



ار ژئوشیمیایی سنگ کل و شیمی کانی‌های فلدسپار و بیوتیت در پهنه‌ی برشی شرق قروه (کردستان)

اشرف ترکیان*

گروه زمین‌شناسی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان

(دریافت مقاله: ۹۱/۱/۲۴، نسخه نهایی: ۹۱/۵/۱۴)

شی مورد بررسی در شرق قروه (کردستان) قرار دارد و از سنگ‌های گرانیتی و گرانودیوریتی تشکیل شده است. در دگرشکل، پروتومیلونیت‌ها و میلونیت‌ها، در مناطق سنگین‌آباد، کوه گزگز و پلوسرکان مطالعه می‌شوند. بررسی‌های می‌دهند که فعالیت‌های زمین ساختی شامل میرمکیت، فلدسپارهای قلیایی دوباره متبلور شده با لغزش، پلاژیوکلاز-تزه‌های متبلور در شرایط دینامیکی، ارتوکلازهای پرتیتی، بلورهای فلدسپار با غنی‌شدگی قلیایی در حاشیه‌ی (بافت $Or_{91.19-91}$ بوده‌اند. مقایسه داده‌های ژئوشیمیایی سنگ کل و سنگ اولیه (پروتولیت) معلوم می‌دارد که نوسان-ناصر اصلی نظیر افزایش P_2O_5 و TiO_2 , MnO , CaO در پروتومیلونیت‌ها و میلونیت‌ها وجود دارند. هم چنین در ارتزی و پلاژیوکلازهای دگرسان شده مشاهده شده‌اند. این فرایندها نمونه‌هایی از فعالیت‌های شاره‌های گرمایی و بازیر می‌شوند. فلدسپارها در سنگین‌آباد و کوه گزگز، سدی-پتاسی و در پلوسرکان سدی هستند. در مجموع، روابط ریزساختاری، بافتی، ژئوشیمی و شیمی، نقش پهنه‌ی شیر زون را در تشکیل این ویژگی‌ها تأیید می‌کنند. بسیاری ارتباط بین تشکیل ریز ساختارها با تنش-کرنش و گرمایی‌ها را تأیید کرده‌اند. بلورهای بیوتیت مورد بررسی با FeO ۴/۱۳-۲۱/۴۲ پس از فرایندهای یاد شده تشکیل شده‌اند که احتمالاً حاصل گردش شاره‌های پسا ماگمایی باتولیت هستند. دمای تشکیل بیوتیت حدود ۵۵۰ تا ۷۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است که با دمای دگرشکلی ریزساختارها

د.

پهنه‌ی برشی؛ شیمی کانی؛ ژئوشیمی؛ گرماب‌ها؛ میلونیت؛ پروتومیلونیت؛ پروتولیت؛ قروه؛ کردستان.

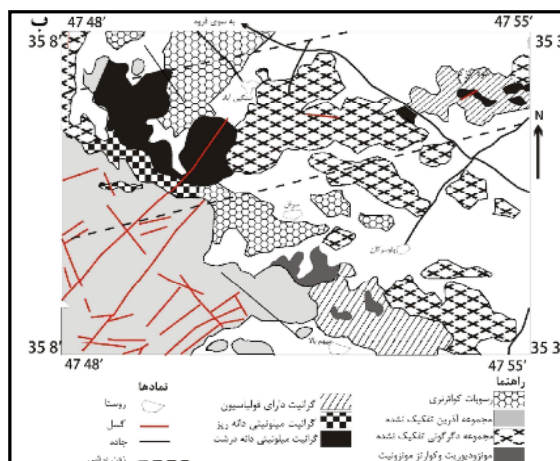
تغییرات ساختاری را در آن‌ها میسر می‌سازد. به اعتقاد [۱] این تغییرات با تغییرات شیمیایی همراهند. لذا از این دیدگاه نیز پهنه‌های برشی، کانون توجه بسیاری از زمین‌شناسان داخلی [برای مثال ۲-۵] و خارجی [۱، ۶-۹] بوده‌است. منطقه‌ی مورد بررسی یعنی پهنه‌ی برشی شرق شهرستان قروه، در بخش شمال‌غربی نوار دگرگونی-ماگمایی سندج - سیرجان و جنوب‌شرقی استان کردستان واقع شده است [۱۰].

فوقانی قلمرو تغییرشکل‌های شکنا از جمله رشی (shear zone) هستند. این پهنه‌ها برای ذخیره‌ی دگرشکلی هستند که به مدن نامیده می‌شود. میلونیت‌ها معمولاً دارای کوبی و میکروسکوپی خاصی هستند که و تعیین شرایط زمین دما-فشارسنجی

در [۱۱] ویژگی‌های سنگ‌های دینامیکی قروه، را که منطقه‌ی مورد پژوهش بخشی از سی قرار داده‌اند. همچنین [۱۲] در رساله‌ی لور جزئی به بخشی از منطقه مورد بررسی با آخرین بررسی‌ها در خصوص پهنه‌ی برشی سی به [۱۳] مربوط است. این مقاله سعی مختصری از ویژگی‌های ساختاری پهنه، به کیب شیمیایی سنگ کل و کانی‌های شاخص و فلدسپارهای نوع پلاژیوکلاز و قلیایی

(شکل ۱). بر اساس رده‌بندی [۱۴] در زیرزون با دگرشکل پیچیده‌ی سهند-سیرجان واقع شده است. دنباله‌ی چینه‌ای، در نیمه جنوبی قروه- که منطقه‌ی مورد بررسی بخشی از آن است- شامل سنگ‌های دگرگون وابسته به تریاس تا ژوراسیک و سنگ‌های نادگرگون ائوسن است. توده‌های نفوذی به سن ۱۴۹-۱۵۷ میلیون سال، که با نام مجموعه پلوتونیک قروه خوانده می‌شود، در سنگ‌های دگرگون تزریق شده و پیش از این توسط [۱۶، ۱۵، ۱۲] مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بخش قابل توجهی از این توده‌ها در بخش شمال شرق مجموعه فوق بر اثر دگرگونی دینامیکی و قرارگیری در پهنه‌ی برشی دستخوش تغییر و شکل‌گیری آشکاری شد که در آن‌ها شواهد ایجاد پهنه‌ی برشی کاملاً مشهود است [۱۳].

