





دانشگاه شاهرود

دانشکده علوم طبیعی

گروه زمین شناسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی

گرایش پترولوژی

عنوان

مطالعه سنگهای دگرگونی منطقه سیه چشمه - شمالغرب ایران

اساتید راهنما

دکتر محسن مؤذن

دکتر رباب حاجیعلیاوغلی

پژوهشگر

سمانه اسماعیل نژاد

بهمن ۱۳۹۳

نام خانوادگی: اسماعیل نژاد	نام: سمانه
اساتید راهنما: دکتر محسن مؤذن، دکتر رباب حاجی علی اوغلی	
عنوان پایان نامه: مطالعه سنگهای دگرگونی منطقه سیه چشمه - شمالغرب ایران	
مقطع: کارشناسی ارشد	رشته: زمین شناسی
مقطع: کارشناسی ارشد	گرایش: پترولوژی
دانشکده: علوم طبیعی	تاریخ فارغ التحصیلی: بهمن ۱۳۹۳
کلیدواژه: متابازیت، آمفیبولیت، شیمی کانی، ترموبارومتري، سیه چشمه	تعداد صفحه: ۷۳
<p>چکیده</p> <p>منطقه مورد مطالعه در جنوب روستای عباس کندی، جنوب شرق شهرستان سیه چشمه در استان آذربایجان غربی بین مختصات جغرافیایی ۴۷° ۴۴' تا ۴۵° ۴۴' طول شرقی و ۰۰' ۳۹° تا ۰۵' ۳۹° عرض شمالی واقع شده است. از لحاظ تقسیمات زمین شناسی ساختمانی مختلف، منطقه مورد مطالعه در زون البرز غربی - آذربایجان و زون افیولیتی خوی - مهاباد قرار دارد. سنگهای رخنمون یافته در این منطقه تنوع بسیاری داشته و شامل انواع سنگهای دگرگونی، آذرین و رسوبی با بازه زمانی پرکامبرین تا کواترنر می باشند. قدیمی ترین سنگهای رخنمون یافته در منطقه شامل مجموعه ای از سنگهای دگرگونی آهکی، میکاشیست و متابازیت ها (بویژه آمفیبولیت ها) می باشد. سن سنگهای دگرگونی ناشناخته می باشد.</p> <p>مطالعات پتروگرافی متابازیت های منطقه بیانگر دگرگونی این سنگها در حد رخساره شیست سبز تا آمفیبولیت می باشد.</p> <p>براساس مطالعات میکروسکوپی و سنگ شناسی انجام شده، متابازیت های مورد مطالعه در دو بخش عمده زیر تقسیم بندی میشوند: ۱- سنگهای شیست سبز: این گروه شامل انواع (الف) آلبیت - اپیدوت - کلریت شیست (ب) کلریت - ترمولیت/اکتینولیت شیست و ترمولیت/اکتینولیت - اپیدوت شیست می باشد.</p> <p>۲- آمفیبولیت ها که شامل انواع (الف) اپیدوت آمفیبولیت (ب) آمفیبولیت ساده و (پ) گارنت ± کلینوپروکسن آمفیبولیت می باشند. سنگهای بازیک دگرگون شده در شرایط رخساره شیست سبز اغلب بافت آذرین اولیه خود را حفظ کرده و بافت بلاستوپورفیری با بقای از بافتهای افیتیک در متادیا باز و بافتهای دانه ریز و دانه درشت در متابازالت و متا گابروها را نشان می دهند.</p> <p>آمفیبولیت ها اساساً از آمفیبول های کلسیک با ترکیب هورنبلند و پلاژیوکلاز با ترکیب آندزین و الیگوکلاز تشکیل شدهاند. هورنبلندهای موجود در این سنگها اغلب دارای جهت یابی ترجیحی بوده و بوجود آورنده فولیاسیون در سنگها می باشند.</p> <p>آمفیبولهای مورد مطالعه دارای ترکیب شیمیایی ، $Ca \geq 1.5$ ؛ $Na < 0.5$ و $Si \geq 6.877$ اتم بر واحد فرمولی بوده که بر این اساس از نوع آمفیبول های کلسیک طبقه بندی می شوند. در نمودارهای شیمیایی، ترکیب آنها عمدتاً در محدوده منیزیمهورنبلند و چرماکیت واقع شده است.</p> <p>جانشینی های مهم کاتیونی در آمفیبولهای مورد مطالعه از نوع جانشینی پارگاسیتی و جانشینی چرماکیتی تعیین شده است.</p> <p>بر اساس ترموبارومتري به روش Semi - quantitative (Al_2O_3 و TiO_2 در کانی آمفیبول) دما و فشار تشکیل سنگهای مورد مطالعه بترتیب ۶۵۰-۷۰۰ درجه سانتی گراد و ۶-۱۲ کیلو بار تعیین شده است. دما و فشار محاسبه شده با دگرگونی سنگها در رخساره آمفیبولیت و دگرگونی نوع باررو و به احتمال زیاد با یک زون برخوردی مطابقت نشان می دهد.</p>	

