

تحلیل هندسی میکاشیستهای خاور باتولیت همدان

نوشته: محمد مهدی فرهپور* و سید محمد علیزاده گنجی**

The geometrical analysis of micaschists in the east of Hamedan batholith

By: M. M. Farahpour* & S. M. Alizadeh Ganji**

چکیده

منطقه مورد مطالعه به وسعت 610 کیلومتر مربع در خاور باتولیت همدان و در بخش شمالی کمربند سندج - سیرجان قرار دارد. این منطقه به طور عمده از انواع میکاشیستها و اسلیت با راستای تقریبی شمال باختری - جنوب خاوری تشکیل شده است. سن این مجموعه (تکتونیتها، tectonites) مربوط به قبل از ژوراسیک است که در طی دو مرحله دچار دگر شکلی پلاستیک شده اند. این تکتونیتها بطور عمده از نوع S-L و در بعضی بخشها از نوع S هستند. در فاز اول شیستوزیته اولیه (S_1) بطور موازی با لایه بندی اولیه تشکیل شده و دارای شیب و امتداد میانگین N135/56NE و N138/30SW است. در طی این فاز انواع خطواره های حاصل از ریز چین، کانی و سایه فشاری ایجاد شده است. طول موج ریز چینها به چند میلیمتر می رسد و بطور ناپیوسته با راستای N188/12 به دنبال هم قرار گرفته اند. کانیهای ایجاد کننده خطواره ها شامل میکا و آمفیبول است و پورفیروبلاستهای استارولیت و گارنت خطواره سایه فشاری ایجاد کرده اند. پورفیروبلاستهای استارولیت نسبت به S_1 قبل تا همزمان با تکتونیک و گارنت در قبل تا بعد از تکتونیک تشکیل شده اند. در این مرحله چینهای بین لایه ای (intrafolial fold) نیز از رگه های کوارتزی در بین شیستوزیته ایجاد شده است. فاز دوم دگر شکلی در نتیجه نیروهای جانبی با روند N56 ایجاد شده و بر اثر آن عناصر بافتی کنونی نمایان شده است که ساختار اصلی موجود در منطقه را تشکیل می دهند. سطح S_2 در این فاز بر اثر چین خوردگی لغزشی - خمشی سطوح S_1 ایجاد شده و سطح محوری چینها را با موقعیت N164/61NE و N154/64 SW تشکیل داده اند خطواره ثانویه نیز با راستا و میال میانگین N157/07 حاصل لولای این ریز چینها است. از خطواره های دیگر این فاز خطواره های تقاطعی و خطواره آندالوزیت است که همروند با L_2 می باشند. چینهای بزرگ مقیاس از گونه طولی (longitudinal) بوده و بصورت تأقدیس و ناودیسهای متوالی با سطح محوری میانگین N148/74SW به موازات L_2 قرار گرفته اند. عناصر زیر بافتی مسکوبت و کوارتز در این فاز جهت یافته شده و همانند عناصر بافتی S_1 ، S_2 و L_2 تقارن ارترومبیک دارند.

واژه های کلیدی: دگر شکلی، تکتونیت، عناصر فابریکی، بر گواره، خطواره، بر گواره، کنگره ای، چین بین لایه ای و چین خوردگی لغزشی - خمشی

Abstract:

The study region covering 610 square kilometres is located in south-east of Hamedan in the northern part of the Sanandj-Sirjan belt. This region consists mainly of micaschists and slate with a nearly northwest - southeast trend. This complex (tectonites) is Pre-Jurassic, which during two phases has undergone plastic deformation and comprises chiefly S-L tectonites and in some parts S tectonites.

In the first phase, schistosity (S_1) was formed Parallel to the sedimentary bedding with average strike and dip of N135/56E and N138/30SW. Moreover, during this phase many kinds of lineations have resulted from microfold, mineral and pressure shadow. The wavelength of microfolds is a few millimetres and alternatively followed by one another with N188/12 trend. Minerals which constitute the lineation are mica and amphibole. Staurolite and garnet porphyroblasts are pre to syn-tectonic. Also at this phase, intrafolial folds of quartz vein were formed in between the first schistosity.

The second phase of deformation was created following the lateral forces (with N56 trend) which constitutes the basic structure of the region. S_2 Plane in this phase was formed following S_1 flexural-slip folding which created axial plane of folds with N164/61NE and N154/64SW. Second lineation (L_2) with average trend and plunge N157/07 is also the axes of these microfolds. Other lineations of this phase are intersected by andalusite lineations which are L_2 . Macrofolds are longitudinal type and located in succeeding anticlines and synclines with average axial plane of N148/74SW parallel to L_2 . Muscovite and quartz subfabric elements are oriented in this phase and like S_1 , S_2 and L_2 fabric elements have orthorhombic symmetry.

Keyword: Deformation, Tectonite, Fabric elements, Schistosity, Lineation, Crenulation cleavage, Intrafolial fold, Flexural-slip folding.

۱- مقدمه

خاوری در خاور توده نفوذی و هاله دگرگونی آن گسترش دارند و هر چه از شمال به جنوب پیش می‌رویم به سمت خاور به وسعت آن افزوده می‌شود. انواع میکاشیستها و اسلیت‌ها با یکدیگر مرز تدریجی دارند. میکاشیست‌ها بیشتر از کانیهای اصلی کوارتز، مسکویت، بیوتیت و پورفیروبلاستهای استارولیت، آندالوزیت و گارنت تشکیل شده‌اند. آمفیبول شیبست بصورت لایه‌های نازک تا ستبر و هم شیب با شیستوزیت اولیه در کل منطقه به ویژه در داخل استارولیت میکاشیست‌ها وجود دارد. علاوه بر این رگه‌های کوارتزی در هر فاز در نتیجه انحلال فشاری به ویژه در داخل استارولیت میکاشیست‌ها تشکیل شده‌اند.

ساختهای اصلی موجود در منطقه عبارتند از: چین‌ها که با راستای شمال باختری - جنوب خاوری به صورت ناقطبی - ناودیسهای متوالی و میل دو سویه هستند. تنها گسل اصلی موجود در منطقه گسل راندگی میان اسلیت‌ها و میکاشیست‌ها با راستای تقریبی N135 است که با راندن اسلیت‌ها بر روی میکاشیست‌ها باعث کوتاه شدن در شمال و خاور منطقه شده است (شکل ۲).