سی
سی بین طول‌های شرقی ۴۸° ۴۷' تا ۵۵°
ی شمالی ۳۵° ۳' تا ۳۵° ۸' قرار دارد



۱ ساختاری ایران (اقتباس از [۱۰]). موقعیت منطقه‌ی مورد بررسی با مربع سیاه رنگ مشخص شده است. (ب) نقشه‌ی زمین-پاس ۱:۱۰۰۰۰۰ بر پایه‌ی [۱۵].

شده‌اند. بررسی و پردازش داده‌ها با استفاده از نرم-افزارهای 2.1.1 GCDkit و Minpet انجام گرفت.

در راستای بررسی رفتار رئوشیمیائی عناصر در ساختار کانی‌ها در پهنه‌ی برشی ۱۴ نقطه از ۴ نمونه بیوتیت و ۲۵ نقطه از ۸ فلدسپار، از سه منطقه پلوسرکان، سنگین‌آباد و کوه گزگز انتخاب شدند. این کانی‌ها در آزمایشگاه ریزپردازش دانشگاه ایالت واشنگتن، با استفاده از ریزپردازنده‌ی الکترونی مدل CAMECA SX50 تجزیه نقطه‌ای شدند. که ولتاژ شتاب‌دهنده ۱۵Kv، باریکه‌ی جریان ۲۰ nA و با قطر باریکه-ای برابر ۲ μm به انجام رسید. نتایج حاصل از این آنالیزها نیز در جدول‌های ۲ و ۳ آمده‌اند. فرمول‌های ساختاری برای بیوتیت‌ها بر اساس ۲۲ اکسیژن و برای فلدسپارها براساس ۸ اکسیژن محاسبه شده‌اند.

هدف‌های این پژوهش ضمن برداشت‌های اتیک صحرایی توام با اندازه‌گیری‌های دقیق، برگوارگی و خطورگی در پهنه‌ی برشی، ی و پتروفابریک [بافت سنگی] ۴۳ برش ارائه شده در این نوشتار را دربرداشته است. سنگ‌کل ۱۳ نمونه از پروتولیت و سنگ-درجه‌های متفاوت تغییرپذیری ساختاری در آزمایشگاه‌های دانشگاه ایالت واشنگتن کانسانرین بینالود تهران به روش‌های ICP-MS و XRD مورد بررسی قرار گرفتند. در این نوشتار که بیشتر، تغییرات توده‌ای و ایزوتوپی در این سنگ‌ها، به منظور رعایت حجم مقاله ارائه آن داده‌ها [۱۳] چشم‌پوشی شده و فقط تأمین هدف‌های مقاله، در جدول ۱ آورده

جدول ۱ داده‌های عناصر اصلی تجزیه‌ی سنگ‌کل برای سنگ‌های دگرشکل و پروتولیت آن‌ها.

اکسیدها (wt%)	میانگین پروتومیلونیت‌ها	میانگین میلیونیت	میانگین پروتولیت‌ها
SiO ₂	۷۱٫۲۴	۷۱٫۹۶	۷۶٫۳۵
TiO ₂	۰٫۴۵	۰٫۳۲	۰٫۱۶
Al ₂ O ₃	۱۴٫۱۶	۱۳٫۹۶	۱۲٫۵۵
FeO	۲٫۴۰	۲٫۱۲	۱٫۳۲
Fe ₂ O ₃	۰٫۴۶	۰٫۳۸	۰٫۲۳
MnO	۰٫۰۳	۰٫۰۵	۰٫۰۱
MgO	۰٫۸۶	۰٫۸۱	۰٫۴۳
CaO	۱٫۹۴	۱٫۹۷	۰٫۳۸
Na ₂ O	۳٫۴۴	۳٫۶۳	۲٫۷۲
K ₂ O	۳٫۰۳	۳٫۵۹	۴٫۰۲
P ₂ O ₅	۰٫۲۳	۰٫۱۴	۰٫۰۴

جدول ۲ سهم آنورتیت، آلیت و ارتوکلاز (بر حسب درصد) حاصل از تجزیه‌ی نقطه‌ای فلدسپار کوه گرگز.

Samples	3Pg21-49-core	3Pg21-50	3Pg21-51	3Pg21-52	3Pg21-53	3Pg21-54	3Pg21-55- ri
Location	Kohe-Gazgaz						
An	1V,AY	11,AY	Y-,F	-,AY	-,AY	-,Y	-,AY
Ab	AY,F1	AY,11	Yq,FY	AY,FY	Y,qF	AY,FY	AY,F1
Or	-,YA	-,ZY	-,AY	AY,-A	q1,Yq	q1,FY	q1,AY

۱ سهم آنورتیت، آلپیت و ارتوکلاز (بر حسب درصد) حاصل از تجزیه‌ی نقطه‌ای فلدسپارهای کوه گز و پلوسکان.