گر زنده ام و می نگارم نوشته ای، خدایم را سپاس که پدر و مادری دلسوز زمن داده
پدر، به تو تکیه کردم تو که مثل کوههای سرافراز بزرگواری
مادر، دعاهای زیبایت هر لحظه و هر جا که باشم همانند نسیم زیبای بهاری وجودم را
گواه می بخشد
گویند عشق چیست؟

گویم: عشق یعنی مادر، یعنی پدر! زین لطف بزرگ خدا تو را سپاس!
این نویسه را تقدیم می کنم به دو جلوه گر زیبای خدا، مادر باشکوه تر از باران و پدر
بزرگتر از آسمانم!

تقدیر و تشکر

تشکر و سپاس بی پایان مخصوص خدایی است که بشر را آفریده و به او قدرت اندیشیدن داده و نخستین و بزرگترین یاریگر بندگان در آغاز و پایان هر کاریست.

پس از ارادت خاضعانه به درگاه خداوند بی همتا، لازم است از اساتید ارجمند جناب آقای دکتر محسن مؤذن و سرکارخانم دکتر رباب حاجی علی اوغلی به خاطر سعی صدر و رهنمودهای دلسوزانه که در تهیه این تحقیق مرا مورد لطف خود قرار دادند و از جناب آقای دکتر محسن مؤید که داوری این پایان نامه را به عهده داشتند، تشکر و قدردانی نمایم.

از مدیریت محترم گروه آموزشی علوم زمین، جناب آقای دکتر علی کدخدایی و تمامی اساتید و کارمندان دانشکده علوم طبیعی و همچنین از تمامی دوستانم بلاخص خانم بنفشه لکی محله و خانم سمیه ترابی اصل که در این راه مشوق و پشتیبان من بوده اند سپاسگزارم.

و در آخر از خواهر و برادرانم که همیشه حضورشان در خط مشی زندگی من مؤثر و مفید بوده است تقدیر و تشکر می نمایم و موفقیت همگان را از درگاه احدیت خواهانم.

..... 9	1-1- پایع های نظری
..... 10	1-1-1- مقدمه
..... 11	1-1-2- انواع دگرگوری
..... 12	نکاتی در مورد انواع دگرگوری
..... 12	1-1-2-1- دگرگوری ناحیه ای
..... 13	ویژگیهای محصولات دگرگوری ناحیه ای
..... 13	1-1-2-3- رخساره های دگرگوری ناحیه ای
..... 13	1) رخساره شریسته سبز
..... 14	2) رخساره آفصولیت
..... 15	3) رخساره گرانولیت
..... 15	4) رخساره اکلوتیت
..... 16	1-1-2-4- انواع سنگهای دگرگوری ناحیه ای
..... 18	3-a. شریستها
..... 22	b. سنگهای آهکی و کالک سولیکات
..... 22	c. سنگهای بازیک
..... 24	d. سنگهای اولترامافیک
..... 25	1-1-3- کلاسی در مورد افصولیت ها
..... 26	1-1-3-1- مختصری در مورد افصولیت و افصولیت ملانژ
..... 28	1-1-3-2- جایگیری افصولیتها
..... 33	1-1-3-3- مجموعه های افصولیتی در ایمان
..... 35	1-1-3-4- آمیزه های رنگین
..... 35	1-1-3-5- زمان و چگونگی تشکیل آمیزه های رنگین
..... 36	1-2- پیشینه پژوهش
..... 36	1-3- اهداف رساله
..... 38	1-2- معرفی منطقه
..... 38	2-1-1- موقعیت جغرافیایی
..... 42	2-1-2- راههای ارتباطی
..... 43	2-2- روش تحقیق
..... 43	2-2-1- برداشت صحرائی
..... 44	2-2-2- کارهای آزمایشگاه ی و تفسیر داده های ترسیمی و تلفیق نتایج
..... 46	1-3- زمین شناسی عمومی منطقه

