

مطالعه ساخت های موجود در گرانیت های الوند

نویسنده: دکتر امیر حسین صدر*، دکتر علی اصغر سپاهی گرو*
و دکتر غلامرضا خانلری*

The study of the structure of the Alvand Granties

By: Dr. A. H. Sadr*, Dr. A. A. Sepahi Garo*, and Dr. Gh. Khanlari*

چکیده

با وجود این که از دیر باز مطالعات سنگ شناسی چشمگیری بر روی توده پلوتونیک الوند صورت گرفته است اما بررسی ساختمانهای زمین شناسی موجود در این توده کمتر مورد توجه بوده است. همانگونه که در این مجموعه پلوتونیک گوناگونی سنگ شناسی زیادی وجود دارد، ساختمانهای زمین شناسی آن نیز گوناگون و قابل بررسی است. برخی از مهمترین ساخت های اولیه (ماگمایی) و ثانویه (زمین ساختی) گرانیت های این مجموعه پلوتونیک عبارتند از: (۱) ساخت های اولیه که شامل جهت یافتگی درشت بلورهای فلدسپار، میکا و انکلاوها و همچنین درزه ها با شکستگیهای اولیه است و عمده بحث این مقاله را تشکیل می دهد. این ساختها نشان دهنده یک جریان درون توده ای و ایجاد شکستگیهای همزمان با جایگزینی در توده نفوذی هستند. (۲) ساخت های زمین ساختی که شامل شکستگیهای زمین ساختی و تغییرات ساختاری سنگهای این توده در حالت جامد بوده و پس از انجماد کم و بیش کامل توده شکل گرفته اند.

مطالعه ساختمانهای اولیه و ثانویه گرانیت های الوند نشان می دهد که این توده پلوتونیک می تواند الگویی برای بررسی ساختمانهای گرانیتها باشد و بسیاری از روابط بین ساختارهای درونی و بیرونی (محیطی) توده های نفوذی را می توان در آن مطالعه و بررسی نمود.

واژه های کلیدی: گرانیت، زمین ساخت، ساخت های اولیه، ساخت های تکتونیکی، الوند، همدان، ایران

Abstract

In spite of the earlier extensive petrological studies on the Alvand plutonic body, the study of geological structures of this body, had been less considered. Geological structures of this plutonic complex is various and investigable as same as it's petrological variety. Some of the most important primary (magmatic) and secondary (tectonic) structures of granites of this plutonic complex are:

1) primary structures, including of orientation of phenocrysts of feldspar, mica, enclaves and primary fractures or joints, which comprise essential part of the discussion of this paper. This structures confirm an internal flow and syn-emplacement fractures inside the intrusive body.

2) Tectonic structures, including of tectonic fractures and structural changes in rock bodies in solid - state after solidification of plutonic body.

The study of primary and secondary strutures of the Alvand granites show that, the structures of this plutonic body can be an important pattern for studying granite tectonic models and many relationships between internal and external (environmental) structures of the intrusive bodies.

Key words: granites, structures, primary structures, tectonic structures, Alvand, Hamedan, Iran.

مقدمه

ولی زاده ۱۳۵۳، ایرانی ۱۳۷۲، هادی پورجهرمی ۱۳۷۳، صادقیان ۱۳۷۳، ترکیان ۱۳۷۴ و سپاهی گرو ۱۳۷۸) اما بررسی های زمین شناسی ساختمانی کمتر مورد نظر بوده و تنها بصورت جانبی مورد توجه محققین بوده است (برای نمونه سپاهی گرو ۱۳۷۸).

زمین شناسی عمومی و سنگ شناسی منطقه

منطقه مورد مطالعه در باختر ایران در محدوده بین شهرهای همدان، اسدآباد و تویسرکان واقع شده است. این منطقه از نظر تقسیمات ساختمانی - چینه شناسی در پهنه سندج - سیرجان واقع شده است. این پهنه یک نوار دگرگونی متشکل از سنگهای دگرگونی درجه کم تا متوسط است که توده های نفوذی فلسیک - حدواسط و مافییک به درون آن تزریق شده اند (شکل ۱).

با توجه به این که سنگهای گرانیتی الوند دارای ترکیب کانی شناسی و پتروگرافی متنوع هستند و در زمانهای مختلف تزریق شده اند، بنابراین لازم است که بررسی ساخت های مختلف به موازات دسته بندی پتروگرافی آنها صورت گیرد. به این ترتیب که ابتدا ساخت های مختلف آنها به صورت مجزا بررسی و سپس با یکدیگر مقایسه شود و یک نتیجه کلی به دست آید. گرانیت های (گرانیتوئیدهای) الوند را سپاهی گرو (۱۳۷۸) به پنج دسته مختلف تقسیم نموده است. اما در واقع این پنج دسته را می توان به ترتیب جوان شدن در سه دسته بزرگتر به صورت زیر تقسیم نمود:

۱) گرانیت های مزوکرات (G_1): ترکیب سنگی آنها در حد توانالت تا کوارتز دیوریت است و چون گسترش آنها محدود و به شدت فرسایش یافته هستند و اغلب به صورت بلوک ها و انکلاوهای ناهرجا در داخل گرانیت های جوانتر دیده می شوند، لذا بررسی ساخت ها، به خصوص درزه ها در آنها کم و بیش مشکل و غیر عملی است.

۲) گرانیت های پورفیروئید (G_2): این سنگ ها بدنه اصلی توده گرانیتی الوند را تشکیل می دهند و از نظر ترکیب سنگی در حد گرانودیوریت تا مونزو گرانیت هستند. در این گرانیت ها ساخت های متنوعی قابل اندازه گیری است.

۳) گرانیت های سفید (هولولو کوکرات G_3): حاصل جوانترین فاز گرانیتی هستند و ترکیب سنگی آنها در حد لو کوکواتر دیوریت، لو کو توانالت (ترانجمیت) و لو کو گرانودیوریت است. این گرانیت ها نیز دارای درزه های متنوع و قابل اندازه گیری هستند.

هنگام بررسی ساختمانهای زمین شناسی درون توده های آذرین به ویژه گرانیت ها، بایستی ابتدا ساخت های اولیه را که حین انجماد ماگما یا در مراحل پایانی تبلور آن بوجود می آیند از ساختمانهای ثانویه که پس از انجماد کامل ماگما تشکیل می گردند، متمایز نمود. نخستین بار (1922) Clous ساخت های اولیه درون توده های گرانیتی را مورد بررسی و شناسایی قرار داد و ساخت های اولیه این توده ها را به طور مدون دسته بندی نمود. او اعتقاد داشت که موقعیت هندسی این ساخت ها جنبش توده را از مرحله ذوب بخشی تا جایگیری کامل منعکس می نماید. بعدها محققین دیگری صحت این مدل را در سایر مناطق دنیا بویژه در امریکای شمالی و اروپای غربی مورد بررسی قرار دادند (Balk 1937, Marre 1986, Castro 1987).

عمده ترین ساخت های اولیه موجود در گرانیت ها عبارتند از ساخت های جریانی چون جهت یافتگی کانی های ورقه ای (مانند میکا) و یا منشوری (مانند فلدسپار) و جهت یافتگی انکلاوها (به ویژه انکلاوهای رسوبی دگرگون شده سورمیکاسه و آذرین بازیک) و درزه های اولیه [شامل درزه های عرضی (cross joints)، درزه های طوی (longitudinal joints)، درزه های مورب (diagonal joints) و درزه های کوچک زاویه (flat lying joints) (Clous 1922, Balk 1937, Marre 1986)].