۳- تحلیل هندسی عناصر فابریکی

مجموعه سنگهای دگرگونی (یا تکتونیت‌ها؛ tectonites) منطقه دارای عناصر بافتی صفحه‌ای و خطی شیستوزیت‌ها اولیه و ثانویه (S_1 و S_2) و خطواره‌های اولیه و ثانویه (L_1 و L_2) هستند (شکل ۳). این تکتونیت‌ها بر اساس عنصرهای بافتی S_1 ، S_2 و L_2 همگن و بر اساس L_1 ناهمگن هستند. در زیر عنصرهای بافتی با توجه به فازهای دگرشکلی توصیف می‌شوند.

۳-۱- عنصرهای فابریکی فاز اول

برگواره اولیه: طبقه بندی اولیه موجود در منطقه با استفاده از لایه‌های

برای تعیین دگرریختی منطقه عنصرهای بافتی، نمودها و شیوه‌های دگرشکلی هر یک از فازها، ردیف زمانی وقوع حوادث و ارتباط تیلوز بعضی از کانیها با دگرشکلی تجزیه و تحلیل شدند. در حد مزوسکوپی از محل‌های گوناگون نمونه‌های جهت‌دار تهیه شد. اساس کار مطالعات میکروسکوپی تعیین محور نوری دانه‌های کوارتز و رخ میکاها، استفاده از میز قدروف (universal stage) بوده است. مطالعات ماکروسکوپی نیز پس از تهیه نقشه مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در جنوب خاوری شهر همدان (خاور باتولیت الوند) و در بخش شمالی زون سندج - سیرجان قرار دارد (شکل ۱). سنگهای موجود در این منطقه از انواع میکاشیست‌ها (استارولیت میکاشیست، استارولیت - آندالوزیت میکاشیست، آندالوزیت میکاشیست، و گارنت میکاشیست) و اسلیت تشکیل شده است. سن این مجموعه بر اساس فسیلهای بدست آمده در آهکهای خاکستری رنگ با میان لایه‌های دولومیتی که بطور هم شیب بر روی اسلیت‌ها قرار دارند، مربوط به قبل از ژوراسیک است. وجود ناپوستگی زاویه‌ای (این ناپوستگی میان رسوبات آهکی واحدهای ژوراسیک با گنگلومرای حاوی قله‌هایی از آهک خاکستری شیستوز و اسلیت در کوه خان‌گورمز واقع در باختر باتولیت همدان قابل مشاهده است) در بین اسلیت‌ها و سنگهای رسوبی ژوراسیک (شامل گنگلومرا با قله‌هایی از اسلیت‌ها، آهکهای خاکستری رنگ، ماسه سنگ و شیل) نشان می‌دهد که سنگ‌ها منشأ میکاشیست‌ها در فاز کیمبرین پیشین (early Cimmerian) دچار اولین دگرشکلی و دگرگونی شده است.

میکاشیست‌های منطقه بصورت نواری کم و بیش شمال باختری - جنوب

۲-۳- عناصر فابریکی فاز دوم

برگواره- برگواره بعدی که در نتیجه چین خوردگی S_1 بوجود آمده رخ کنگره ای (crenulation cleavage) است و چون بطور موازی یا نیمه موازی با سطح محوری چینهاست و همزمان با چین خوردگی ایجاد می شود رخ سطح محوری نیز نامیده می شود. با ایجاد S_2 بر روی S_1 تناوب نوارهای پیوسته میکایی و کوارتزی S_1 قطع شده است به نحوی که ارتباط هندسی و فیزیکی نواحی M و Q به دو صورت رخ کنگره ای مجزا (discrete crenulation cleavage) و رخ کنگره ای منطفه ای (zonal crenulation cleavage) پدیدار شده است (Davis, 1984) و از نظر شکل با توجه به میزان دانه های مقاوم موجود در میکاشیستها به صورت نامتقارن یا سینوسی و متقارن یا جناغ تقسیم می شوند (Marshak and Mitra, 1988). سطوح S_2 نسبت به سطح محوری چینهای ماکروسکوپی بصورت مخروطی بوده و بطور میانگین دارای شیب و امتداد $N164/61NE$ و $N154/64SW$ هستند (شکل ۸).

خطواره ها (L_2): انواع خطواره های ایجاد شده در فاز دوم عبارتند از: خطواره کنگره ای: این خطواره ها حاصل لولای ریز چینهای ایجاد شده در فاز دوم هستند ($B^{S_2}_{S_1}$). راستا و میل این خطواره از روستای ارزانفود تا جنوب منطقه $N157/17$ و از شمال تا این روستا $N336/07$ است که تغییر راستای آن به دلیل وجود گنبدی است که در زیر این منطقه وجود دارد (فرهپور و همکاران، ۱۳۷۷؛ شکل ۹).

خطواره تقاطعی (intersect lincation): مهمترین خطواره تقاطعی موجود در منطقه خطواره حاصل از تقاطع دو صفحه S_1 و S_2 است (S_2 مربوط به سطح محوری چینهای مروسکوپی ایجاد شده در D_2 با طول موج بین ۵ تا ۶۰ سانتیمتر است).

خطواره کانی-اکثر پورفیروبلانتهای آندالوزیت بطور موازی یا نیمه موازی با راستای محور ریز چینهای فاز دوم قرار گرفته اند و در سطح S_1 خطواره ایجاد کرده اند. جهت یافتگی اکثر این پورفیروبلانتهای $N165$ است.

چینها- چینهای ایجاد شده در طی این فاز در دو مقیاس مروسکوپی و ماکروسکوپی تشکیل شده اند. چینهای ماکروسکوپی بصورت چند تقادیس-ناودیس متوالی و از نوع طول هستند. بر اساس تقسیم بندی Fluty (1964) چینها از نوع باز و ملایم (open and gentel) و بر اساس تقسیم بندی Ramsay (1967) چینها نیمه سیلندری (sub-sylindrical) و با تک شیبهای (isogon) همگرا تا موازی (در منطقه لولا) در کلاس 1C و 2 قرار می گیرند. سطح محوری

آمفیبولیتی و باندهای ماسه سنگی در داخل میکاشیستها شناسایی شد. در کل منطقه حتی در لولای چینها طبقه بندی به موازات شیستوزیته اولیه است. برگواره اولیه در سنگهای دگرگونی منطقه باتوجه به درجه دگرگونی به دو نوع رخ اسلیتی (slaty cleavage) و شیستوزیته (schistosity) تقسیم می شود.

