربوط به آنها



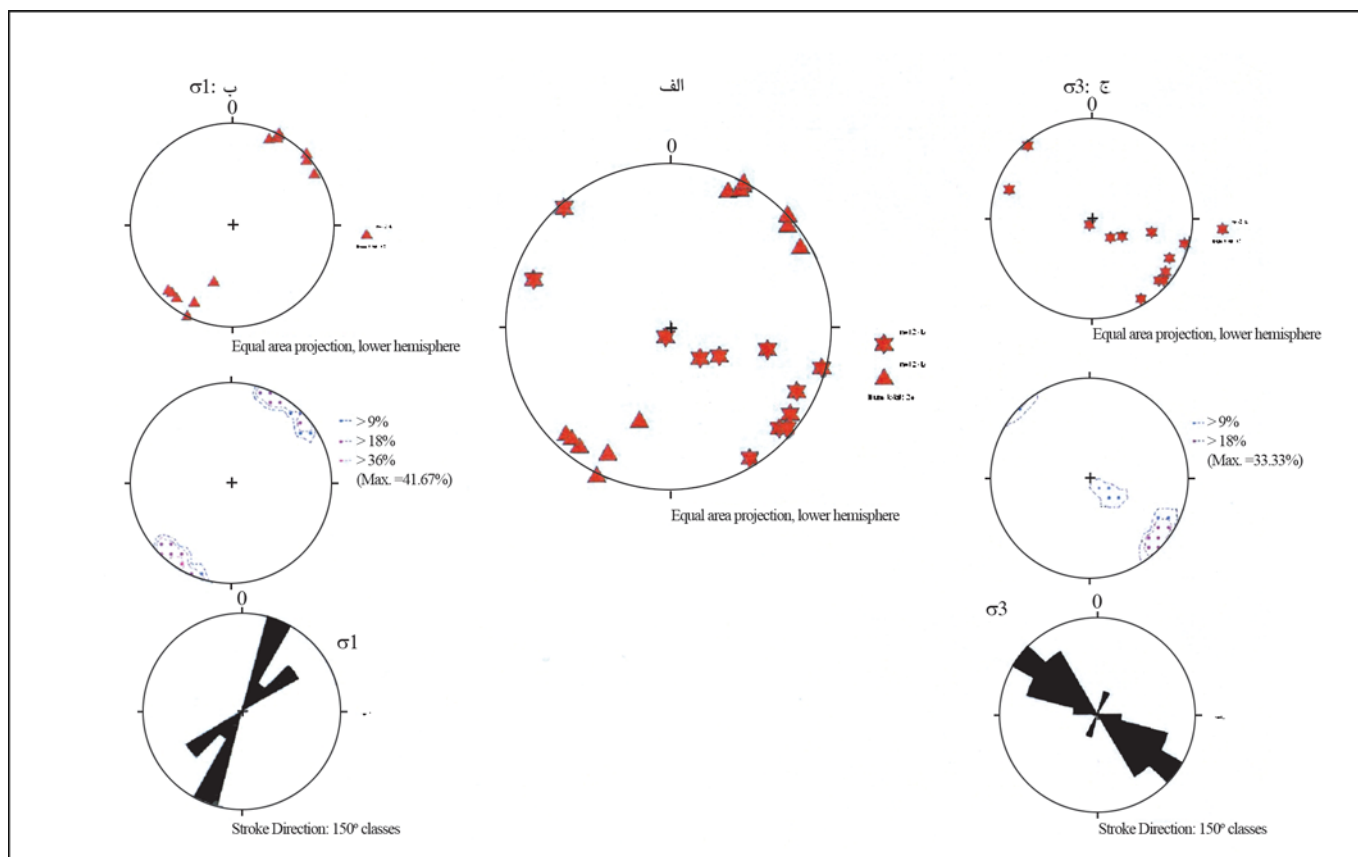
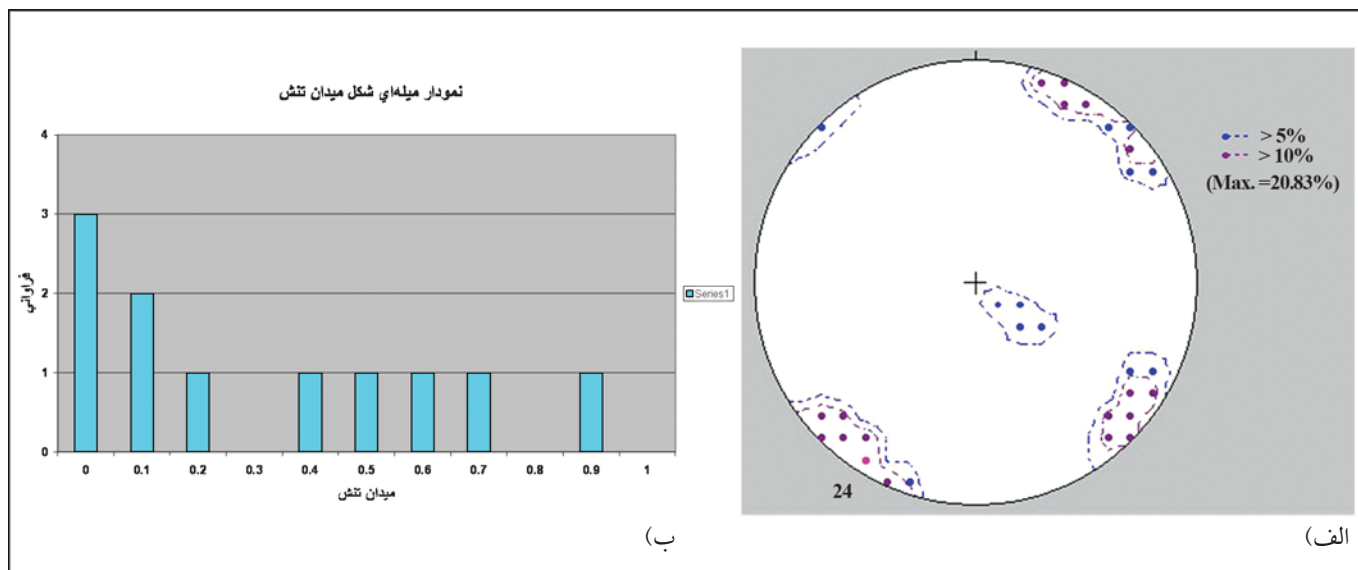
شکل ۵- تفکیک فازها با استفاده از داده‌های گسل‌های آهک تفت کرتاسه (علی آباد- توران پشت- منصورآباد) با نرم‌افزار یاماچی