با توجه به این که درزه های اولیه در مراحل پایانی انجماد ماگما حاصل می شوند، بنابراین برخی از آنها با مذاب های تأخیری (دایک های آپلینی - بگماتیته) پر می شوند. درزه های کم زاویه گاهی حاصل افت فشار ناشی از فرسایش بار روی توده نفوذی (پدیده exfoliation) هستند.

علاوه بر ساخت های اولیه، ساخت های دیگری نیز در توده های گرانیتی مشاهده می شود که پس از انجماد کامل ماگمای گرانیتی حاصل شده و با تنش های محیطی که توده در آن تزریق می شود، کنترل می گردد. بدین ترتیب هنگامی که توده آذرین در داخل یک کمر بند کوهزایی تزریق می گردد، شکستگی هایی در توده بعد از انجماد کامل آن ایجاد خواهد شد که در نقاط دیگر این کمر بند نیز وجود دارند که به نظر می رسد در نتیجه تنش های زمین ساختی شکل می گیرند

(Price & Casgrove 1990, Davis 1984, Paterson et al 1989). در منطقه مورد مطالعه بر روی توده نفوذی الوند مطالعات زمین شناسی زیادی بویژه در زمینه سنگ شناسی صورت گرفته است.

(مانند زرعیان و فیاض ۱۳۴۳، زرعیان و همکاران ۵۳-۱۳۵۰، نراقی ۱۳۵۲،

ساخت های موجود در گرانیت های الوند:

1) ساخت های اولیه (Primary structures):

بطور کلی ساخت های موجود در گرانیت ها را در رابطه با انجماد آنها می توان به دو دسته تقسیم نمود

(Balk 1937, Paterson et al, 1989, Vernon 2000).

الف) ساخت های تشکیل شده در فاز مذاب (ساخت های جریان)
(flow structures)

ب) ساخت های تشکیل شده در فاز جامد یا نیمه جامد (شکستگی های اولیه)
(primary fractures).

الف) ساخت های جریان

در بعضی از قسمتهای توده پلوتونیک الوند بویژه واحد G_2 (گرانیت پورفیروئید) درشت بلورهای فلدسپار دارای جهت یافتگی ترجیحی هستند. این جهت یافتگی در انکلاوهای بیضوی شکل نیز دیده می شوند که اغلب در داخل توده نفوذی به موازات هم قرار دارند. این انکلاوها معمولاً جهت یافتگی داخلی نشان نمی دهند و به احتمال در اثر جریان ماگمایی به موازات هم ردیف شده اند (شکل ۲). نوعی جهت یافتگی نیز حاصل اندرکنش توده نفوذی در مرحله خمیری پایان تبلور با سنگ میزبان است، یعنی نیرویی که از جانب توده به سنگ میزبان وارد می شود و نیروی عکس العمل وارده از سنگ میزبان به توده نفوذی سبب قرار گرفتن درشت بلورها بصورت موازی یا نیمه موازی باهم، در جهت موازی با سطح تماس گرانیت با سنگ میزبان می شود (Paterson et al, 1989, Vernon 2000). جهت یافتگی درشت بلورهای فلدسپار در نواحی دور از خمیری می تواند حاصل جریان ماگمایی، بصورت جریان تبغهای (لامینار) در بخشهایی از توده باشد که اغلب محور C بلورشناسی کانی ها نیز در همین جهت قرار می گیرند (Billings 1975).

نکته جالب توجه این است که از نظر ظاهری حاصل هر دو ساز و کار فوق کم و بیش مشابه هم است و تنها با دقت در مقاطع میکروسکوپی و مشاهده بافت های حاصل از تغییر شکل مانند تبلور مجدد، آثار شکستگی های دینامیکی در دانه های شکننده (نظیر کوارتز) و خم شدگی میکاها، می توان انواع دینامیک را (شکل ۳) از ماگمایی متمایز نمود (سپاهی گرو ۱۳۷۸, Paterson et al, 1989).

اندازه گیریهایی که روی محور جهت یافتگی درشت بلورهای فلدسپار (پلازیوکلاز) شکل دار انجام شده پراکندگی قابل ملاحظه ای را نشان می دهد ولی جهت یافتگی چیره به سمت شمال - شمال خاور (در محدوده

N20W-N20E) قرار دارد (شکل های ۴ و ۶- الف).

انکلاوهای رسوبی دگرگون شده (سورمیکاسه - رستی) با شکل های پهن شده (flattened) و بشقابی شکل در اندازه های چند میلی متر تا چند سانتی متر بطور پراکنده در داخل گرانیت پورفیروئید وجود دارند که نشانه ای از ذوب بخشی رسوبات قدیمی تر هستند که خاستگاه آناکتسی گرانیت پورفیروئید G_2 را نشان می دهد (شکل ۴).

علاوه بر انکلاوهای یاد شده انکلاوهایی از جنس میکروگابرو تا میکرودیوریت در ابعاد چند سانتی متر تا چندین متر در شکل های متنوع از نوع هم بعد تا غیر هم بعد و در اشکال بیضوی و دوکی شکل در حاشیه توده نفوذی بویژه در درون گرانیت پورفیروئید و سفید (G_2, G_3) فراوان هستند. بیشتر اندازه گیریها بر روی این انکلاوها انجام گرفته است (شکل ۵ و ۶- ب). این انکلاوها در صورتی که هیچگونه جهت یافتگی در بلورهای سنگ وجود نداشته باشد ابزار مهمی برای تشخیص ساخت درونی توده گرانیتی هستند (Davis 1985).

جهت یافتگی این انکلاوها به طور کامل آشکار و به سوی شمال - شمال خاوری است و جهت چیره در محدوده N10E - N20E قرار دارد. مجموع اندازه گیریهای مربوط به خطوطاریگی های بلورهای فلدسپار و جهت یافتگی انکلاوها جهت غالب N10E - N20E را نشان می دهد (شکل ۶- ج).

ب) شکستگی های اولیه

این ساخت ها در مراحل پایانی انجماد ماگما یا بعد از انجماد ماگما (زمانی که هنوز اندکی از مذابهایی سیلیسی موجود و سنگها داغ هستند) حاصل می شوند. شکستگی های اولیه نتیجه تغییر شرایط ترمودینامیکی توده ماگمایی و تزریق متوالی در آن است. به تدریج که ماگما به ترازهای بالاتر پوسته می رسد، حاشیه توده تحرک خود را از دست می دهد و انجماد حاصل می نماید و با گذشت زمان سخت و شکننده می گردد. در عین حال بخش مرکزی توده ماگمایی هنوز حالت مایع و مذاب دارد. اندرکنش هسته مذاب و تزریق متوالی، بخش خارجی توده را تحت تأثیر قرار داده و منجر به تشکیل شکستگی های اولیه می گردد و سپس مذابهایی تأخیری به صورت دایک به درون توده تزریق می شوند. ماهیت شکستگی های اولیه که قبل از تبلور نهایی تشکیل می شوند به طریق زیر تعیین می گردد (Balk 1937, Davis 1985, Marre 1989).