رخ اسلیتی در سنگهای دگرگونی درجه پایین مانند اسلیتها حاصل جهت یافتگی میکا با تبلور مجدد ضعیف است. در میکاشیستها که تبلور مجدد به طور کامل صورت گرفته است برگواره به دو صورت شیستوزیته پیوسته نوع ۱ (continuous schistosity type 1) و شیستوزیته پیوسته نوع ۲ (continuous schistosity type 2) - تقسیم می شود (Borradaile, 1982). شیب و امتداد میانگین حاصل از این برگواره $N138/30SW$ و $N135/56NE$ است (شکل ۴).

خطواره ها (L_1): بر حسب نوع عنصر بافتی ایجاد کننده آن عبارتند از: خطواره کنگره ای (crenulation lineation) - این خطواره مربوط به لولای ریز چینهایی است که طول آنها چند سانتیمتر است و از بدنبال هم قرار گرفتن آنها در سطح S_1 خطواره ایجاد شده است. این چینها حول محور چینهای فاز بعدی چرخیده اند. راستا و میل محور این چینها در وضعیت کنونی $N188/12$ است (شکل ۵) که پس از برگشت دادن آن حول محور چینهای فاز دوم راستا و میل اولیه آنها بصورت $N003/07$ بدست می آید.

خطواره سایه فشاری (pressure shadow lineation) - از بدنبال هم قرار گرفتن سایه فشار پورفیروبلانتهای تشکیل شده در قبل از فاز D_1 در سطح S_1 خطواره سایه فشاری به موازات خطواره کنگره ای تشکیل شده است (شکل ۶).

خطواره کانی (mineral lineation) - این خطواره از جهت یافتگی محور طول کانیهای آمفیبول یا لپه نازک کانیهای صفحه ای میکا در میکاشیستها به موازات L_1 بوجود آمده است.

چینها- چینهای تشکیل شده در این فاز در میکاشیستها با طول چند سانتیمتر و دامنه ۲ تا ۳ میلیمتر بصورت پلکانی (en echelon) تشکیل شده اند. چینهای دیگری که در این فاز ایجاد شده اند در لایه های مقاوم مانند رگه های کوارتز حاصل از انحلال فشاری و لایه های آمفیبولیتی قابل مشاهده هستند. این چینها در حد مروسکوپی بوده و از نوع چین بین لایه ای هستند که گاهی در طی فاز بعدی دوباره چین خورده و تقارن اولیه خود را از دست داده اند (شکل ۷).



بر روی یکدیگر موازی است.

استارولیت - بلورهای استارولیت بدون جهت یافتگی خاصی در داخل میکاشیستها بصورت تکی و یا دوتایی با ماکل صلیبی وجود دارند. همانطور که در شکل ۱۳ دیده می شود پورفیروبلاستهای استارولیت همراه با چرخش باعث کج شدگی S_1 در داخل پورفیروبلاستها شده اند. S_1 در بین دانه های استارولیت ادامه یافته و حتی از داخل آنها عبور کرده است، که این وضعیت نشان دهنده تبلور بلورهای استارولیت همراه با بوجود آمدن S_1 است. در فاز S_2 پورفیروبلاستهای استارولیت ناپایدار شده و به کلریت یا بیوتیت تجزیه شده است.

آندالوزیت - درشت ترین پورفیروبلاستها را تشکیل می دهد و بیشتر دارای جهت یافتگی ترجیحی بوده و نسبت به صفحه bc محورهای پتروفابریکی کم و بیش عمودند (شکل ۱۴). آندالوزینها معمولا در داخل خود اثر صلیبی شکلی از مواد آلی دارند و تا حدی در حاشیه خود به سرسیت تجزیه شده اند. از نظر زمانی این پورفیروبلاستها که به موازات محور b جهت یافته اند بعد از D_1 و به گمان قبل یا همزمان با D_2 تشکیل شده اند.

گارنت - فراوان ترین و متنوع ترین پورفیروبلاستها از نظر زمان تشکیل است. معمولا بدلیل چگالی بیشتر و دارا بودن سطح انرژی بالاتر شکل دار و یا نیمه شکل دار و گاهی در نتیجه بالا بودن سرعت رشد نسبت به انتشار دارای بافت منطقه ای هستند (شلی، ۱۳۷۴). بلورهای از گارنت که قبل از S_1 تشکیل شده اند باعث ایجاد سایه فشار و کج شدگی S_1 شده اند و در صورتیکه به دنبال هم قرار گرفته باشند ساختار خطی ایجاد کرده اند.

بعضی از بلورهای گارنت در داخل بلورهای استارولیت همزمان با تکنونیک رشد کرده و تبلور بعد از تکنونیک خود را به نمایش گذاشته اند (شکل ۱۵). پورفیروبلاستهای گارنت همرا با ایجاد سایه فشار در S_2 در این فاز ناپایدار بوده و به بیوتیت و گاهی به کلریت تجزیه شده اند.

۵- تحلیل جنبشی عناصر فابریکی

فاز اول - بعد از دگرشکلی، طبقه بندی اولیه (S_1) و شیستوزیته اولیه (S_1) در اکثر نقاط منطقه حتی در ناحیه لولای چینها بصورت موازی با یکدیگر هستند. در این مرحله با پیشرفت فرایند دگرگونی و بدنبال آن پیشرفت دگرشکلی دانه های کوارتز و صفحه های میکا که در ابتدا بدون جهت یافتگی هستند در نتیجه افزایش کرنش بصورت منفعل و غالباً فعال می چرخند تا اینکه جهت یافتگی ترجیحی پیدا کنند - در دماهای بالاتر چرخش همراه با تبلور مجدد است. همراه با جهت یافتگی میکاها بدلیل افزایش خواص رئولوژی و کرنش در بین دانه های سیلیسی و کانیهای

چینها تخت و بطور میانگین شیب و امتداد $N148/74SW$ و محوری موازی با خطواره کنگره ای دارند.