.....46.....	۱-۱-۳- زمین ساخت و زمین شناسی ساختمانی آذربایجان
.....49.....	۱-۳-۲- چینه شناسی منطقه
.....51.....	۱-۳-۳- زمین شناسی صحرائی
.....56.....	۲-۳- مطالعات پتروگرافی
.....56.....	۱-۲-۳- پتروگرافی متبازیت ها
.....56.....	۱-۲-۳-۱- کاری شناسی متبازیت ها
.....57.....	۱- سنگهای رخساره شپست سبز:
.....60.....	۲- سنگهای رخساره آمفیبولیت :
.....65.....	۳-۳- میزانال شیمی کاریها
.....65.....	۱-۳-۳- طبقه بندی آمفیبول ها
.....67.....	۱-۳-۳-۲- میزانال شیمی متبازیت های منطقه سرخ چشمه
.....69.....	۱-۳-۳-۲-۱- میزانال شیمی کاری های دگرگوری
.....69.....	۱-۳-۳-۲-۱-۱- آمفیبول
.....72.....	۱-۳-۳-۲-۱-۲- پلاژی کلاز
.....74.....	۳-۴- ژئوترموبارومتري
.....77.....	۱-۳-۴- تغییرات ترکیبی آمفیبول های کلسیک با توجه به دگرگوری
.....80.....	۱-۳-۴-۲- بارومتري بر اساس میزان AL کاری آمفیبول
.....80.....	۱-۳-۴-۳- ترموبارومتر SEMI- QUANTITATIVE
.....83.....	۳-۵- نتیجه گیری

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- پایه های نظری

۱-۱-۱- مقدمه

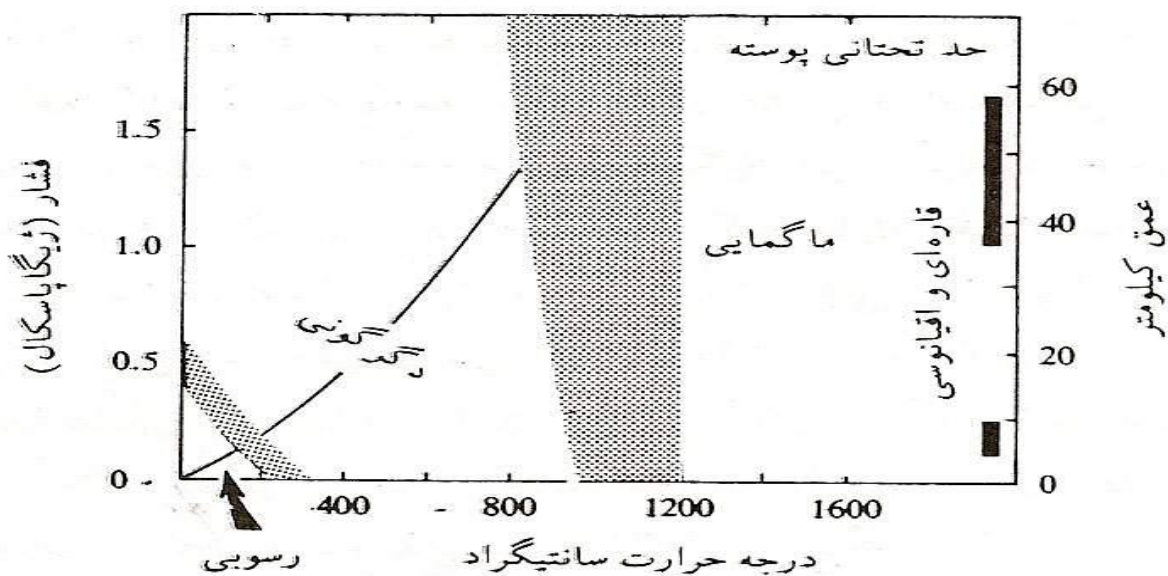
دگرگونی یا متامورفیسم عبارتست از تغییراتی که در ترکیب شیمیایی، کانی شناسی یا ساختار سنگ در حالت جامد رخ می دهد تا آن سنگ با محیط فیزیکی و شیمیایی جدید خود سازگاری بهتری پیدا کند. در واقع دگرگونی پاسخی است که سنگ در مقابل تغییرات محیط شیمیایی یا فیزیکی از خود بروز می دهد و این پاسخ بصورت تجدید تبلور کانی های قدیمی به انواع جدید و یا پدیدار شدن کانی های نوظهور و تخریب بعضی دیگر تجلی می یابد.

بعبارتی دیگر، دگرگونی را می توان در حد بین دیاژنز- هوازگی و ذوب تعریف کرد (درویش زاده، ۱۳۸۷).

ذوب ← دگرگونی → دیاژنز- هوازگی

هوازگی شامل مجموعه پدیده های تخریبی است که در شرایط کمتر از ۱۵۰ درجه سلسیوس و یک کیلو بار فشار و اصولاً در شرایط سطح زمین انجام می پذیرد و دیاژنز شامل پدیده های غیر تخریبی است که باعث تراکم رسوبات و تشکیل سنگ رسوبی می گردد.

حد فوقانی دگرگونی با تولید مایعات مذاب و ظهور سنگهای استثنایی موسوم به میگماتیت در داخل پوسته زمین مشخص می گردد که در شکل (۱-۱) نیز این حدود قابل مشاهده می باشد (درویش زاده ، ۱۳۸۷).