Samples	4Pg21-56	4Pg21-57	4Pg21-58	4Pg21-59	Mg6-2-88	Mg6-2-89	Mg6-2-90
Location	Kohe-Gazgaz				Poloserkan		
An	14,7	22,42	26,6	32,95	0,81	0,71	0,11
Ab	85,33	76,47	73,7	66,44	98,66	99,10	99,8
Or	0,59	1,10	0,87	0,72	0,53	0,49	0,4

۱. سنگ‌نگاری

ن شهرستان قروه به اشکال مختلفی رخنمون، نسبتاً کوچک عدسی‌شکل و پراکنده در گِردگون و یا تیغه‌های نازک و دایک مانند ال بوده‌اند (شکل ۱). بررسی‌های صحرایی نفوذ گرانیتوئید در فازهای مختلفی صورت در بین واحدهای سنگ‌شناسی منطقه، نشان‌دهنده ساختاری مناطق روشن‌تر هستند،

رد بررسی در گستره‌ی گرانیتوئید (با متفاوتی از میکاها) و به لحاظ درجه‌ی قسمت‌های با کرنش بالا (میلونیت‌ها) و ش پایین (پروتومیلونیت‌ها)، در یک پهنه‌ی پهنه‌ی فرعی، دیده می‌شوند. پروتولیت، شکلی بسیار ضعیف است و مبنای بررسی فتار ژئوشیمیایی پروتومیلونیت‌ها و میلونیت-، این واحدهای لیتولوژیکی در رخنمون‌های ۲-الف)، پلوسرکان و کوه گزگز مورد بررسی سنگین آباد گسترش بیشتری دارد و در تنوعی از ریزساختارهای این پهنه است که ه‌های عدسی و هم به صورت نفوذی‌های دارد.

گرانیت‌های مورد بررسی این منطقه بسیار ل کوارتز، پلاژیوکلاز و فلدسپارهای قلیایی روکلین است. کانی مافیک منحصراً بیوتیت و درصد حجمی تقریبی ۳-۵٪ شامل تیتانیت، کسیدهای آهن هستند. گستره‌ی نوسان‌های های این پهنه در قلمرو گرانیت - گرانیت یت است. داده‌های شیمیایی از سنگ‌کل نیز است. حال در ادامه به بیان کلی ویژگی‌های پروتولیت، پروتومیلونیت و میلونیت‌ها (شکل

در غرب روستای سنگین‌آباد و شمال‌شرق بیرون زدگی دارد که دستخوش دگرشکلی ه است. بر همین مبنا در این مقاله آن را ی‌کنیم. شکستگی و خاموشی موجی در ژئوکلاز و بیوتیت تنها آثار دگرشکلی در این

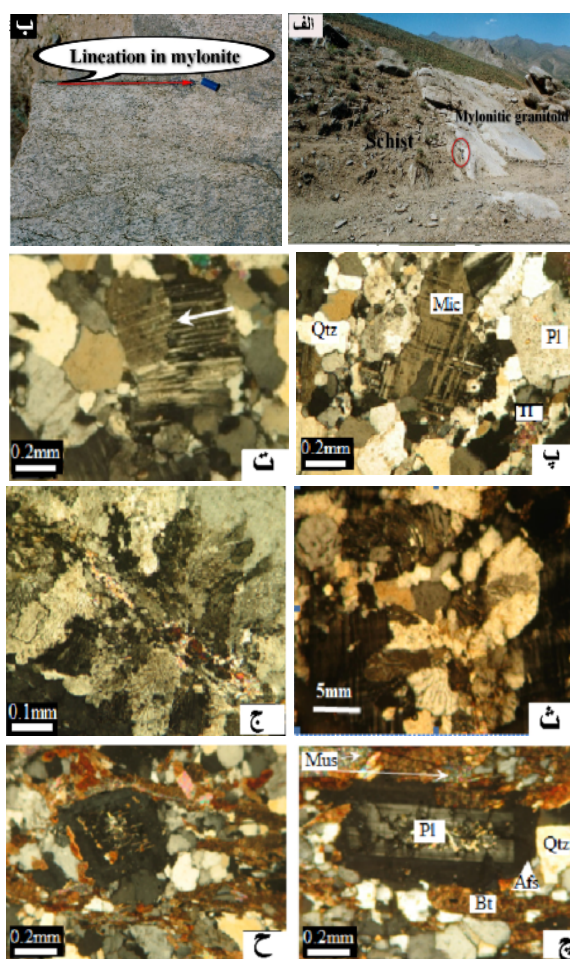
سنگ‌ها هستند. کانی‌های تشکیل دهنده‌ی این گرانیت عبارتند از ۳۵ تا ۴۵ درصد کوارتز، ۲۰ تا ۳۰ درصد فلدسپار قلیایی (ارتوکلاز $\pm$ میکروکلین)، ۱۰ تا ۱۵ درصد پلاژیوکلاز و ۵ درصد بیوتیت و کانی‌های کدر. شکل (۲-ب) نمونه‌ای از کوارتزهای دارای خاموشی موجی و پلاژیوکلازهایی را نشان می‌دهد که فاقد حاشیه‌های میرمیکیتی هستند و فقط شکستگی‌هایی در کانی اخیر شکل گرفته‌اند (شکل ۲-ت). این ویژگی‌ها بر درجات بسیار پایین دگرشکلی دلالت دارد.

پروتومیلونیت: در برش نازک از پروتومیلونیت‌ها ماتریکس به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد حجمی سنگ را به خود اختصاص داده است. ترکیب کلی پروتومیلونیت‌ها نیز گرانیتی و تاحدی گرانودیوریتی است. فلدسپارهای قلیایی در اندازه‌های خیلی-درشت (پورفیروکلاست) تا ریز و به صورت میکروکلین با ماکل تارتن، ارتوکلاز اغلب با بافت پرتیتی مشاهده می‌شود. میرمیکیت این سنگ‌ها به فراوانی یافت می‌شود (شکل ۲-ث). کوارتز در اندازه‌های ریز تا متوسط متبلور شده‌است. کوارتز از ویژگی‌هایی مانند خاموشی موجی، خاموشی جارویی، زیردانه، دانه جدید و تبلور مجدد از نوع برآمدگی BLG برخوردارند. پلاژیوکلازها در اندازه‌ی متوسط و دارای شکستگی، خمش و خاموشی موجی هستند. گاهی تعدادی از بیوتیت‌ها از ریزساختارهایی مانند شکستگی، خاموشی موجی، لغزش در سطح رخ و کینک‌شدگی برخوردارند. البته دور از انتظار نخواهد بود که ممکن است سهمی از بیوتیت‌ها به بیوتیت‌های حاصل از دگرسانی آمفیبول-ها (فقط در گرانودیوریت‌ها) تعلق داشته باشد. در برخی نمونه-ها نیز مسکوویت‌های ماهی‌گون و قفسه‌کنایی یافت می‌شود.