چینهای مزوسکوپی در روی پال و لولای چینهای ماکروسکوپی تشکیل شده اند. شیوه (style) و اندازه این چینها به مقاومت سنگی که در آن تشکیل شده بستگی دارد (شکل ۱۰). در سنگهایی که سبیری نوارهای میکایی زیادتر است ریزچینها از نوع مشابه (similar) با ابعادی در حد چند میلیمتر و در سنگهایی که میزان نوارهای میکایی کمتر است ریزچینها از نوع موازی (parallel) و در نهایت بصورت چین جناغی (chevron fold) با ابعادی در حد چند سانتیمتر هستند. ریزچینها در روی پال چینهای بزرگ مقیاس به دو صورت میل همسو با چرخش ساعت و میل مخالف با چرخش ساعت و در منطقه لولا دارای تقارن M هستند.

۴- توصیف میکروسکوپی

میکا - میکاها به طور عمده بیوتیت و مسکویت هستند. بلورهای صفحه ای شکل میکا عامل اصلی در تشکیل سطوح S بوده و بیشتر در نوارهای میکایی با ستبرایی حدود ۵ میکرون و به مقدار خیلی کمتری در نوارهای کوارتزی وجود دارند. وجود خاموشی هماهنگ در بین میکاها نسبت به S_1 و S_2 نشان می دهد که هم از نظر شبکه بلوری و هم از نظر شکل تبلور جهت یافتگی ترجیحی دارند (شلی، ۱۳۷۴). بلورهای میکا در S_1 بطور همزمان با تکنونیک تشکیل شده اند. این نوع میکاها در داخل نوارهای کوارتزی در ناحیه لولای چینها با جهت یافتگی متفاوت و مقاطع با سطح S_2 مشاهده می شوند که نشانگر رشد بعد از تکنونیت آنهاست.

شکل ۱۱ دیاگرام جهت یافتگی قطب صفحه های رخ زیربافتی میکا را نشان می دهد که دارای تقارن ارتورومبیک با دو بیشینه منطبق بر سطوح S_1 و هموناکتیک با آن هستند.

کوارتز - دانه های کوارتز کانی اصلی تشکیل دهنده نوارهای غیرمیکایی در اسلیتها و خصوصا در میکاشیستهای منطقه است. در میکاشیستها اکثر قریب به اتفاق دانه های کوارتز هم در نوارهای Q و هم در نوارهای M تخت شده و جهت طولی آنها به موازات صفحه رخ میکاهاست. زاویه خاموشی هماهنگ دانه ها نشان دهنده وجود جهت یافتگی ترجیحی آنهاست. دانه های کوارتز از نظر زمانی همزمان و یا بعد از تکنونیک تحت تاثیر تنش در بین نوارها و صفحه های میکا بصورت نیمه شکل دار متبلور شده اند.

دیاگرام محور C دانه های کوارتز (شکل ۱۲) دارای دو بیشینه با تقارن ارتورومبیک است. با توجه به شکل هر یک از این مراکز که بر روی سطوح S_1 منطبق هستند عمود بر جهت S_2 است. این جهت با جهت لغزش سطوح

لایه‌ای موازی است همراه با جهت یافتگی محور نوری دانه‌ها بصورت عمود بر محور چینها (S_1) است و چون دانه‌های کوارتز پس از میکا متبلور می‌شوند؛ به دلیل محدود شدن در بین صفحه‌های میکا (Spray, 1969)، تحت فشار و بصورت تخت شده متبلور شده‌اند و حتی گاهی دارای خاموشی موجی ضعیفی هستند.

بافت‌های صفحه‌ای و خطی ایجاد شده در فاز دوم همگی بصورت فعال ایجاد شده‌اند و الگوی تقارن آنها نشان دهنده الگوی تقارن تصویر حرکت (Turner & Weiss, 1963)؛ یعنی ارتورومبیک است (شکل ۱۷). با توجه به این موضوع می‌توان جهت تنشهای اصلی δ_1 ، δ_2 و δ_3 را منطبق بر عناصر بافتی و به صورت زیر معین کرد (شکل ۱۸): راستا و میل تنشهای اصلی به ترتیب N056/09، N152/11 و N338/81 است.

۶- نتیجه

عناصر بافتی اولیه S_1 و S_2 و همچنین چینهای بین لایه‌ای که در فاز اول ایجاد شده‌اند در فاز دوم تحت تاثیر دگرشکلی مجدد قرار گرفته‌اند. بافت‌های S_2 و S_1 در طی فاز دوم بر روی بافت‌های قبلی تشکیل شده‌اند که همگی دارای تقارن ارتورومبیک هستند. بنابراین از تشابه تقارن بافت‌های S_1 ، S_2 و S_3 و محور نوری دانه‌های کوارتز همگنی و هموتاکنیکی ساخت‌های منطقه مشخص می‌شود. از سازگاری تقارن بافتها معین می‌شود که ساختها بطور غالبی بوسیله لغزش خمشی حاصل از نیروهای جاتی ایجاد شده و تقارن بافتی نشانگر تقارن تصویر حرکت است. بنابراین الگوی تقارن تصویر حرکت جهت تنش δ_1 را NS6 بدست می‌دهد.

سپاسگزاری

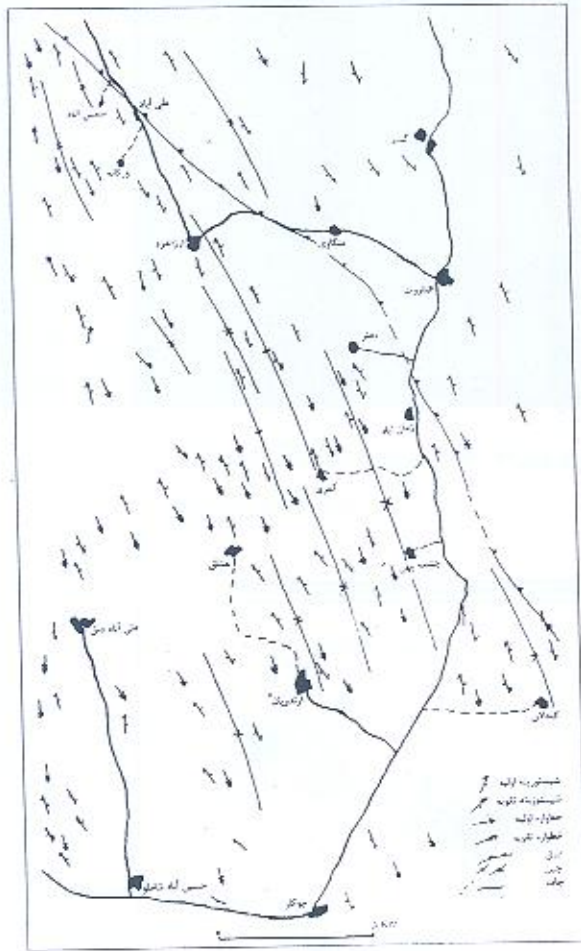
از جناب آقای دکتر سبزه‌بی و جناب آقای دکتر عباسی بخاطر راهنمایی‌های مفید و ارزنده‌شان و همچنین از جناب آقای مهندس شبانیان بخاطر همفکری و یاریشان تشکر می‌نمایم.