شکل (۱-۱) شرایط تشکیل و قلمرو پایداری سه دسته از سنگهای رسوبی، دگرگونی و ماگمایی. از شکل برآورد میگردد که سنگ های دگرگونی در شرایط سطحی و گاه نزدیک به سطح نیز به وجود می آیند (درویش زاده، ۱۳۸۷).

۱-۱-۲- انواع دگرگونی

در مطالعات و بررسی های صحرائی می توان از نظر مقیاس دو نوع دگرگونی را از یکدیگر تفکیک کرد:

الف- انواعی که دارای ابعاد محدود بوده و به یک منطقه خاص وابسته اند مانند دگرگونی اصابی و دگرگونی هایی که در حاشیه یک توده آذرین (دگرگونی مجاورتی) دیده می شوند.

ب- دگرگونی هایی که در مقیاس بزرگ وجود داشته و قابل نقشه برداری می باشند این نوع دگرگونی را دگرگونی ناحیه ای می گویند که خود شامل دگرگونی دیناموترمال و دگرگونی تدفینی است.

به جز دگرگونی های اصابی، دیگر اقسام دگرگونی با همدیگر و با حرکت صفحات لیتوسفری زمین (پلیت تکتونیک) در ارتباط اند.

نکاتی در مورد انواع دگرگونی

- ۱- دگرگونی ناحیه ای اصولاً در حاشیه های صفحات لیتوسفری دیده می شود.
- ۲- دگرگونی اصابتی تنها نوع دگرگونی است که با حرکت صفحات لیتوسفری در ارتباط نیست.
- ۳- دگرگونی زیر کف اقیانوسها که باعث دگرسانی سنگهای پوسته اقیانوسی می گردد، جایی رخ میدهد که دو صفحه لیتوسفری از یکدیگر دور میشوند.
- ۴- عموماً در دگرگونی ناحیه‌های تغییر شکل‌های یک ناحیه معین ممکن است چن دین بار رخ دهند. این پدیده پلی متامورفیسم نام دارد.

۱-۲-۱-۱ دگرگونی ناحیه ای

دگرگونی ناحیه ای با گسترش زیاد در نوارهای کوهزایی و محل برخورد صفحات پوسته زمین به دو صورت تدفینی و دینامیکی اتفاق می افتد. در دگرگونی ناحیه ای میزان دما گاه به ۸۰۰ درجه سانتی گراد و مقدار فشار از ۲۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ بار می رسد. گاهی ممکن است مدت زمان تأثیر آنها به بیش از ده میلیون سال نیز برسد این نوع دگرگونی معمولاً با فعالیتهای ماگمایی همراه است (درویش زاده، ۱۳۸۷).

شیست، فیلیت، اسلیت و گنیس از جمله معروفترین سنگ های حاصل از دگرگونی ناحیه ای هستند.

- در بعضی از مناطق می توان افزایش درجات دگرگونی را به کمک کاری‌های ردیاب مشخص کرد.

Barrow (1983) معتقد است که در سنگهای پلیتی به تناسب افزایش درجه دگرگونی کانیهای متعادل عبارتند از:

کلریت - بیوتیت - گارنت - استارولیت - کیانیت و سیلیمانیت

- در استفاده از این کانی ها باید به نکات زیر توجه داشت:

۱ - کانی های جدید در هر زون پورفیروبلاست باشند.

۲ - ترکیب شیمیایی سنگهای پلیتی در درجات مختلف دگرگونی باید ثابت و یکنواخت باشد (Barrow, 1983).

ویژگیهای محصولات دگرگونی ناحیه ای

۱ - وسعت و گسترش زیاد

۲ - درارتباط مستقیم با فرایندهای تکتونیکی است.

۳ - دارا بودن فابریک انیزوتروپ نظیر آنچه در میکاشیستها و گنایسها دیده می شود.

۴ - درجات مختلف دگرگونی و در نتیجه سنگهای دگرگونی متفاوت.

دگرگونی های زون سنندج - سیرجان مثال بارزی از این نوع دگرگونی در ایران است.

۱-۱-۲-۳- رخساره های دگرگونی ناحیه ای

تنوع رخساره ها در سنگ های دگرگونی ناحیه ای زیاد است. رخساره های مهم این دگرگونی عبارتند از :

(۱) رخساره شیست سبز

(۲) رخساره آمفیبولیت

(۳) رخساره گرانولیت

(۴) رخساره اکلوزیت

(۱) رخساره شیست سبز

کانیهای مشهود در این رخساره اغلب سبز و آبدارند به طوری که مجموعه پاراژنتیک این رخساره در دگرگونی از سنگهای مادر بازیک، شامل کانیهای زیر است:

آلبیت + اپیدوت + کلریت + اکتینولیت + کوارتز

و در حالت سنگ مادر پلیتی، شامل کانیهای زیر می باشد:

کلریت + موسکوویت + بیوتیت + کلریتوئید + کوارتز

درجات حرارت در این رخساره بین ۳۵۰ تا ۵۰۰ درجه سانتی گراد و فشار بین ۲/۵ تا ۸ کیلوبار فشار آب برآورد می گردد (درویش زاده، ۱۳۸۷).