۱) وجود رابطه هندسی بین شکستگی های اولیه و ساخت های جریان (خطوطاریگی ها و برگوارگی های جریان)،

۲) پرشدگی شکستگی ها با دایک های آپلیتی پگماتیتی که به طور زایشی با

ماگما مرتبط هستند،

(۳) وجود رگه های گرمایی با مجموعه کانی های دگرسانی.

تفکیک شکستگی های اولیه که مرتبط با وضعیت ترمودینامیکی و کینماتیکی بوده هستند، از شکستگی های ثانویه ناشی از تنشهای زمین ساختی ضروری به نظر می رسد. البته چنین تمایزی همیشه ساده و امکان پذیر نیست. به طور معمول تنش های زمین ساختی مدت زمان طولانی پس از تبلور کامل توده پلوتونیک وارد عمل شده و سبب شکستگی های دیگری در سنگهای اطراف توده خواهد شد.

به طور کلی شکستگی های اولیه موجود در بخشهای میانی و بالایی توده نفوذی به چند دسته تقسیم می شوند

(Clous 1922, Balk 1937, Davis 1985, Marre 1986)

که مهمترین آنها عبارتند از:

(۱) زوج درزه های عمود برهم و پرشیب شامل:

الف) درزه های عرضی

ب) درزه های طولی

(۲) زوج درزه های برشی (هم بوغ) مورب (diagonal joints) یا stretching surface) شامل زوج گسله های عادی در سقف توده و زوج گسله های معکوس در حاشیه توده

(۳) درزه های کم و بیش افقی موازی با سطح برگوارگی جریان.

درزه های عرضی

راستای عمومی این درزه ها در منطقه مورد مطالعه خاوری - باختری است اما روند چیره را می توان کم و بیش N80E تا N90E در نظر گرفت (شکل ۷). این درزه ها عمود بر خطوارگی جریان هستند (جهت یافتگی فلدسپارها و انکلاوهای بازیک) و شیب آنها در حدود ۸۰-۷۰ درجه به سوی باختر است و بر برگوارگی جریانی (تقریباً افقی) که در سقف توده نفوذی مشاهده می شود، نیز عمود هستند.

این درزه ها دارای سطحی به طور کامل صاف و مسطح با آثاری از خش لغز و شیشه سنگ اصطکاکی یا پسودوناکلیت (شکل ۸) بوده، بنابراین می توان گفت که درزه ها از نوع هیبرید (یعنی فشاری - برشی) هستند. اغلب درزه ها بدون پرشدگی بوده و میزان بازشدگی آنها کمتر از دو میلی متر و بنابراین از نوع فشرده می باشند ولی برخی از آنها دارای پرشدگی از نوع دایک های آپلیتی و رگه های کوارتز و دیگر کانی های گرمایی هستند. طول این شکستگی ها در حدود چند ده متر و بسامد آنها یک تا دو متر است (شکل ۸).

(Clous 1922) این درزه ها را به عنوان درزه های کششی در نظر گرفته

است که می تواند هم در نتیجه کشیدگی هسته مایع نوده بر روی سقف و دیواره ایجاد شده باشد و هم حاصل انبساط ممتد در مراحل مختلف تزریق باشد. علاوه بر آن انقباض ناشی از انجماد نوده نیز می تواند یکی از دلایل تشکیل این گونه درزه ها باشد (Price and Cosgrove 1990).

درزه های طولی

این درزه ها (شکستگی ها) با راستای عمومی شمالی - جنوبی و راستای چیره به موازات خطوارگی جریانی (جهت یافتگی فلدسپاتها و انکلاوها) و عمود بر سطح برگوارگی جریانی هستند (شکل ۷). علاوه بر آن، این درزه ها بر درزه های عرضی نیز عمودند که در نتیجه این دو دسته شکستگی، درزه های ارتوگونال (عمود برهم) را تشکیل می دهند. زاویه شیب این دسته از درزه ها همانند درزه های قبلی زیاد و در حدود ۸۰-۷۰ درجه می باشند. سطح این نوع درزه ها اغلب ناصاف و موج (undulating) و در برخی از نقاط، صاف و مسطح هستند. هیچگونه آثار لغزش بر روی آن ها مشاهده نمی شود بنابراین به گمان از نوع کششی هستند (شکل ۸). طول این درزه ها در حد چند ده متر تا چند صد متر و بسامد آنها بین ۲ تا ۳ متر است. به طور معمول این درزه ها دارای پرشدگی نیستند ولی برخی از آنها با دایک های پگماتیتی و به ندرت دایک های آپلیتی پر شده اند.

از دیدگاه Clous (1922) این شکستگی ها پس از درزه های عرضی تشکیل می شوند و از دیدگاه میزان کرنش از اهمیت زیادی برخوردارند. آنها در نتیجه سرد شدن و انجماد ماگما تشکیل می شوند و علاوه بر برخاستگی ناحیه ای (regional uplift)، کشیدگی جانبی (lateral expansion) ناحیه ای بوده نیز نقش اساسی در شکل گیری این نوع شکستگی ها دارند. این درزه ها حاصل ناهمسانی در نوده بانولیتی هستند (Price and Cosgrove 1990)

درزه های مورب یا سطوح کشیدگی

این دسته درزه ها با زاویه ای کوچکتر از ۴۵ درجه نسبت به برگواره جریانی قرار گرفته اند. جابجایی (لغزش) بر روی سطح این درزه ها و وجود شیشه سنگهای مالشی (پسودوناکلیت) بیانگر تأثیر پدیده برش (shearing) در تشکیل آنهاست (شکل ۱۰).

این درزه ها حاصل فشرده گی عمود بر برگوارگی جریانی و کشش موازی با آن، به ویژه در جهت خطوارگی است. این شکستگی ها توسط رگه های آپلیتی و کانی های گرمایی پر شده اند (شکل ۱۱). هنگامی که زاویه شیب این شکستگی ها کمتر از ۴۵ درجه باشد و بر روی برگوارگی جریانی کم و

منعکس می‌نماید. در عین حال دگرریختی خمیری که مواد مذاب در مسیر صعود و جایگیری نهایی تحمل می‌کند، به شکلهای اولیه متنوع تجلی پیدا کرده که اغلب در سطح تماس با سنگهای درونگیر در بخش حاشیه‌ای نبوده و به ویژه در سقف آن نمایان می‌گردد (Balk 1937, Marre 1989).

در توده‌های همزمان با دگر شکلی یا ساز و کار جایگیری پرفشار که نیروی خود را از اختلاف چگالی مواد مذاب و سنگهای دربرگیرنده کسب می‌کنند، توده در ضمن صعود، لایه‌های بالایی را کنار زده و این عمل همزمان با شکل‌گیری تاقدیسه انجام می‌پذیرد، که نوعی دی‌پایرسم است. مرحله بعدی که در آن جایگیری کامل صورت می‌گیرد و با گسترش جانبی مواد مذاب همراه است، بالونینگ (ballooning) خوانده می‌شود. در این مرحله جریان مواد مذاب ساخت‌های جریان متنوع را به صورت خطوارگی و برگوارگی جریان ایجاد می‌نماید (Castro 1989). پس از انجماد نسبی حاشیه توده، تحت تأثیر انقباض حاصل از تبلور و انجماد آن، کشش ناشی از تزریقات متوالی و هسته مذاب شکستگی‌هایی در بخش‌های فوق ایجاد می‌نماید.