صفحه‌ای (Turner & Weiss, 1963 و شلی، ۱۳۷۴) دانه‌های کوارتز از بین میکاها حل شده و در نوارهای مجزایی متبلور شده‌اند؛ یعنی چرخش و تبلور مجدد میکاها در زمینه‌ای خمیری شکل که به‌طور عمده کوارتز است، صورت گرفته است. در بخش‌های ژرف‌تر که درجه دگرگونی بالاتر است سیلیس حاصل از انحلال فشاری گاهی ترکهای کششی حاصل از تنش برشی را پر کرده و در نتیجه تداوم تدریجی لغزش و تغییر شکل، از ترکهای کششی ساخت‌های S شکل بوجود آمده است. در طی لغزش بین لایه‌ای همراه با ریزچینهایی که محور آنها عمود بر لغزش است (S_1)، سایه فشاری که در اطراف پورفیروبلستهای قبل از نکتونیک ایجاد شده همگی به موازات S_1 امتداد یافته و خطواره ایجاد کرده‌اند. در پورفیروبلستهای همزمان با نکتونیک این پدیده (لغزش بین لایه‌ای) منجر به ایجاد بافت حلزونی شده است.

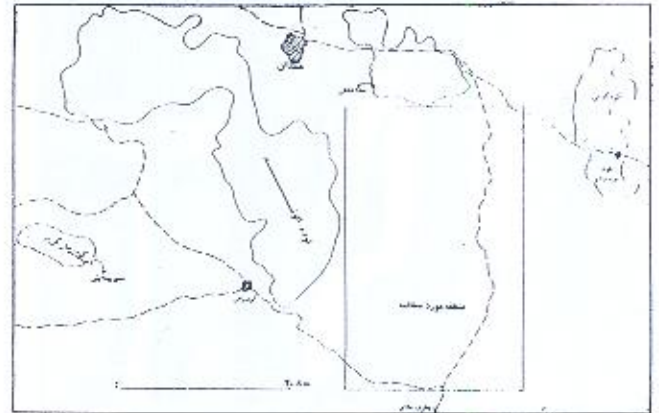
فاز دوم - در فاز دوم دگرشکلی که تحت تاثیر نیروی جاتی ایجاد شده است شیستوزیته اولیه در دو مقیاس ماکروسکوپی و مزوسکوپی دچار چین خوردگی شده است و در نتیجه آن شیستوزیته و خطواره‌های ثانویه تشکیل شده‌اند.

از مراحل اولیه تشکیل چینهای ماکروسکوپی در روی یالهای آنها لایه‌ها بر روی یکدیگر شروع به لغزش نموده و تنش برشی ایجاد شده است. همراه با این لغزش ریزچینهایی همراه تشکیل و به تدریج با افزایش میزان کوتاه شدگی به‌ویژه در منطقه لولا و بالتبع افزایش میزان جابجایی در روی یالها، چینها نامتقارن، بسته‌تر و رخ‌کنگره‌ای (S_2) مشخص‌تر شده است. همراه با لغزش سطوح S_1 بر روی هم و تشکیل ریزچینها، بلورهای طولیل آندالوزیت در جهت محور آنها آرایش یافته است.

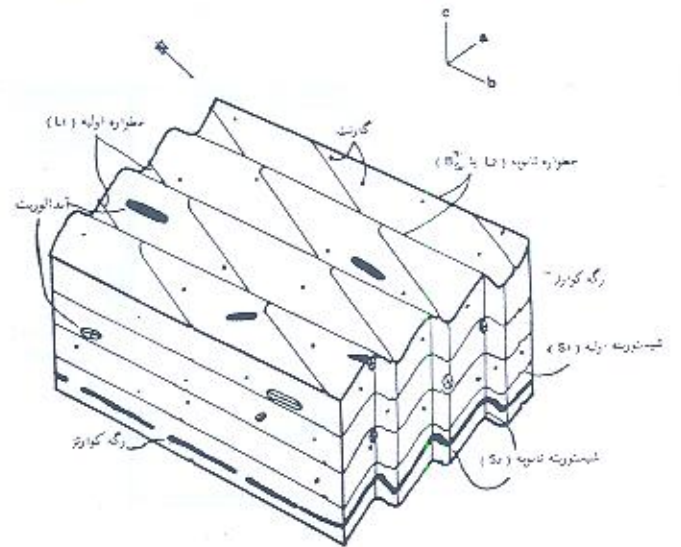
در طی پدیده بالا، بدلیل سهولت انحلال فشاری دانه‌های کوارتز و مقاومت بیشتر میکا، تنش بر روی میکاها متمرکز شده (Prise, 1990; Turner & Weiss, 1963 و شلی، ۱۳۷۴) و باعث خارج شدن میکاها از حالت موازی با جهت تنش و جهت یافتگی آنها بصورت موازی یا نیمه موازی با S_2 (عمود بر جهت تنش) می‌شود. چون در یال چینها، بزرگی تنش نسبت به منطقه لولا بیشتر است و در منطقه لولا صفحه‌های میکا قادر به چرخیدن و عمود شدن به جهت تنش نیستند (Prise, 1990)، دانه‌های کوارتز از یالها به منطقه لولای چینها مهاجرت می‌کنند. در منطقه لولای چینهای ماکروسکوپی بر اثر بیشتر بودن میزان کوتاه شدگی (Ramsay & Huber, 1988) صفحه‌های میکای یال ریزچینها در جهت عمود به تنش جهت پایی و S_2 نسبت به S_1 چیره شده است. جهت مهاجرت دانه‌های کوارتز از یالها که با جهت لغزش بین