رخساره شیست سبز را به زیر رخساره های زیر بر حسب افزایش درجه دگرگونی تقسیم میکنند (درویش زاده، ۱۳۸۷):

مجموعه کوارتز + آلبیت + موسکوویت + کلریت

مجموعه کوارتز + آلبیت + اپیدوت + بیوتیت

مجموعه کوارتز + آلبیت + اپیدوت + آلماندن

۲) رخساره آمفیبولیت

این رخساره خاص دگرگونی ناحیه‌های درجات حرارت و فشار متوسط است. پلواژنز اساسی آن مشتمل بر هورنبلند و پلاژیوکلاز است. توضیح آن که در رخساره آمفیبولیت ناشی از دگرگونی سنگهای بازیک، اپیدوت و آلماندن نیز به پاراژنز اضافه می شود و در صورتی که سنگهای پلیتی در این رخساره دگرگون شده باشند، پاراژنز شامل میکاها، آلماندن، استارولیت و کیانیت یا سیلیمانیت گردیده ولی آندالوزیت حضور ندارد.

در حالتی که درجه حرارت زیاد ولی فشار کم یا متوسط باشد رخساره کوردیریت آمفیبولیت ولی در فشارهای بالاتر رخساره آلماندن آمفیبولیت ظاهر می شود (درویش زاده، ۱۳۸۷).

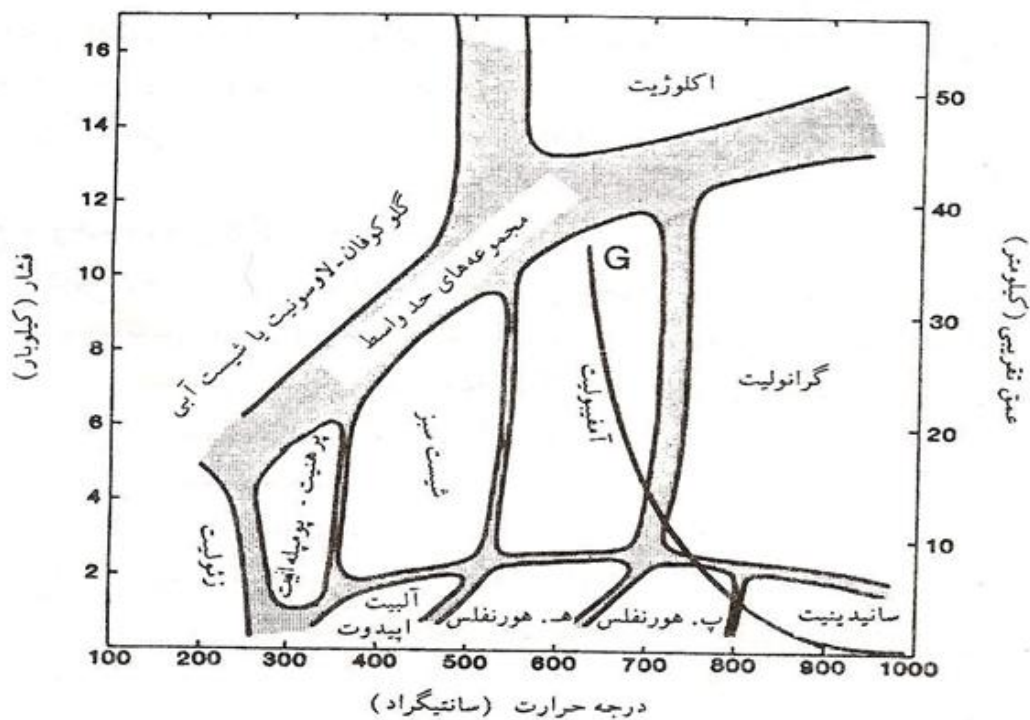
۳) رخساره گرانولیت

فقدان کانیهای آبدار ویژگی این رخساره است. در انواع سرشار از آلومینیوم، کانیهای دیستن، سیلیمانیت و کوردیریت تشکیل می شود. در انواع بازیک هم دو نوع پیروکسن (دیوپسید و هیپرستن) یافت می شود. این رخساره در درجات حرارت بالاتر از ذوب گرانیت پایدار است.