از دیدگاه Marre (1989) ابتدا درزه‌های کوچک زاویه موازی برگواره جریان تشکیل می‌شوند که وضعیت هندسی آنها، سطح جریان ماگمایی و سطح تماس سقف توده را با سنگهای دگرگونی جنوب توده الوند (فره‌پور ۱۳۳۶)، مشخص شده است که درزه‌های موجود در منطقه به دو صورت دیده می‌شود. دسته‌ای از آنها بصورت هم یوغ است و اغلب بر سطح محوری کینک باندها منطبق هستند و پس از کینک‌ها در سطوح ضعیف پیشین پدیدار شده‌اند و دسته دیگر درزه‌های کششی هستند که گاهی بردگی داشته و موازی با محورهای تنش اصلی پیشینه (σ_1) ایجاد شده‌اند.

موقعیت پارینه محور تنش اصلی بزرگ (σ_1) در منطقه با بهره‌گیری از کینک‌ها، درزه‌ها، محور ریز چین مرحله دوم و سطوح رخ بررسی شده و با رسم خطوط هم جهت فشار تنش پیشینه (Stress trajectory) راستای میانگین محور (σ_1) در راستای N61E بوده است که به موازات سطوح درزه‌های کششی است (شکل ۱۵).

درزه‌های مورب هنگامی شکل می‌گیرند که توده امکان حرکت و جابجایی نداشته باشد. اگر دو دسته درزه حالت هم یوغ داشته باشند مانند حالتی است که توده تحت تنش سه محوری قرار داشته باشد. این درزه‌ها در

بیش افقی تشکیل شده باشند، دارای حرکت عادی هستند اما در مقابل در برگوارگی جریان قائم (در حاشیه توده) شیب این شکستگی‌ها بیشتر از ۴۵ درجه است و به آنها رانندگی‌های حاشیه‌ای (marginal thrust) گفته می‌شود. زاویه بین این شکستگیها ۶۰-۱۲۰ درجه است ولی از معیارهای شکست متداول (کولومب و گریفیت و...) پیروی نمی‌کنند (شکل ۱۲)، زیرا که تغییر شکل در شرایط نیمه شکننده ایجاد شده و رابطه بین محورهای تنش و سطوح شکستگی با معیارهای یاد شده که مربوط به شرایط شکننده هستند، تطابق کامل ندارند.

درزه‌های اولیه کم شیب یا درزه‌های موازی

این درزه‌ها اغلب در سقف توده پلوتونیک و موازی با برگوارگی جریان تشکیل می‌شوند. برخی از این درزه‌ها اولیه هستند که به طور معمول توسط رگه‌های آپلیتی پر شده‌اند (شکل ۱۱) اما گاهی فاقد بردگی و ثانویه هستند و از نوع درزه‌های رهایی (Extension Release) ناشی از برداشت بار (Exfoliation) به شمار می‌آیند (شکل ۱۳).

۲) شکستگی‌های ثانویه یا زمین ساختی

برخی از شکستگی‌هایی را که هیچگونه ارتباط هندسی با ساخت‌های جریان ندارند می‌توان شکستگی‌های ثانویه یا زمین ساختی در نظر گرفت. با توجه به مطالعات انجام شده در سنگهای دگرگونی جنوب توده الوند (فره‌پور ۱۳۳۶)، مشخص شده است که درزه‌های موجود در منطقه به دو صورت دیده می‌شود. دسته‌ای از آنها بصورت هم یوغ است و اغلب بر سطح محوری کینک باندها منطبق هستند و پس از کینک‌ها در سطوح ضعیف پیشین پدیدار شده‌اند و دسته دیگر درزه‌های کششی هستند که گاهی بردگی داشته و موازی با محورهای تنش اصلی پیشینه (σ_1) ایجاد شده‌اند.

موقعیت پارینه محور تنش اصلی بزرگ (σ_1) در منطقه با بهره‌گیری از کینک‌ها، درزه‌ها، محور ریز چین مرحله دوم و سطوح رخ بررسی شده و با رسم خطوط هم جهت فشار تنش پیشینه (Stress trajectory) راستای میانگین محور (σ_1) در راستای N61E بوده است که به موازات سطوح درزه‌های کششی است (شکل ۱۵).

تحلیل هندسی و جنبشی ساخت‌های اولیه

وضعیت هندسی ساخت‌های درونی توده‌های گرانیتهای، جنبشی و دگرریختی توده را از مرحله ذوب بخشی و صعود تا جایگیری کامل

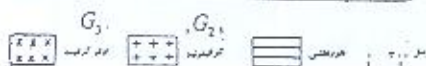
جهت شمالی - جنوبی دارند اما درزه های عرضی به تقریب دارای راستای خاوری - باختری می باشند.

۳- پراکندگی جهت یافتگی فلدسپارها به موازات همبندی بوده در برخی نقاط و زاویه دار بودن این جهت یافتگی با راستای همبندیها در نقاط دیگر حاکی از تاثیر توأم جریان ماگمایی و نیروهای زمین ساختی در شکل گیری آنهاست.

۴- ساخت های زمین ساختی کوچک مقیاس (جهت یافتگی کانپها به موازات حواشی توده گرانیتی) و بزرگ مقیاس (درزه های زمین ساختی) در این توده پلوتونیک قابل بررسی است. دسته مهمی از درزه های زمین ساختی جهت شمال خاوری - جنوب باختری دارند.

۵- با توجه به جهت یافتگی درشت بلورهای فلدسپار در حاشیه توده به موازات سطح همبندی توده و سنگهای اطراف و نیز جهت یافتگی بلورهای کشیده داخل سنگهای دگرگونی مجاور توده در جهت مشابه، مهمترین ساز و کار عمل کننده در جایگیری این توده نفوذی دیابیرسم و بالونینگ متعاقب آن است، هرچند که در مراحل نهایی جایگیری در اثر صعود هضمی (stopping) بلوک های سنگهای اطراف و سقف توده به داخل آن سقوط نموده اند.

۶- در اثر لغزش مجدد برخی از درزه های اولیه مانند درزه های عرضی در هنگام حرکات زمین ساختی بعدی در سطح آنها شیشه سنگ مالشی (پسودوناکلیت) تشکیل شده است.



راستای محور γ یکدیگر را قطع می نمایند که نیمساز زاویه حاده بین آنها نشانگر محور کشیدگی (X) است که به موازات خطوارگی ها جریانی افقی است که در توده رو به شمال است و نیمساز زاویه منفرجه محور فشرده گی را نشان می دهد که در جهت قائم قرار می گیرد.

برگوارگی جریانی در توده الوند نامشخص و مبهم است و از بررسی های صحرائی نمی توان موقعیت آن را مشخص نمود اما با توجه به اینکه درزه های کوچک زاویه (موازی) موازی سطح برگوارگی می باشد، می توان از روی موقعیت آنها تا حدودی به موقعیت برگوارگی یاد شده نیز پی برد.

نتیجه گیری

مطالعه حاضر بر روی ساخت های موجود در گرانیت های الوند با نتایجی به شرح زیر همراه بوده است:

۱- تنوع ساختاری این مجموعه همانند تنوع سنگ شناسی آن بسیار جالب توجه است و لازم است که در پژوهش های آینده نیز مورد توجه زمین شناسان قرار گیرد.