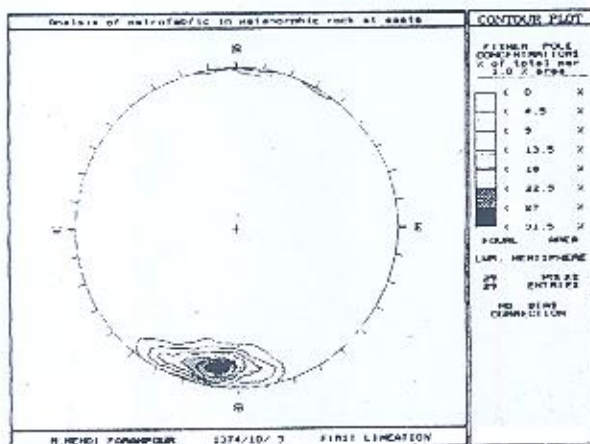
۲- نقشه ساختاری منطقه



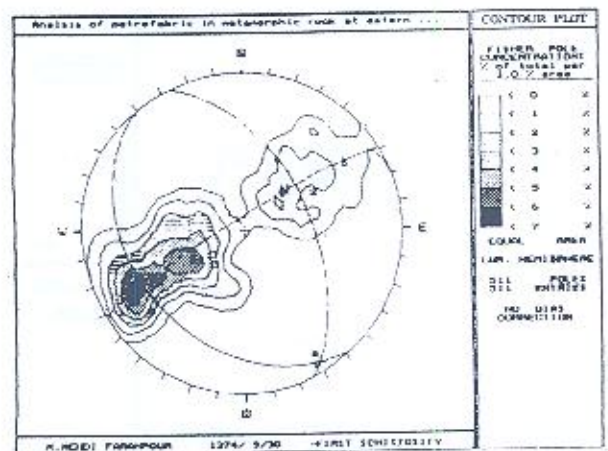
شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه نسبت به توده الوند



شکل ۳- بلوک دیاگرام عناصر باقی قابل مشاهده در یک رخنمون



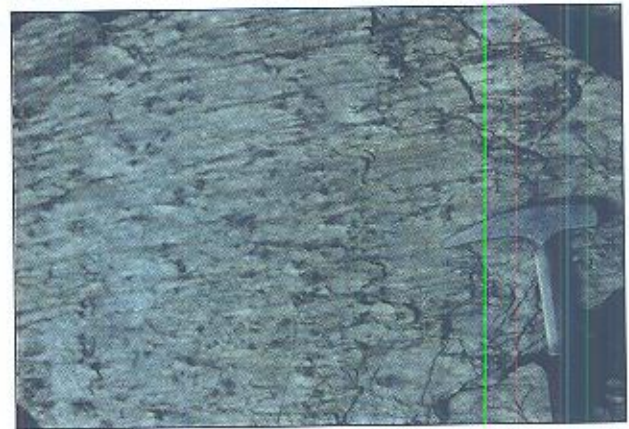
شکل ۵- دیاگرام راستای لولای چینهای فاز اول



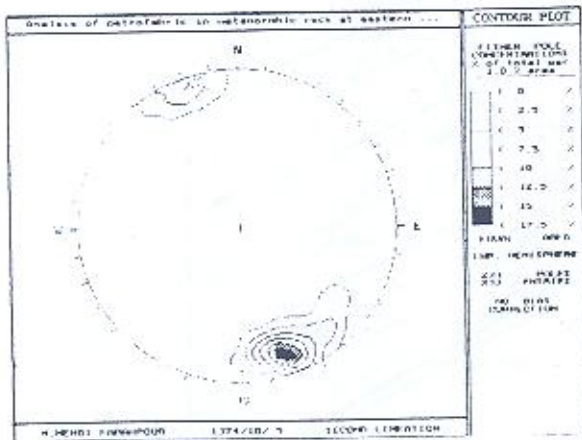
شکل ۴- دیاگرام قطب سطوح S_1



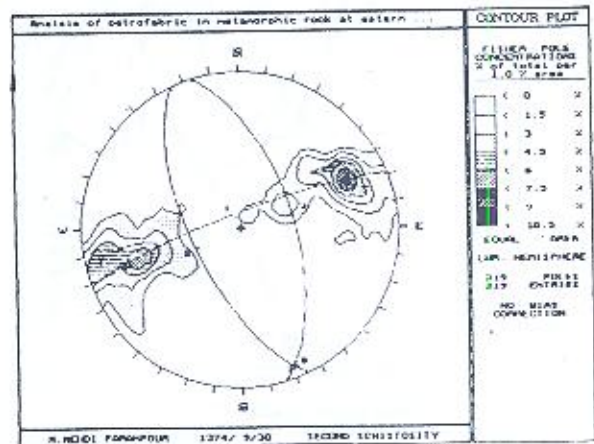
شکل ۷- رگه کوارتزی با چین خوردگی بین لایه ای که در فاز دوم دوباره چین خورده است



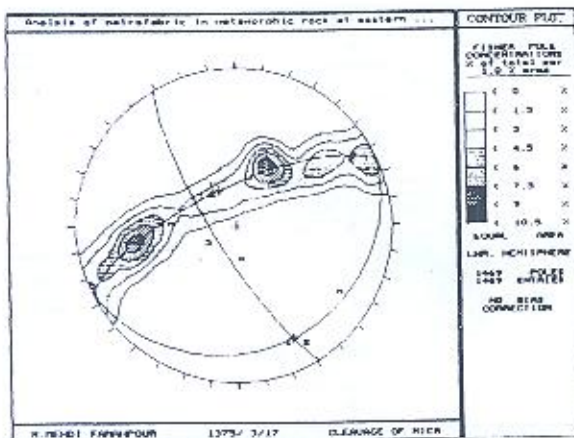
شکل ۶- عکس پرفیرو بلاستهای گارنت و استارولیت که خطواره سایه فشاری ایجاد کرده اند