۴) رخساره اکلوزیت

مختص فشارهای زیاد و معمولا در سنگهای بازیک یافت می شود (درویش زاده، ۱۳۸۷). می توان ثابت نمود که این رخساره در اعماق پوسته قاره ای ظاهر می گردد. در ترکیب آن گارنت آهن و منیزیم دار، امفاسیت، روتیل و کیانیت وجود دارد که از تبدیل پلاژیوکلاز، الیوین و اوژیت سنگهای گابرو یا بازالت حاصل شده اند. اکلوزیتها گاهی با گلوکوفان شیستها دیده می شوند. فشار تشکیل این رخساره دگرگونی بیشتر از ۱۲ کیلو بار ارزیابی می گردد (درویش زاده، ۱۳۸۷).

اقسام رخساره های دگرگونی در شکل (۱-۲) نشان داده شده است.



شکل (۱-۲) نمایش اقسام رخساره های دگرگونی در نمودار تغییرات دما و فشار، منحنی G، منحنی ذوب گرانیت است (درویش زاده، ۱۳۸۷).

۱-۲-۴- انواع سنگهای دگرگونی ناحیه ای

a. سنگهای رسی و نیمه رسی

این سنگها در برابر تغییرات دما و فشار بسیار حساس بوده و به علت تشکیل کانیهای دگرگونی متعدد نمایشگرهای خوبی از تحولات دگرگونی در مناطق پوسته ای می باشند.

انواع سنگهای رسی و نیمه رسی عبارتند از:

a-1. اسلیتها

اسلیتها سنگهای دانه ریز بوده که عموماً از دگرگونی پلیتها حاصل می گردند. کانیهای اساسی این سنگها میکای سفید، کلریت و کوارتز بوده و گاهی در آنها لکه های تیره رنگ گرافیت نیز دیده می شود. اپیدوت فقط در اسلیتهای سبز ناشی از دگرگونی توفهای رسوبی دیده شده و ممکن است با آل بیت همراه باشد.

از اختصاصات مهم اسلیتها تورق آسان آنهاست که به آن کلیواژ اسلیتی می گویند.

کلیواژ اسلیتی ، قرار گرفتن کانیهای بسیار ریز ورقه ای به موازات و در امتداد سطح شیستوزیته را گویند .

آردواز یا سنگ لوح سنگی دانه ریز، دارای شیستوزیته یا فولیاسیون بسیار مشخص است که از تغییر شکل شیلهای سیلیسی در درجات ضعیف دگرگونی بوجود می آید(درویش زاده، ۱۳۸۷). محققان انگلیسی به آن سمی شیست می گویند. در شکل (۱-۳) مقطعی از یک اسلیت پلیتی نشان داده شده است.



شکل (۱-۳) اسلیت پلیتی. این مقطع بر سطح شیستوزیته عمود است و در آن کوارتز، میکای سفید، کلریت و اکسید آهن وجود دارد (درویش زاده ، ۱۳۸۷).

a-2. فیلیتها

با افزایش درجه ی دگرگونی و اثر حرارت بیشتر، مداومت شرایط دگرگونی یا تداوم فعالیت سیالات ، اسلیتها به فیلیت تبدیل می شوند. فیلیتها دانه درشت تر بوده و حاوی سربیسیت، کلریت و کوارتز میباشند. به انواع غنی از تالک آنها سنگ صابون می گویند. فیلیتها به استثناء سنگ صابون دارای فولیاسیون مشخصتری بوده و معرف رخساره ی شیست سبز می باشند.