میلونیت‌ها: گرانیت میلونیتی در جنوب و جنوب‌شرقی سنگین-آباد (شکل ۲-الف)، شمال‌شرقی روستای پلوسرکان و کوه گزگز بیرون زدگی دارد. پورفیروکلاست‌های درشت دانه در میلونیت-ها نسبت به پروتومیلونیت‌ها کمتر ولی زمینه‌ی ریزدانه سهم بیشتری دارد. سهم ماتریکس (خمیره) ۵۰ تا ۸۰ درصد متغیر است. بافت‌های متناسب با درجه‌ی دگرشکلی این سنگ عبارتند از میرمیکیت (شکل ۲-ج)، ارتوکلاز با تبلور مجدد، میکروکلین‌هایی با آثار لغزش و بهم ریختگی، پلاژیوکلازهای گرد و یا در برخی موارد پهن شده و شکسته، کوارتزهایی با تبلور دوباره‌ی دینامیکی. در این سنگ‌ها حجم میرمیکیت کاهش‌یافته و پرتیت شعله‌ای دیده می‌شود. بیوتیت و مسکوویت در اندازه‌ی ریز-متوسط کانی‌های میکایی موجود در

شرایط گوناگونی تشکیل می‌شود که یکی از آن‌ها مناطق برشی است که در آن‌ها گرماب‌ها فعالند. در اطراف بلورهای درشت پلاژیوکلاز سایه‌ی فشاری که حاصل انباشت دانه‌های کوارتز، فلدسپار، بیوتیت و دانه‌های دوباره تبلور یافته از خود بلور نیز وجود دارند (شکل ۲-ح).

، البته گاهی در مسکوویت‌ها ساختار ماهی-بیوتیت نیز در مواردی به کلریت تجزیه ر برخی سنگ‌های میلونیتی پلاژیوکلازهایی، سپارهای قلیایی آن‌ها را در برگرفته و بافت وجود آورده‌اند (شکل ۲-چ). این بافت در



(الف) مرز مشخص گرانیتوئیدهای میلونیتی و شیست‌های مجاور سنگین‌آباد، (ب) گرانیت میلونیتی سنگین‌آباد که در آن باطل از آرایش فلدسپارها نشان داده شده است، تصاویر میکروسکوپی در نور XPL (پ) از ترکیب کانیایی پروتولیت گرانیتی، ستگی‌هایی در پلاژیوکلاز به سبب حرکت‌های برشی، (ث) میرمکیت‌های موجود در شکستگی‌های میکروکلین در سنگ‌های تشکیل میرمکیت و دانه جدید درون ارتوکلاز در میلونیت‌ها، (ج) گرانودیوریت میلونیتی که در آن پلاژیوکلازی با نواری از له شده است (بافت آنتی‌راپاکیوی)، (ح) علاوه بر وجود سایه فشاری، ریز بلورهایی از بیوتیت تشکیل شده‌اند که اندازه‌ی آن‌ها بیت‌های اولیه در سنگ است. این بیوتیت‌ها در سایه‌ی فشاری پلاژیوکلاز بوجود آمده و گاهی نیز در درون پلاژیوکلاز دیده تصاری کانی‌ها؛ Mic: میکروکلین، Qtz: کوارتز، Pl: پلاژیوکلاز، Bt: بیوتیت، Mus: مسکوویت، Afs: فلدسپار قلیایی، Ti:

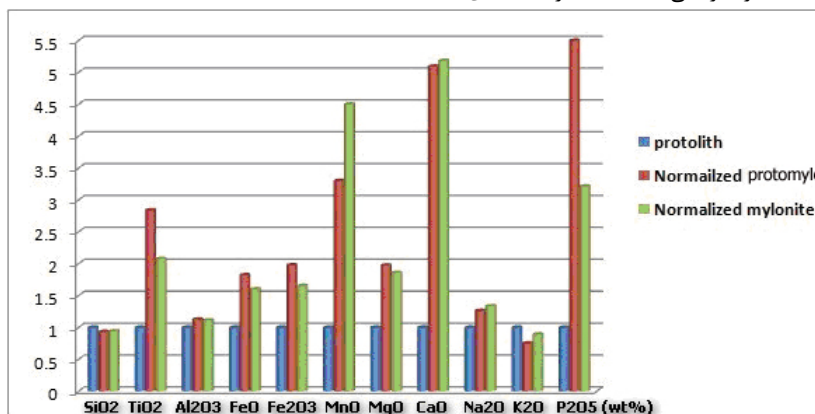
دارای دگرشکلی نزدیک ۵ برابر پروتولیت افزایش نشان می-دهد، مقدار این اکسید در هر دوی میلونیت‌ها و پروتومیلونیت-ها یکسان است. فراوانی این اکسیدها احتمالاً باید به تشکیل بیشتر بلورهای تیتانیت و اپیدوت و جابجایی‌های عناصر در فرایندهای دگرنهادی وابسته باشد (شکل ۳).