۲- ساخت های اولیه موجود در این مجموعه بسیار واضح و قابل بررسی و اندازه گیری است به طوری که بررسی های آماری بر روی جهت یافتگی درشت بلورهای فلدسپار و انکلاوها و نیز درزه های موجود در گرانیتها به راحتی امکان پذیر است و با الگوهای موجود درباره جایگیری توده های گرانیتی مطابقت کامل دارند. جهت یافتگی محور طویل درشت بلورها و انکلاوها کم و بیش شمالی - جنوبی است و درزه های طولی نیز تا حدی

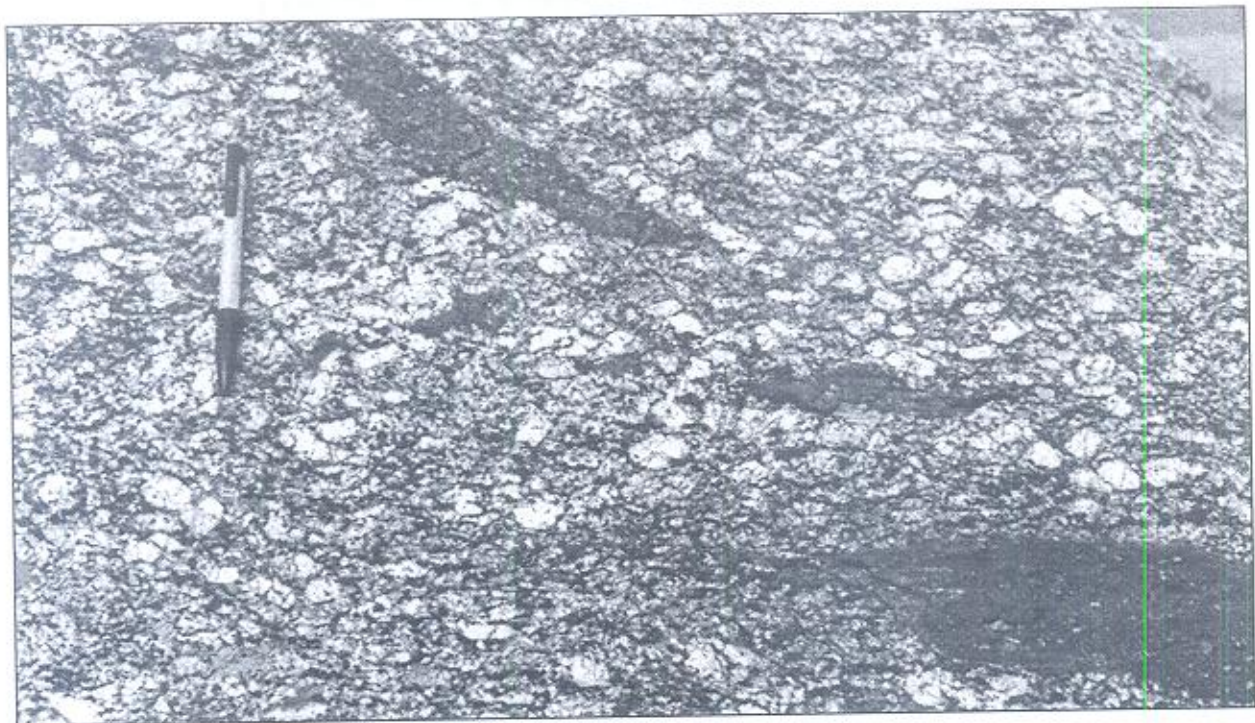


شکل (۱) نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (اقتباس از سپاهی گرو ۱۳۷۸).

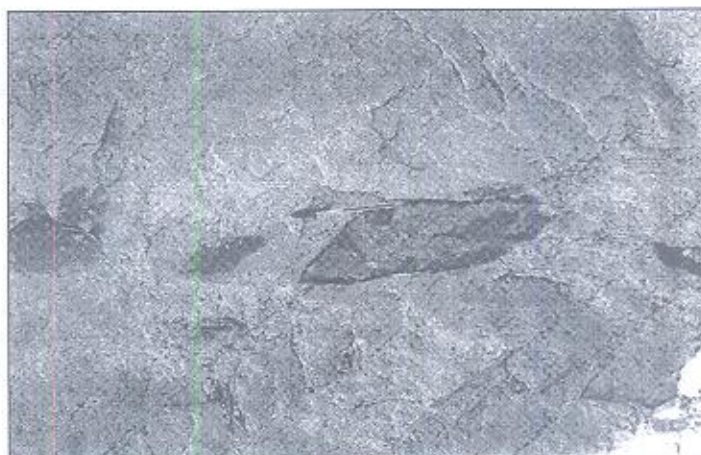


شکل ۲: انکلاوهای میکرودیوریت ریزدانه بدون جهت یافتگی داخلی.

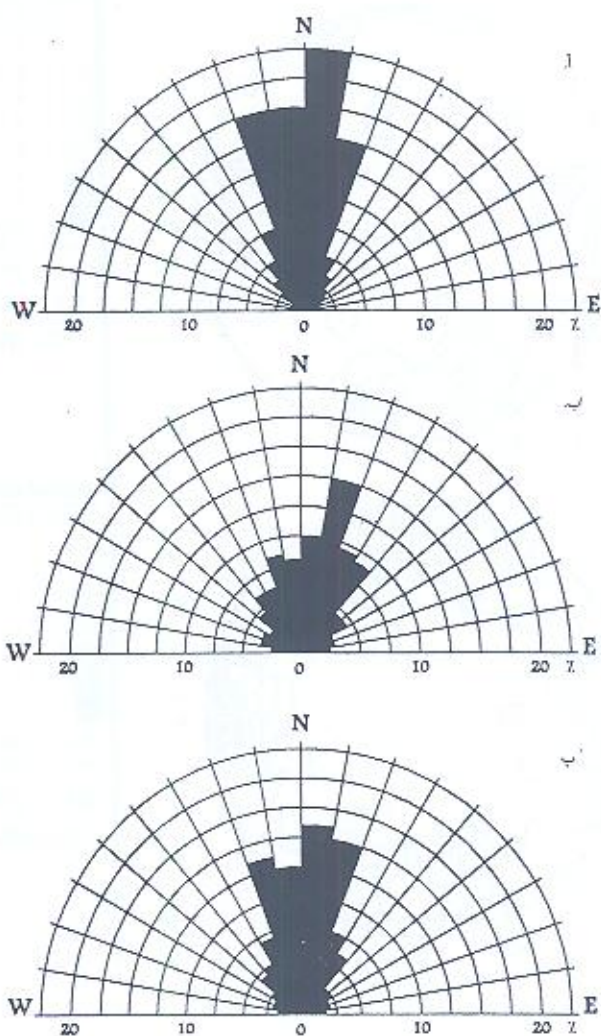
شکل ۳: تبلور مجدد دانه های کوارتز و خم شدگی میکاها در اثر تغییر شکل زمین ساختی در گرانیتوئیدهای G.