شکل ۹- دیاگرام راستای لولای ریزچینه‌های فاز دوم



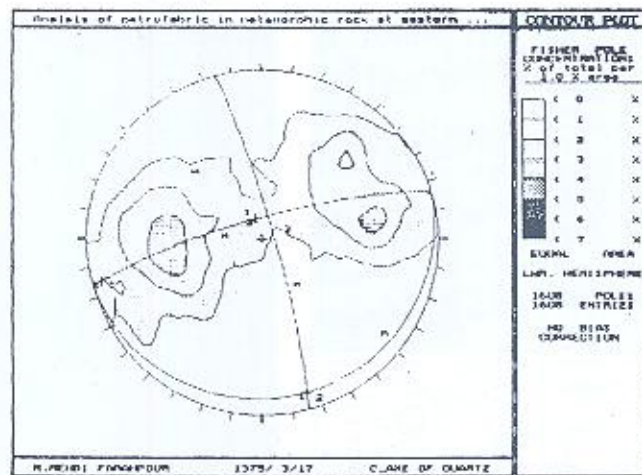
شکل ۸- دیاگرام قطب سطوح S_2



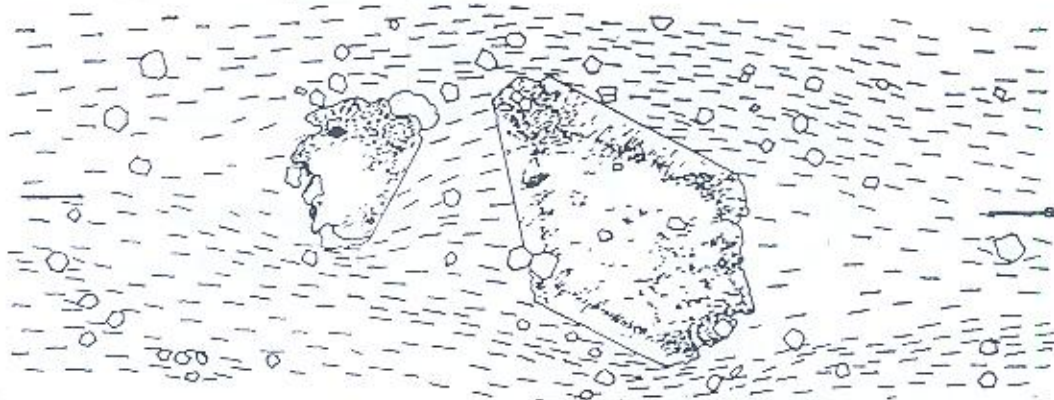
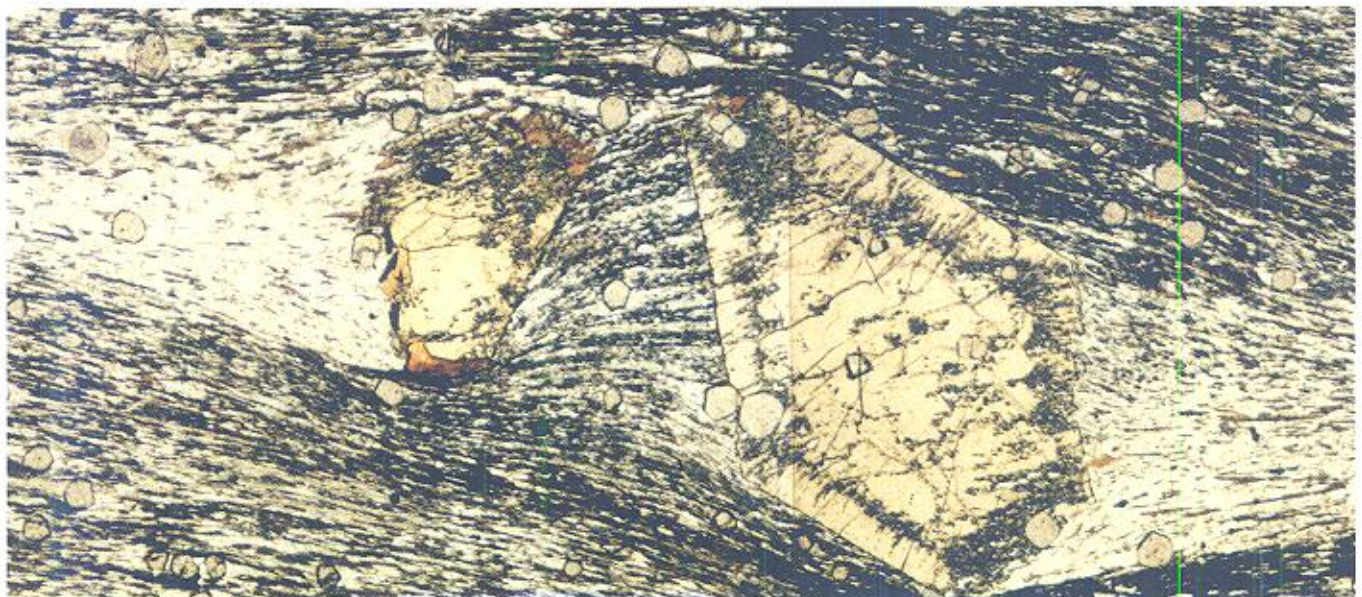
شکل ۱۱- دیاگرام قطب سطوح رخ میکاها با تقارن ارتورومبیک



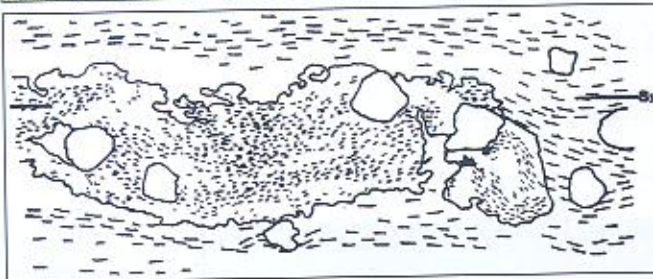
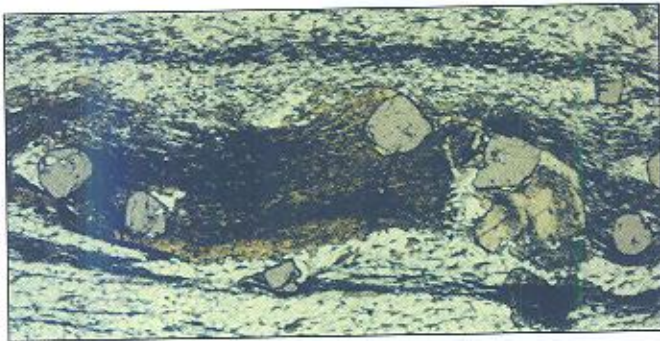
شکل ۱۰- چینه‌های مزوسکوپی ایجاد شده در اندالوزیت میکاشیستها