نتایج داده‌های شیمی کانی‌ها

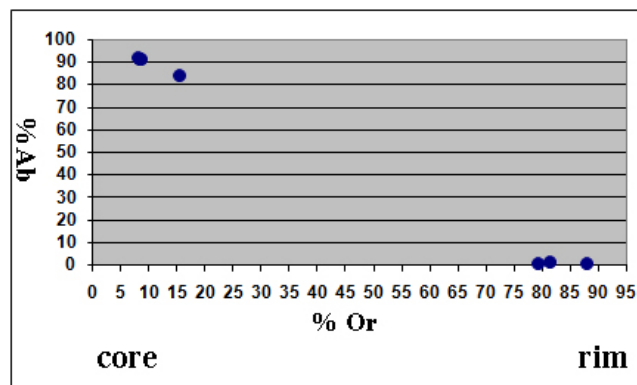
شیمی فلدسپارها

پلاژیوکلاز و ارتوکلاز و میکروکلین به عنوان مهم‌ترین کانی‌های فلسیک، در تمامی واحدهای سنگی منطقه حضور دارند. داده-های حاصل از تجزیه‌ی نقطه‌ای از حاشیه به مرکز بلورها نشان می‌دهد (جدول ۲، نقاط 3pg21-49 تا 3pg21-55) گرانیته کوه گزگز دارای پلاژیوکلازهایی با هسته‌های سدی است و در مجموع مقدار آنورتیت این پلاژیوکلازها در هسته بین ۱۷/۸۲ تا ۲۰/۰۴ و مقدار آلبيت از ۷۹/۴۷ تا ۸۸/۱۱ متغیر بماند. حاشیه-ی فلدسپارها بر عکس هسته‌ی آلبيتی، غنی از پتاسیم (Or) است (شکل ۴ و ۵). در برخی دیگر از فلدسپارهای کوه گزگز نیز ترکیب کلی پلاژیوکلازها سدی است (شکل ۵) (جدول ۳، نقاط 4pg 21-56 تا 4pg 21-59). بنحوی که فراوانی آلبيت از درصد آنورتیت بیشتر است و مضافاً اینکه از مرکز به حاشیه نیز نوسان‌هایی در جهت افزایش آنورتیت دارد. سهم آنورتیت در ترکیب پلاژیوکلاز این گونه فلدسپارها حداکثر ۳۲/۹۵ درصد است. این گروه از فلدسپارها از ارتوکلاز بسیار کمی بین ۰/۵۹ تا ۱/۱۰ درصد برخوردارند (جدول ۳).

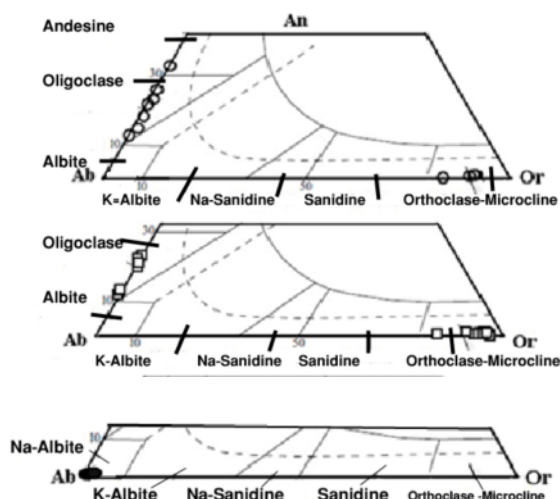
ی نمونه‌های مورد بررسی گرانیته (گرانیته گرانودیوریت) است. این سنگ‌ها از سری I هستند. داده‌های ژئوشیمیایی برای مثال LIL و تهی‌شدگی از HFSE به همراه K_2O/Rt و FeO/MgO بیانگر ماگماتیسم ی قاره‌ای آن‌هاست که از تبلور جدایشی یک ر پوسته‌ی زیرین حاصل شده‌اند [۱۳]. برای و نوسان‌های ترکیب شیمیایی سنگ‌های تها و پروتومیلونیت‌ها) نسبت به سنگ لیه‌ای بنام "پروتولیت" از روش ارائه شده در ، و در نمودار ستونی، فراوانی اکسیدهای ه سنگ با یکدیگر مقایسه شده است (شکل چنانکه مشهود است در پروتومیلونیت‌ها و SiO_2 ، Al_2O_3 و حتی Na_2O و K_2O ، نوسان چشمگیری نشان نمی‌دهد. فراوانی آهن، منیزیم و منگنز (که عنصر اخیر قابلیت صر بالا را دارد) نسبت به پروتولیت تقریباً به افته و در هر دو سنگ دگرشکل‌یافته اختلاف وجود ندارد. این موضوع به افزایش مقدار گ‌ها سازگار است. درصد TiO_2 و P_2O_5 به پروتومیلونیت‌ها و میلونیت‌ها بالارفته‌اند، و که فراوانی این اکسیدها در پروتومیلونیت‌ها هست. در شرایطی که CaO در سنگ‌های



فراوانی عناصر در پروتولیت، پروتومیلونیت و میلونیت در منطقه‌ی مورد بررسی، نمودارها بر مبنای روش مورد استفاده در [۱۷] ده‌های جدول ۱ تنظیم شده است.



اوانی ارتوکلاز - آل بیت در پلاژیوکلازی از منطقه ی کوه گزگز که در مرکز غنی از آل بیت و در حاشیه غنی از ارتوکلاز هستند.



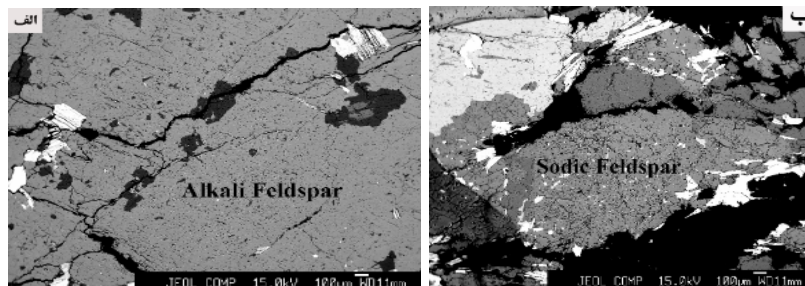
کیبی فلدسپارهای نمونه‌های مناطق مورد بررسی در نمودار An-Ab-Or؛ دایره ی توپر: پلوسرکان، مربع توخالی: سنگین آباد، گزگز.