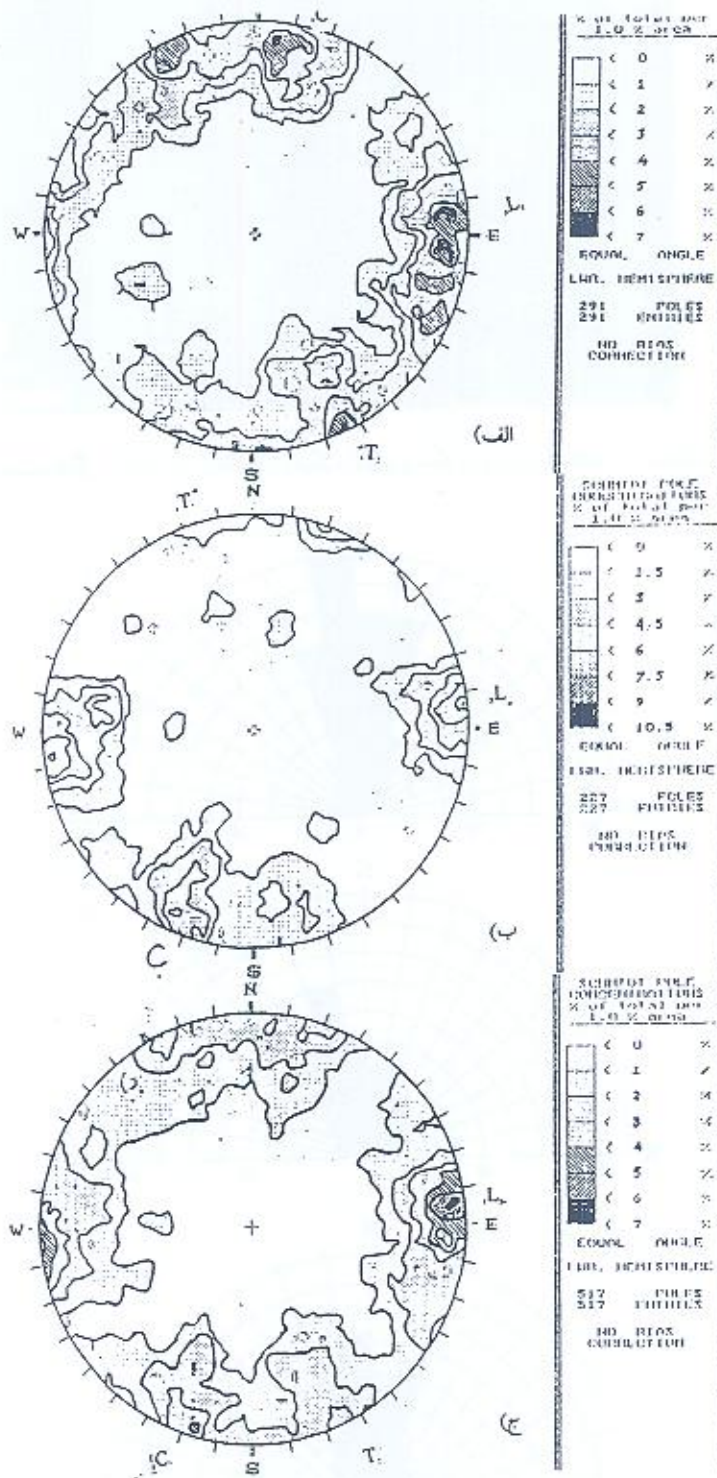
شکل (۴): جهت یافتگی در درشت بلورهای فلدسپار و انکلاوهای رستیتی در واحد سنگی G.



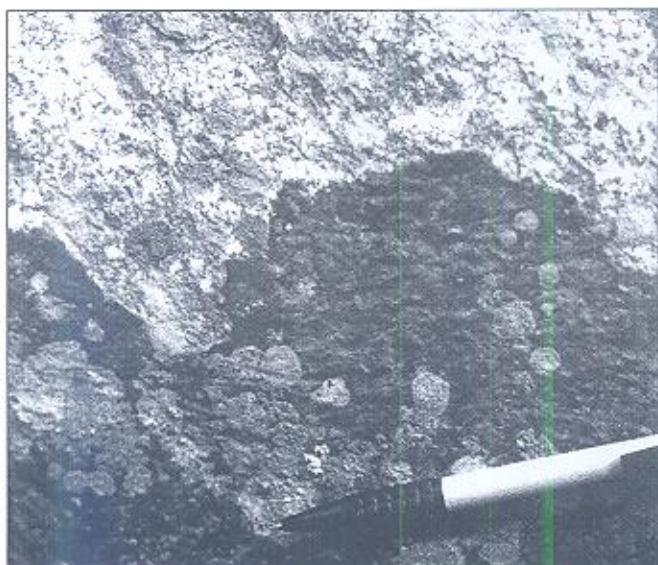
شکل (۵): جهت یافتگی آشکار در انکلاوهای میکروگابرو و میکرودیوریت (انکلاوهای مافیک دانه ریز).



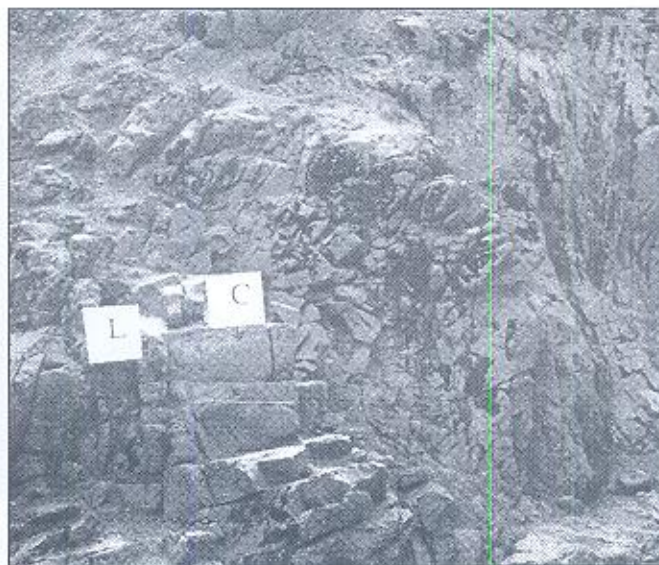
شکل (۶): نمودار گل سرخی پراکندگی محورهای کشیده تعداد ۶۰۰ بلور از درشت بلورهای فلدسپار (آ) پراکندگی تعداد ۴۰۰ نمونه از انکلاوهای مافیک دانه ریز (ب) و مجموع درشت بلورها و انکلاوها (پ).



شکل ۷: نمودارهای هم تراز (کتور دیاگرام) قطب درزه های منطقه مورد مطالعه (الف) گرانیت سفید، (ب) گرانیت پورفیروئید، (ج) مجموع گرانیتها. I = درزه های طولی، C = درزه های عرضی، T = درزه های زمین ساختی.