اقسام فیلیتها

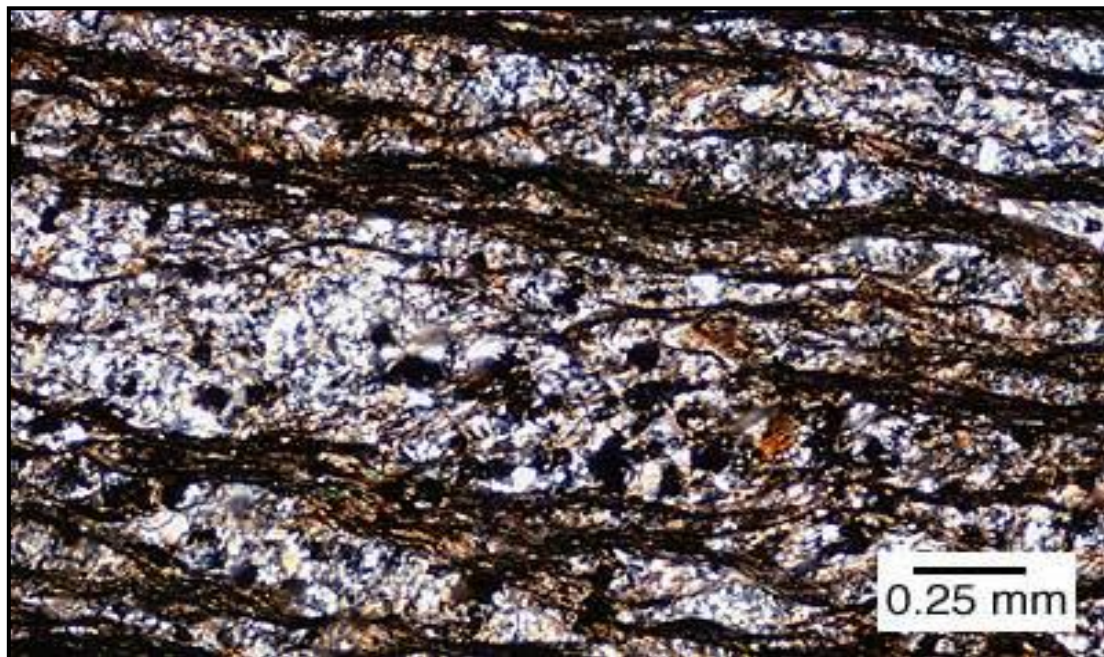
فیلاذ عبارت از شیستهای دگرگون شده سرشار از میکا است که در آن ورقه های سربیسیت و کلریت قابل تشخیص باشند (درویش زاده ، ۱۳۸۷).

فیلیتهای گرافیتی از دگرگونی شیلهای زغالدار بوجود آمده، جلای چرب داشته و دست را سیاه می کند.

فیلیت گرونادار که محتوی دانه های کوچک گارنت با ابعاد میلیمتری و به رنگ قرمز تیره تا سیاه رنگ و غنی از منگنز (اسپسارتیت) می باشد.

فیلیت کلریتوئیددار ناشی از دگرگونی والدهای با آهن و منیزیم زیاد و پتاسیم اندک و با مینرالوژی کلریتوئید، سریسیت، کوارتز و کانیه‌های آهن و تیتان می باشد (درویش زاده، ۱۳۸۷).

در شکل (۱-۴) مقطعی از یک فیلیت نشان داده شده است.



شکل (۱-۴) مقطعی از یک فیلیت (درویش زاده، ۱۳۸۷)

3-a. شیستها

فیلیتها با افزایش درجه دگرگونی به شیست تبدیل می شوند. وجود شیستوزیته و یا لینیاسیون از مشخصات اساسی آنهاست که با افزایش درجه حرارت تدریجاً ضعیف شده و به فابریک گنایسی نزدیک می شود.

شیستها را بر حسب نوع سنگ مادر به چهار گروه زیر تقسیم می کنند (درویش زاده، ۱۳۸۷) :

- میکاشیستها : شیستهایی که از دگرگونی رسوبات رسی و یا کوارتز - فلدسپاتی بوجود می آیند .
- کالک شیستها : شیستهایی که منشأ کربناته دارند .
- شیستهای سبز: شیستهایی که از دگرگونی سنگهای آذرین حد واسط تا بازیک نتیجه می شوند .

- شیستهای منیزیم دار : شیستهایی که از دگرگونی سنگهای اولترابازیک بوجود می آیند

شیستهایی که از دگرگونی رسوبات رسی بوجود می آیند:

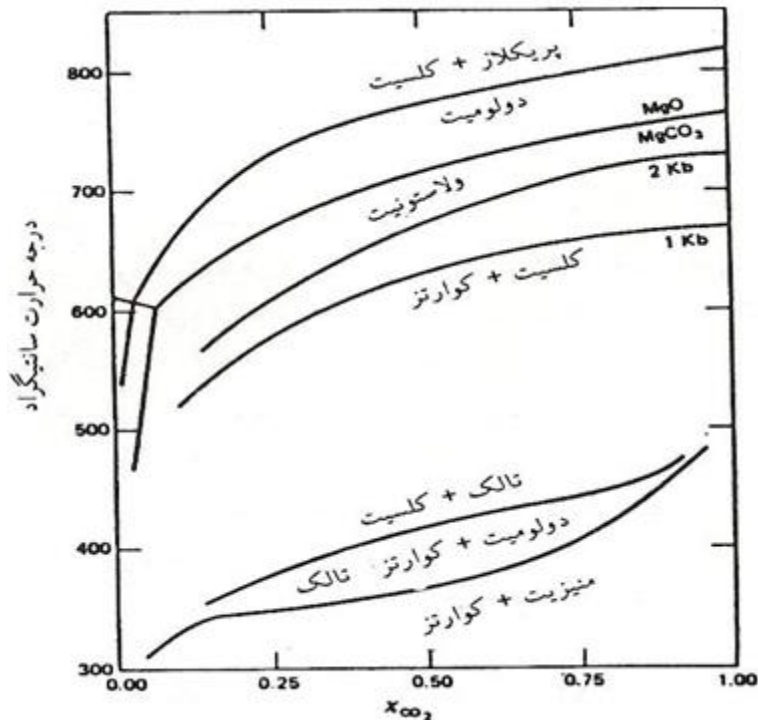
در این قبیل شیستها اصولاً میکا بسیار فراوان بوده و این امر موجب تورق آسان سنگ می گردد. موسکوویت کانی مشخص این گونه شیستها بوده که از تبلور مجدد کانی های رسی پتاسیم دار یا از تخریب فلدسپاتها در دگرگونی قهقرایی بوجود می آید. بیوتیت نیز از کانی های مهم این سنگها بوده ولی در درجات بالاتر بر ابعاد آن اضافه گردیده و به فلدسپات پتاسیم تبدیل می شود. در تمام میکاشیستها، فلدسپات به صورت دانه های ریز وجود دارد ولی با چشم غیر مسلح قابل تشخیص نمی باشد.