حاشیه از نظم خاصی پیروی نمی‌کند و پلاژیوکلاز آن‌ها از نوع اولیگوکلاز است. چنین فلدسپارهایی با ارتوکلاز ۰/۷۳ درصد شکل گرفته‌اند.

لذا در مجموع در پهنه ی برشی مورد بررسی ترکیب فلدسپارهای کوه گزگز و سنگین آباد هر دو سدی - پتاسی و برای پلوسرکان تنها سدیک و در قطب آل بیت متمرکز است. که در نمودار مثلثی An-Ab-Or نیز به خوبی دیده می‌شود (شکل ۵).

سپارها ترکیب آل بیتی دارند و از فرمول کلی $An_{0.14-0.81} Ab_{98.66-99.86}$ پیروی می‌کنند (Mg 6-2-88-9).

دو گروه فلدسپار وجود دارد. فلدسپارهای کلاز با $An_{0-0.15} Ab_{4.49-84.03} Or_{95.41-100}$ ، جدول ۴، نقاط Ms 71-78 و Ms 87-85 ، یوکلاز غنی از سدیم (جدول ۴، نقاط 2Ms ، ب) که در آن‌ها برتری با آل بیت (بین صد) است و تغییرات An در هسته و یا



ی. میکروسکوپ الکترونی (BSE) فلدسپارهایی از منطقه ی سنگین آباد . الف) فلدسپارهای قلیایی سرشار از ارتوکلاز ؛ ب) آلبیت.

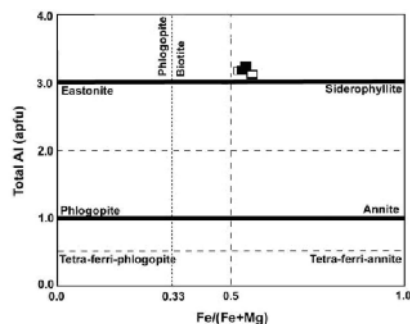
یت، آلبیت و ارتوکلاز (بر حسب درصد) حاصل از تجزیه نقطه‌ای فلدسپارهای سنگین آباد. نیمرخ تجزیه این فلدسپارها مسیر ه مرکز یا برعکس را نشان نمی‌دهند.

Samples	Ms 87	Ms 86	Ms 85	Ms 71	Ms 72	Ms 73	Ms 74	Ms 75	Ms 76	Ms 77	Ms 78	2 Ms 79		
Location	Sangin Abad				Sangin Abad								S	
An	۰/۱۵	۰/۱	۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵	۰	۰	۰	۰/۱	۲۰/۲۶		
Ab	۵/۴۶	۶/۴۲	۵/۰۶	۵/۷۵	۶/۳۶	۴/۴۹	۵/۰۷	۴/۸	۴/۹۴	۱۵/۹۷	۸/۷۸	۷۹/۰۲		
Or	۹۴/۳۹	۹۳/۴۸	۹۴/۹۴	۹۴/۱۵	۹۳/۵۴	۹۵/۴۱	۹۴/۸۸	۹۱/۵۱	۹۱/۵۱	۹۵/۰۶	۹۱/۱۴	۰/۷۲		

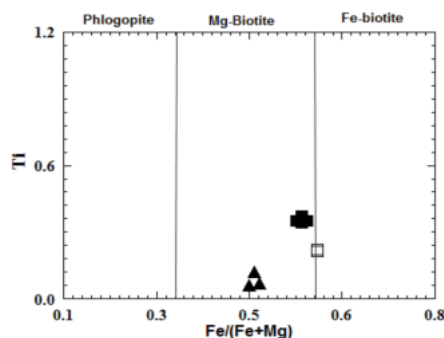
{(TiO₂ × 10) + MgO + FeO*} [۱۸] تصویر می‌شوند.

برای تعیین نوع بیوتیت‌ها، با توجه به مقدار آلومینیوم Al^{IV} نسبت به آهن کل به مجموع آهن کل و منیزیم [FeO^{total}/(MgO + FeO^{total})] [۱۹] با توجه مرز تفکیکی گروه بیوتیت‌ها از فلوگوپیت‌ها یعنی Fe/(Fe + Mg) (< ۰/۳۳)، آن‌ها در زمره "بیوتیت‌ها" قرار می‌گیرند. در نمودار ASPE [۲۰] بیوتیت‌های مورد بررسی با دارا بودن منیزیم حدود ۲ و آلومینیوم (هر دو عنصر در واحد فرمولی) بالاتر از ۳ متمایل به قطب سیدروفیلیت هستند (شکل ۷). بر مبنای رده‌بندی [۲۱] ترکیب بیوتیت‌های منطقه از نوع منیزیم‌دار است (شکل ۸).

یزین غالب در واحدهای سنگی مورد بررسی T موجود در این کانی در کوه گزگز (۳/۱۹-آباد (۱/۸۴-۱/۷۶) و در پلوسرکان (۰/۶۱ تا ت در کوه گزگز دارای MgO (۸/۵۳-۹/۲۲)، (۸/۳۸- و پلوسرکان (۲/۹۴-۲/۸۶) است و (ΣFeO + M₁) به ترتیب در گزگز، سنگین- (۲۰/۲۰-۱۹/۳۳)، (۲۱/۴۲-۲۱/۲۶) و (۴/۵۴-های ۵ و ۶). بنابراین بر پایه‌ی [۱۸] در هر نه‌های تجزیه شده از نوع بیوتیت‌های تازه اینگونه بیوتیت‌ها در قلمرو C نمودار



ر Al کل نسبت به Fe/(Fe + Mg) [۲۰] بیانگر آنست که بیوتیت‌های مورد بررسی بیشتر ترکیب سیدروفیلیت دارند.