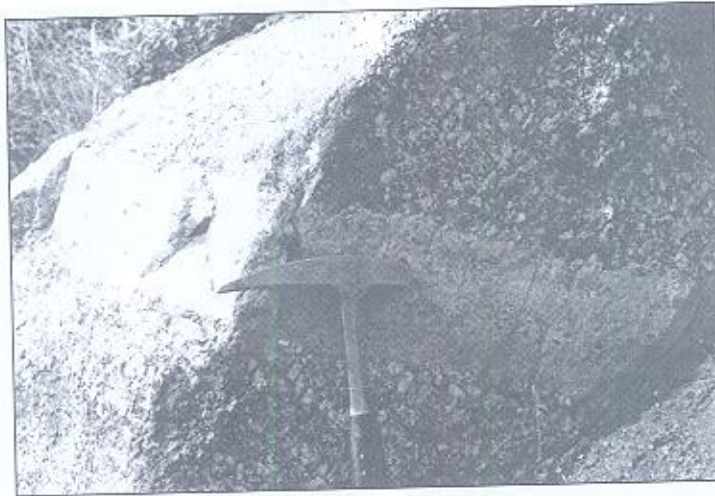
شکل (۹): شیشه سنگ های مالشی (پسودوناکلیت) بر روی درزه های عرضی در واحد سنگی G₂.



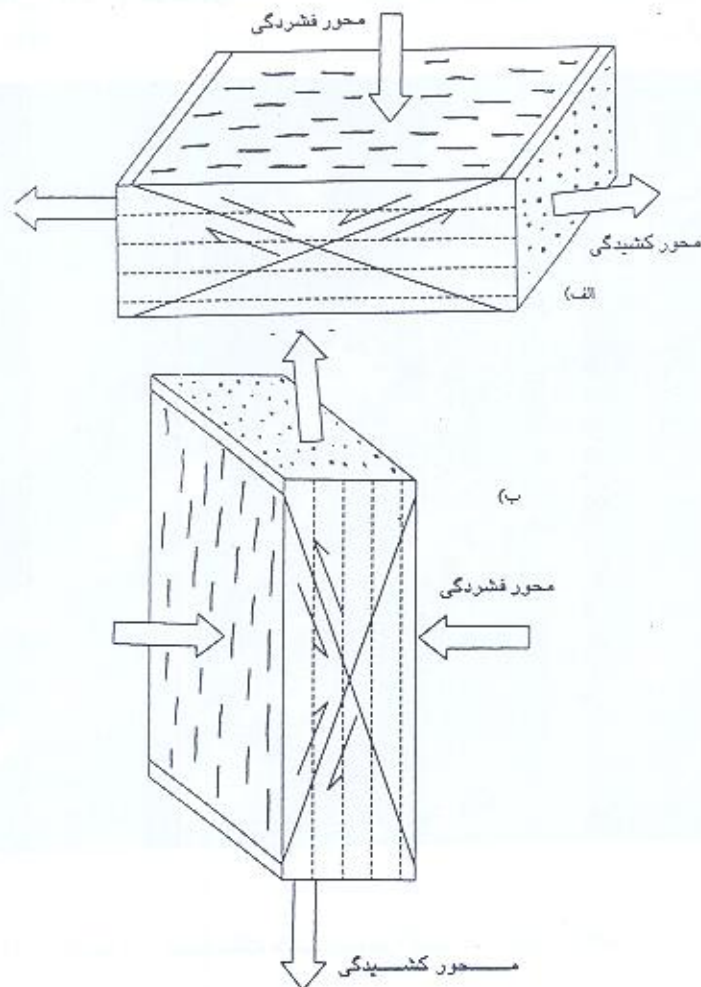
شکل (۸): درزه های عرضی (C) و طولی (L) در گرانیتوئیدهای پورفیروئید (در واحد G₂).



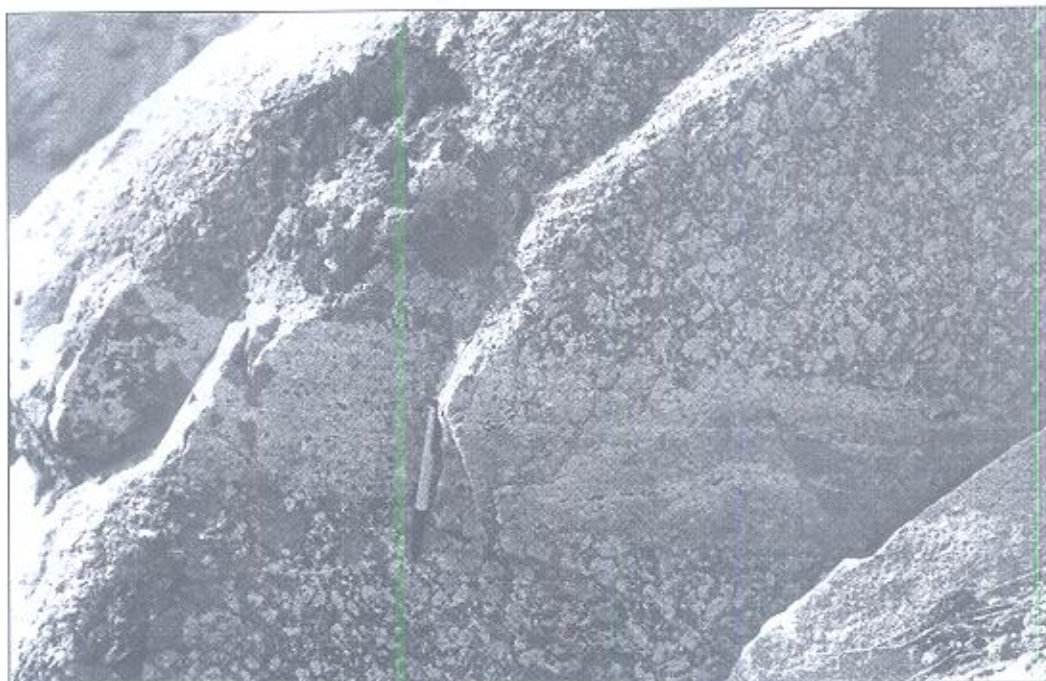
شکل (۱۰): آثار لغزش و شیشه سنگ مالشی (پسودوناکلیت) بر روی درزه های مورب.



شکل (۱۱): پرشدگی برخی درزه های کوچک زاویه با مذابهای آبلیتی



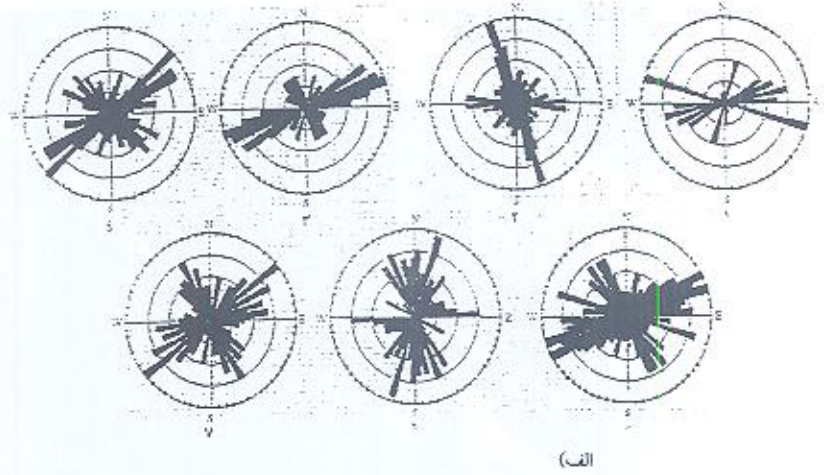
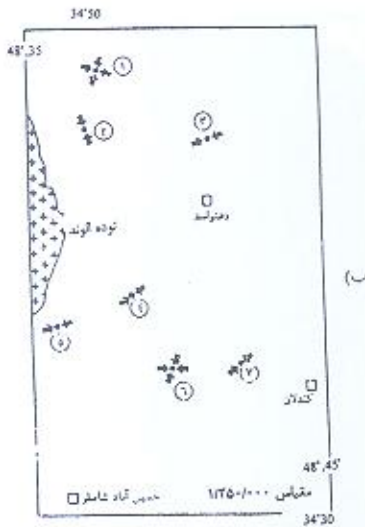
شکل (۱۲): رابطه بین محورهای فشردگی و کشیدگی نسبت به سطوح درزه های مورب. الف) در سقف توده ب) در حاشیه توده.