شیستهای ناشی از دگرگونی سنگهای کوارتز - فلدسپاتی

این سنگها اساساً از دگرگونی رسوبات آرنی و سنگهای آذرین سیلیس دار بوجود می آیند. در این شیستها کوارتز و آلبيت فراوانتر بوده و درصد اپیدوت بیشتر است. ضمن اینکه مقدار میکای سفید و کلریت آنها کمتر است. در درجات بالاتر کانی ها درشت تر شده، مقدار کانیهای ورقه ای کمتر شده و در نتیجه قابلیت تورق سنگ کمتر و به عبارتی شیستوزیته آن نامنظم تر می شود.

کالک شیستها

این سنگها از دگرگونی شیلهای غنی از کلسیم، سنگهای آهکی و دولومیتی رس دار به وجود می آیند. در درجات دگرگونی ضعیف و متوسط دولومیت نیز مانند کلسیت به مرمر تبدیل می شود به شرطیکه سیلیس در محیط وجود نداشته باشد. در صورت وجود سیلیس، از واکنش دولومیت و سیلیس، ترمولیت و دیوپسید و یا گروسولار تشکیل می گردد. اپیدوت و زوئیزیت در کالک شیستهایی ظاهر می شوند که مقدار آلومینیوم در سنگ زیاد بوده ولی محیط فاقد K_2O باشد. در شکل (۵-۱) منحنی های تعادلی در واکنشهای سیلیس- کربنات نشان داده شده است.



شکل (۵-۱) منحنی های تعادلی در واکنش های سیلیس + کربنات X_{CO_2} ، کسری از مول CO_2 در فاز سیال $H_2O + CO_2$ است. فشار فاز سیال (Pf) مساوی یک کیلو بار فرض شده است (درویش راده، ۱۳۸۷)

شیستهای سبز

این سنگها از دگرگونی ناحیه ای سنگهای بازیک و نیمه بازیک در درجات حرارت کم بوجود می آیند. این سنگها را می توان سنگهای متورقی دانست که رنگ سبز آنها معلول حضور کانیهای نظیر کلریت، اپیدوت و اکتینولیت در سنگ است. کلریت این سنگها عموماً آهن دار است. ترکیب اپیدوت از انواع سرشار از آهن تا کلینوزوئیزیت متغیر است و گاهی در این سنگها استیلپنوملان فراوان حضور دارد. پرازینیت - نوعی شیست سبز است که در آن سه کانی اکتینولیت (آمفیبول سبز)، کلریت و اپیدوت با نسبت تقریباً مساوی وجود دارند. این سنگ تقریباً فاقد کوارتز است ولی کمی آل بیت در آن وجود دارد.

شیستهای منیزیم دار

این سنگها از دگرگونی پریدوتیتها و سایر سنگهای الترابازیک در درجات حرارت کم و متوسط و در محیط آبدار و یا خشک بوجود می آیند. این دگرگونی علاوه بر درجه حرارت و فشار به مقدار بخار آب و محتوی SiO_2 و CO_2 نیز وابسته بوده و سنگهای تشکیل شده عبارت از شیستهای آنتیگوریت دار، شیستهای اکتینولیت-تالک دار، سنگ کربنات - تالک (سنگ صابون) و سنگ کوارتز - کربنات می باشند. سرپانتین تمام شیستهای منیزیم دار، آنتی گوریت و آمفیبول تمام این سنگها اکتینولیت (سبز رنگ) و یا ترمولیت (بیرنگ) می باشد (درویش زاده، ۱۳۸۷).

در زیر تصویر میکروسکوپی از یک تالک ترمولیت شیست نشان داده شده است.



شکل (۱-۶) منظره ای از یک تالک ترمولیت شیست (درویش زاده، ۱۳۸۷)