بدی بیوتیت‌ها [۲۱] نشان می‌دهد که ترکیب بیوتیت‌ها در قلمرو منیزیم‌دار کمی به مرز آهن‌دارها تمایل دارند، مثلث: کوه گزگز، مربع توخالی: سنگین‌آباد.

بای ۵ و ۶ مشاهده می‌شود مقدار $(Mg / [Mg + Fe])$ است (جدول‌های ۵ و ۶). در بیوتیت‌ها Mg به ترتیب برای نمونه‌های کوه گزگز و $Ti + 2Al = Mg, Fe + 2Si$ و 0.31 و 0.29 و برای گرانیتهای پلوسرکان $(Mg, Fe)O + SiO_2 = Al_2O_3$ بین عناصر وجود دارد.

جدول ۵ نتایج حاصل از تجزیه‌ی نقطه‌ای بیوتیت‌های کوه گزگز.

Sample	pg-21-1	pg-21-2	pg-21-3	pg-21-1a	Pg-21-2a	pg-21-3a	pg-2-4a
Location	Kohe- Gazgaz						
SiO ₂	۳۶.۰۹	۳۵.۴۴	۳۵.۶۸	۳۵.۱۲	۳۵.۶۳	۳۵.۲۷	۳۵.۴۳
TiO ₂	۳.۱۹	۳	۳.۱۵	۳.۰۷	۳.۱۹	۲.۹۶	۳.۰۵
Al ₂ O ₃	۱۷.۹	۱۸.۰۳	۱۷.۷۹	۱۷.۵۲	۱۷.۶۲	۱۷.۵۳	۱۷.۶
FeO	۱۹.۸۳	۱۹.۱۲	۱۹.۹۳	۱۹.۶۷	۱۹.۸۸	۱۹.۷۶	۱۹.۶
MnO	۰.۲۵	۰.۲۱	۰.۲۷	۰.۲۲	۰.۲۴	۰.۲۳	۰.۲۵
MgO	۸.۹۸	۸.۵۳	۸.۹۷	۸.۹۹	۹.۰۵	۹.۱۲	۹.۲۲
CaO	۰.۰۲	۰.۱۴	۰	۰.۱	۰	۰.۰۳	۰.۰۷
Na ₂ O	۰.۰۵	۰.۰۴	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۹
K ₂ O	۹.۹۷	۸.۳	۱۰	۹.۲۹	۹.۸۷	۹.۷۱	۹.۸
Mg/(Mg+Fe)	۰.۳۱	۰.۳۱	۰.۳۱	۰.۳۱	۰.۳۱	۰.۳۲	۰.۳۲
Fe/(Fe+Mg)	۰.۵۵	۰.۵۶	۰.۵۵	۰.۵۵	۰.۵۵	۰.۵۵	۰.۵۴
Si	۵.۴۷	۵.۵۰	۵.۴۴	۵.۴۴	۵.۴۵	۵.۴۴	۵.۴۴
Al IV	۲.۵۳	۲.۵۰	۲.۵۶	۲.۵۶	۲.۵۵	۲.۵۶	۲.۵۶
Al VI	۰.۶۶	۰.۸۱	۰.۶۴	۰.۶۴	۰.۶۲	۰.۶۳	۰.۶۲
Ti	۰.۳۶	۰.۳۵	۰.۳۶	۰.۳۶	۰.۳۷	۰.۳۴	۰.۳۵
Fe	۲.۵۱	۲.۴۸	۲.۵۴	۲.۵۵	۲.۵۴	۲.۵۵	۲.۵۲
Mn	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۳
Mg	۲.۰۳	۱.۹۷	۲.۰۴	۲.۰۸	۲.۰۶	۲.۱۰	۲.۱۱
Ca	۰	۰.۰۲	۰	۰.۰۲	۰	۰	۰.۰۱
Na	۰.۰۱	۰.۰۱	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۰۳
K	۱.۹۳	۱.۶۴	۱.۹۵	۱.۸۴	۱.۹۲	۱.۹۱	۱.۹۲
Al VI/IV	۰.۲۶۱	۰.۳۲۴	۰.۲۵	۰.۲۵	۰.۲۴۳	۰.۲۴۳	۰.۲۴۲
Sum	۱۵.۵۴	۱۵.۳۲	۱۵.۵۸	۱۵.۵۳	۱۵.۵۷	۱۵.۵۹	۱۵.۵۹

جدول ۶ نتایج حاصل از تجزیه‌ی نقطه‌ای بیوتیت‌های سنگین‌آباد و پلوسرکان.