شکل (۱۳): درزه های کم شیب پر شده از رگه های آپلیتی

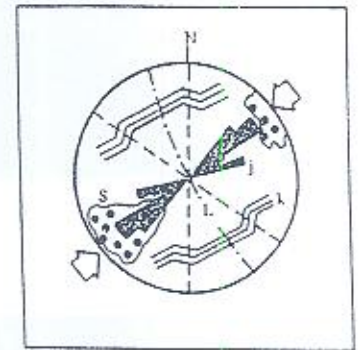


شکل (۱۴): درزه های کم زاویه حاصل از برداشت بار.



(الف)

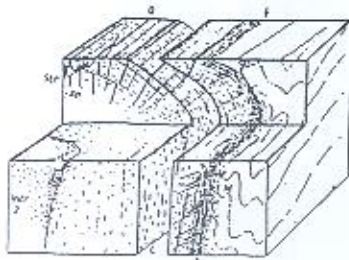
شکل ۱۵: نمودار گلسرخمی مربوط به درزه های مجموعه دگرگونی شرق توده الوند
 (الف) محورهای تنش بیشینه با استفاده از درزه های و کینک باندها که منطبق بر
 درزه های کششی است (ب) رابطه درزه های زمین ساختی با کینک باندها (ج)



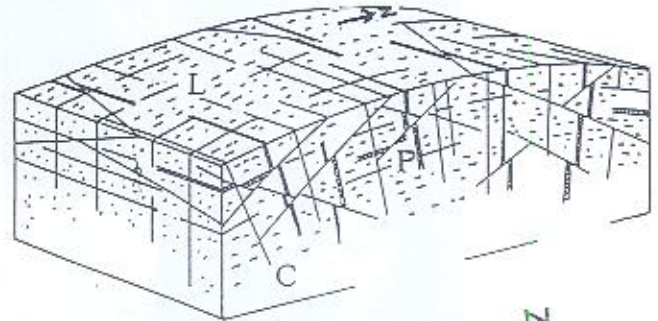
(ب)

(اقتباس از فرهپور ۱۳۷۶). L = خطوارگی، J = درزه ها، K

= کینک باندها، S = شیب تیز.



(ب)

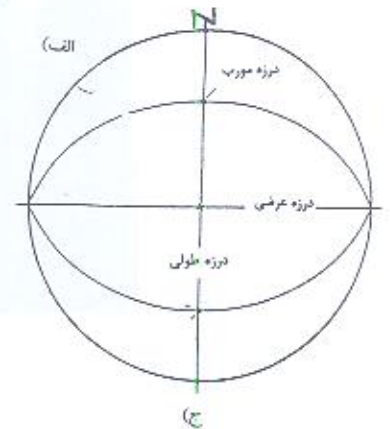


شکل (۱۶) رابطه هندسی ساخت های جریان و شکستگی های اولیه الف) در سقف

توده ماگمایی ب - در حاشیه توده ج - رابطه فوق بر روی استریونت

(اقتباس از Balk 1937 و Munro 1989).

L = درزه های طولی، C = درزه های عرضی، P = درزه های موازی یا کم شیب.



(ج)

کتابنگاری

- ایرانی، م. ۱۳۷۲- بررسی پترولوژی توده گرانیتی الوند و هاله دگرگونی آن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.
- ترکیان، ا. ۱۳۷۴- مطالعه پتروگرافی و پترولوژیکی پگماتیت های الوند (همدان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- زرعیان، س. و فیاض، ه. ۱۳۴۳- تحقیق کانی شناسی پاره ای از سنگهای آذرین ایران، نشریه شماره هفت، انتشارات دانشگاه تهران.
- زرعیان، سیروس، فرقانی، عبدالحسین و فیاض، هاشم (۱۳۵۰-۵۳) توده گرانیتی الوند و هاله دگرگونی آن (در شش قسمت)، نشریه دانشکده علوم دانشگاه تهران، جلد های سوم تا ششم.
- سپاهی گرو، ع. ا. ۱۳۷۸- پترولوژی مجموعه پلوتونیک الوند با نگرش ویژه بر گرانیتوئیدها، رساله دکتری، دانشگاه تربیت معلم تهران.
- صادقیان، م. ۱۳۷۳- بررسی پترولوژی سنگهای آذرین و دگرگونی منطقه چشمه قصابان همدان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- فرهپور، م. م. ۱۳۷۶- تحلیل پتروفابریکی سنگهای دگرگونی ناحیه ای شرق باتولیت همدان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- نراقی، ن. ۱۳۵۲- بررسی کانی شناسی برخی از کانیهای آذرین توده الوند، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ولی زاده، م. و. ۱۳۵۳- بررسی سنگ شناسی و شیمی - کانی شناسی کمپلکس الوند (همدان)، نشریه دانشکده علوم دانشگاه تهران، جلد ششم، شماره یک، صفحات ۲۹-۱۴.
- هادی پور جهرمی، م. ۱۳۷۳- متامرفیسم و ماگماتیسیم منطقه همدان - ملایر - تویسرکان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران.

References

- Balk, R. 1937- Structural behavior of igneous rocks: Mem. Geol. Soc. Am., 5, 1-77.
- Berger, A.R. & Pitcher, W. S. 1970- Structures in granite rocks: Commentary and critique on granite tectonics. Proc. Geol. Ass. 81.
- Billings, M. P. 1975 - Structural Geology: Prentice - Hall, 272-382.
- Castro, A. 1987- On granitoid emplacement and related structures, A review: Geol. Rdsch., 76, 101-124.
- Clous, H. 1922 - Uber Ausbou and Anwendung der granittektonischen Methode: Preussinschen Geologischen Landesanstalt, 89, 1-18.
- Davis, G. H. 1984-, Structural Geology of Rocks and Regions: John Wiley and Sons 253-260.
- Marre, J. 1986 - The Structural Analysis of Granitic Rocks: Elsevier, Amsterdam.
- Munro, M. 1989 - "Igneous intrusion - structural Behavior". The Encyclopedia of Igneous and Metamorphic petrology, Van Nostrand Reinhold, 224-229.
- Paterson, S. R. & Vernon, R.H. & Tobish, O. T., 1989 - A review of cirteria for the identification of magmatic and tectonic foliation in granitoids: J. S. G. 11/3, 349-363.
- Price, N. J. & Cosgrove, J.W. 1991- Analysis of Geological structures : Cambridge Univ. Press, 102-105.
- Vernon, R. H. 2000- : Review of microstructural evidence of magmatic and solid-state flow, Electronic Geosciences, 5:2.

* گروه زمین شناسی دانشگاه بوعلی سینا، همدان

* Geology Department, BuAli Sina University , Hamedan