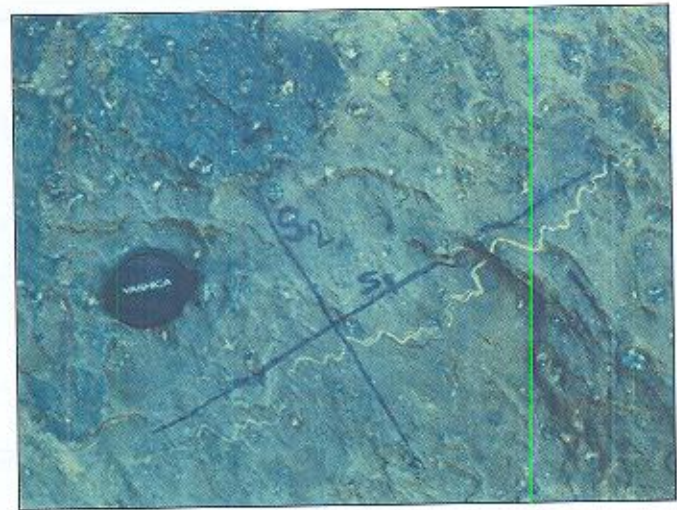
شکل ۱۲- دیاگرام محور نوری دانه های کوارتز با تقارن ارترومیک



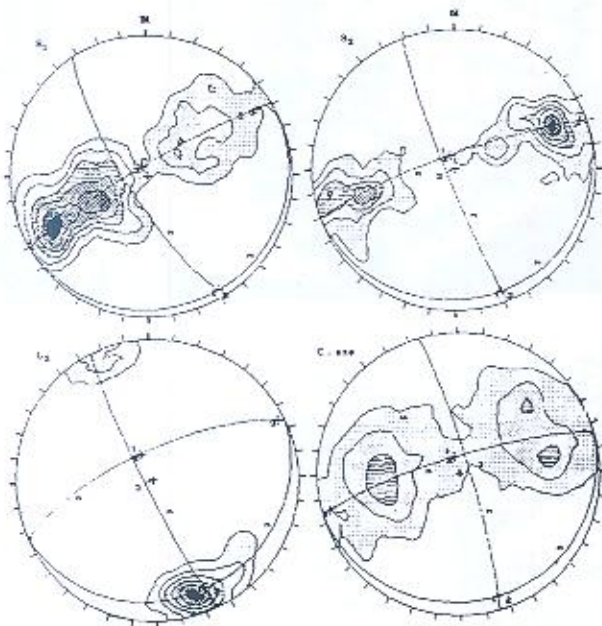
شکل ۱۳- پورفایروبلست استارولیت که به صورت قبل تا همزمان با نکتونیک رشد کرده است (تصویر از روی مقطع میکروسکوپی رسم شده است)



شکل ۱۵- تصویر شماتیک استارولیت که پورفیروبلاستهای بعد از نکتونیت گارنت بر روی آن رشد کرده است



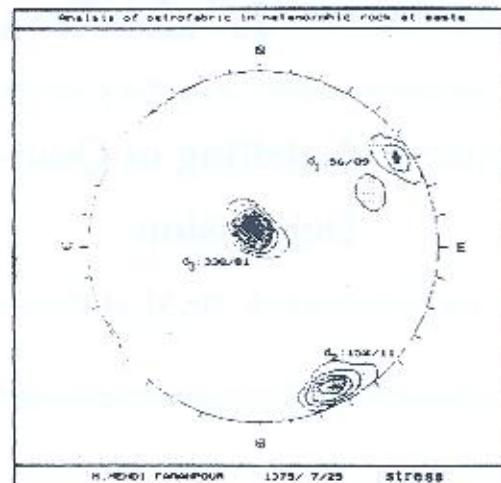
شکل ۱۴- در عکس دانه های آندالوزیت که در جهت لولای ریز چینها امتداد یافته اند مشاهده می شود



شکل ۱۷- الف) دیاگرام قطب سطوح S_1 ، ب) قطب سطوح S_2 ، ج) دیاگرام ریز چینهای فاز دوم S_2 (د) دیاگرام محور توری دانه های کوارتز. هر چهار دیاگرام دارای تفران ایتورومیک هستند

فاز / کانیا	S_1		S_2	
	قبل	همزمان بعد	قبل	همزمان بعد
کانیا	←-----→			
توارتز	←-----→			
استرولیت	←-----→			
آندالوزیت	←-----→		←-----→	
گارنت	←-----→			

شکل ۱۶- نمودار ارتباط زمانی شکل کانیهایی دگرگونی با فازهای دگرشکلی



شکل ۱۸- دیاگرام جهت تنشهای اصلی

کتابنگاری

شلی، د. ۱۳۷۴- بررسی میکروسکوپی سنگهای آذرین و دگرگونی طبق بافتها و جهت یابی ترجیحی کانیها، ترجمه آسیابانها، ع. انتشارات بین المللی امام خمینی.

فرهپور، م. م.؛ شبانیان بروجنی، ا. و عباسی، م. ر. ۱۳۷۷- توده های صلب پنهان و تاثیر آنها بر جهت تنش درینه در حاشیه شرق توده الوند، پژوهشنامه زلزله شناسی و مهندسی زلزله، دور جدید، شماره اول.

References:

- Borradaile, G. J. & Bayly, M. B. and Pawell, C. MCA. (eds), 1982- Atlas of deformational metamorphic rock fabric, Springer- Verla, New York.
- Davis, G. H., 1984 - Structural geology of rock and region, John Wiley & Sons, 593P.
- Fluty, M. J. , 1964 - The discription of folds, Proc. Geol. Assos. London, 75P.
- Marshak, S. & Mitria, G., 1988- Basic methods of structural geology, Prentice Hall, 375P.
- Prise, N. J. & Casgarove, J. W. , 1987 - Analysis of the geological structures, Cambridge University Press, 525P.
- Ramsay, J. G., 1967- Folding and fracturing rocks, McGraw Hill, New York, 568P.
- Ramsay, J. G. & Huber, L. 1988- The techniques of modern structural geology. vol2, Academic Press, 700P.
- Spray, A. , 1969- Metamorphic texture, Britain by a wheaton & Co Exeter, 321P.
- Tumer, F. J. & Weiss, L. E., 1963- Structural analysis of metamorphic tectonites, Megrw- Hill Book Company 569P.

* دانشگاه لرستان - گروه زمین شناسی

** دانشگاه لرستان - گروه معدن

* Lurestan University - Geology Department

** Lurestan University - Mine Department