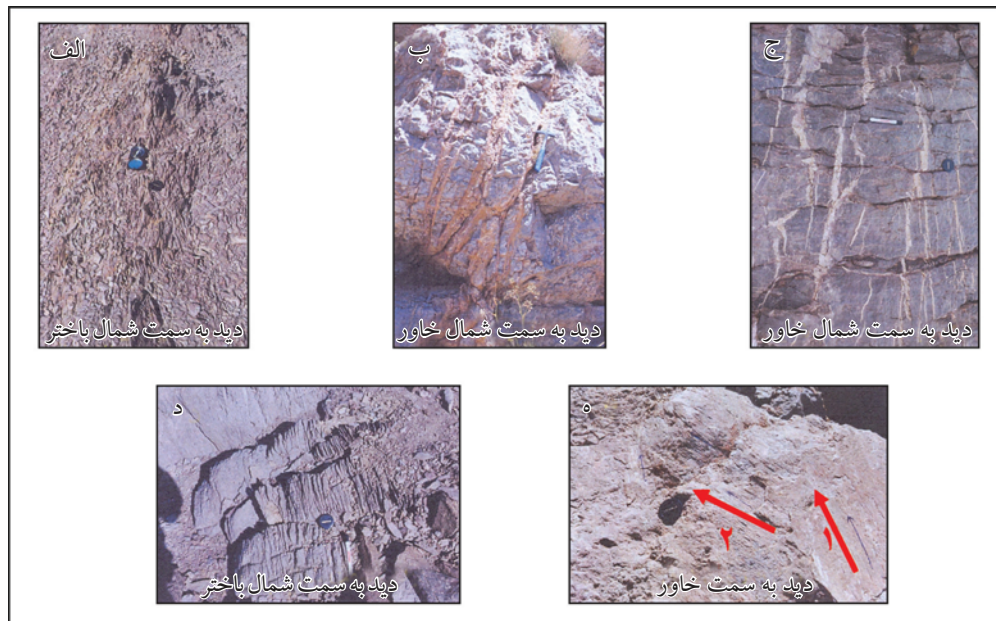


شکل ۶- تفکیک فازها با استفاده از داده‌های گسل‌های کنگلومرای کرمان ائوسن آغازی (Ek) با نرم افزار یاماچی



شکل ۷ - تفکیک فازها با استفاده از داده‌های گسلی آتشفشانی‌های ائوسن با نرم‌افزار یاماچی





شکل ۱۰- الف-د) تورق‌های ایجاد شده با روند NW-SE عمود بر تنش اصلی. ب-ج) روند درزه‌های کششی اصلی با روند NE-SW به موازات تنش اصلی. ه) سطح گسلی با دوخشلغز با ریک‌های متفاوت بیانگر تأثیر دوفاز.

کتابنگاری

حاج‌ملاعلی، ع.، ۱۳۷۲ - نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ خضرآباد، سازمان زمین‌شناسی کشور
 درویش‌زاده، ع.، ۱۳۷۰ - زمین‌شناسی ایران، دانش امروز
 عباسی، م.ر. و شبانیان بروجنی، ا.، ۱۳۸۴ - تعیین وضعیت تنش به روش برگشتی از صفحه‌های گسلی لبه جنوبی البرز مرکزی. فصلنامه علوم زمین شماره ۵۵

References

- Angelier, J., 1979-Determination of the mean principal direction of stresses for a given fault population. *Tectonophysics*, 56: 17-26.
- Angelier, J., 1994 -Fault slip Analysis & paleostress reconstruction edited by Hancock, P.L. 1994 -Continental Deformation, pergamon press Ltd. Chapter, 4: 53-100.
- Bott, M.H.P., 1959- The mechanics of oblique slip faulting. *Geological Magazine*, 96: 109-117.
- Menke, W., 1989- Geophysical data analysis: discrete inverse theory. Academic Press, San Diego.
- Meyer, B. et al., 2006- Evidence of Quaternary activity along the Dehshir Fault. *Geophys. J. Int.*
- Walker, R., Jackson, J., 2004 -Active tectonics and late Cenozoic distribution in central and eastern Iran. *Tectonics*, 23.
- Yamaji, A., 2000-The multiple inverse method: a new technique separate stresses from heterogeneous fault-slip data. *Journal of Structural Geology*, 22: 441-452.
- Yamaji, A., 2000-The multiple inverse method to meso-scale in mid-Quaternary fore-arc sediments near the triple trench junction off central Japan. *Journal of Structural Geology*, 22: 429-440.