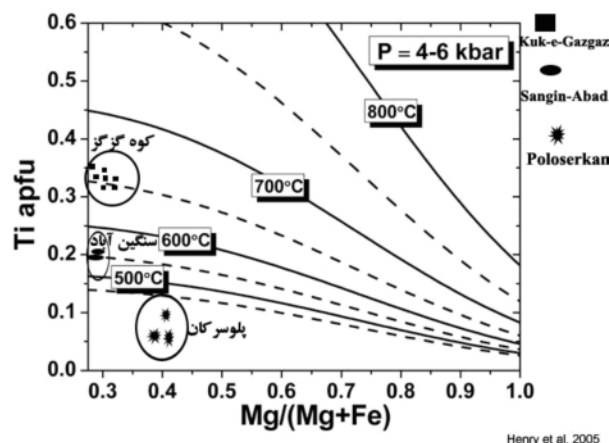
sample	ms-2-3-1	ms-2-3-2	ms-2-3-3	ms-2-3-4	mg-6-2-1	mg-6-2-2	۱
Location	Sangin Abad				Poloserkan		
SiO ₂	۳۵,۳۰	۳۵,۶۶	۳۵,۴۶	۳۵,۷۵	۴۹,۴۳	۴۹,۶۰	
TiO ₂	۱,۸۰	۱,۸۰	۱,۷۶	۱,۸۴	۰,۶۱	۰,۶۷	
Al ₂ O ₃	۱۶,۵۵	۱۶,۹۳	۱۶,۶۷	۱۶,۸۸	۲۷,۳۳	۲۷,۲۴	
FeO	۲۰,۸۷	۲۱,۰۶	۲۱,۰۳	۲۱,۰۴	۴,۳۱	۴,۵۳	
MnO	۰,۳۹	۰,۳۵	۰,۳۸	۰,۳۸	۰,۰۱	۰,۰۱	
MgO	۸,۴۲	۸,۵۷	۸,۳۸	۸,۴۲	۲,۹۴	۲,۸۶	
CaO	۰,۲۷	۰,۲۵	۰,۵۹	۰,۳۰	۰,۰۴	۰,۰۷	
Na ₂ O	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۴	۰,۰۸	۰,۱۳	۰,۱۹	
K ₂ O	۸,۴۶	۸,۶۴	۸,۴۷	۸,۷۰	۷,۸۹	۸,۳۰	
Mg(Mg+Fe)	۰,۲۹	۰,۲۹	۰,۲۹	۰,۲۹	۰,۴۲	۰,۳۹	
Fe(Fe+Mg)	۰,۵۸	۰,۵۸	۰,۵۸	۰,۵۸	۰,۴۵	۰,۴۷	
Si	۵,۶۰	۵,۵۸	۵,۵۹	۵,۶۰	۶,۷۴	۶,۷۴	
Al IV	۲,۴۰	۲,۴۲	۲,۴۱	۲,۴۰	۱,۲۶	۱,۲۶	
AlVI	۰,۷۰	۰,۷۱	۰,۶۹	۰,۷۱	۳,۱۴	۳,۱۰	
Ti	۰,۲۱	۰,۲۱	۰,۲۱	۰,۲۲	۰,۰۶	۰,۰۷	
Fe	۲,۷۷	۲,۷۶	۲,۷۷	۲,۷۵	۰,۴۶	۰,۵۱	
Mn	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵	۰	۰	
Mg	۱,۹۹	۲	۱,۹۷	۱,۹۶	۰,۶۰	۰,۵۸	
Ca	۰,۰۵	۰,۰۴	۰,۱۰	۰,۰۵	۰,۰۱	۰,۰۱	
Na	۰,۰۲	۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۰۲	۰,۰۳	۰,۰۵	
K	۱,۷۱	۱,۷۳	۱,۷۰	۱,۷۴	۱,۳۷	۱,۴۴	
Al VI,IV	۰,۲۹۱	۰,۲۹۳	۰,۲۸۶	۰,۲۹۶	۲,۴۹۲	۲,۴۶	
Sum	۱۵,۵۰	۱۵,۵۱	۱۵,۵۱	۱۵,۵۱	۱۳,۷۰	۱۳,۷۶	

۱ استفاده از تیتان در بیوتیت

ی نقطه‌ای بیوتیت‌ها استفاده دیگری نیز بکارگیری آن‌ها در تعیین دماست. بر اساس پیشنهادی [۲۲] دمای بیوتیت در سنگ‌های شخص شد. چنانکه شکل ۹ نشان می‌دهد در سنگ‌های پروتومیلونیتی پلوسرکان زیر تی‌گراد و در سنگین‌آباد و کوه گزگز در ب ۵۵۰-۶۵۰ و ۶۵۰-۷۵۰ درجه سانتی‌گراد شار بین ۴ تا ۶ کیلو بار وابسته است. از طرفی ساختاری کانی‌ها در این پهنه برشی، دمای نده است [۱۳] که با دمای تشکیل بیوتیت‌ها

یافته‌ی پهنه‌ی برشی با درجات متغیری از د بررسی این مقاله هستند که شامل میلونیت‌های سنگین‌آباد، کوه گزگز و

پلوسرکان می‌شوند. نتایج بررسی تغییرات ژئوشیمیایی سنگ کل در مقایسه با سنگ اولیه (پروتولیت)، بیانگر آنست که در صد اکسیدهای سیلیسم، آلومینیوم، نسبت به پروتولیت اصولاً نوسانی چشمگیری نداشته است ولی درصد اکسیدهای آهن، منیزیم و TiO₂ در میلونیت و پروتومیلونیت غالباً به میزان دو برابر افزایش نشان می‌دهند. بیشترین نقل و انتقالات عناصر در مقایسه با سنگ مادر به CaO, P₂O₅ و MnO وابسته است. هیبارد [۲۳] معتقد است وجود ژئیزیت، کلینوزوئیزیت، اپیدوت و کلریت بدون شواهد تجزیه‌ی کانی، احتمالاً دال بر تاثیر فرایندهای وابسته با دگرنهادی باشد که فعالیت‌های زمین ساختی زمینه را برای این فرایند آماده ساخته‌اند. بنظر می‌رسد فراوانی CaO توام با افزایش P₂O₅ و TiO₂ حاکی از تشکیل کانی‌هایی نظیر تیتانیت‌های ثانویه و اپیدوت مطابق با این استدلال باشد و یا افزایش درصد اکسیدهای آهن، منیزیم در میلونیت و پروتومیلونیت متأثر از فزونی یافتن مقدار بیوتیت در این سنگ‌هاست.



شکل ۹ نمودار تعیین دما با استفاده از بیوتیت‌ها [۲۲] در مناطق کوه گزگز، سنگین‌آباد و پلوسرکان.

که این تغییر ترکیب کانیایی نمونه‌ها، ناشی مناسب برای نقل و انتقالات آبگون‌های طبیعی است که تاثیر فعالیتهای زمین منطقه را نمی‌توان بر این جابه‌جایی‌ها نادیده بین‌کننده‌ی چنین شاره‌هایی احتمالاً خود ی قروه باشد که پس از جایگیری و انجماد این مجموعه و تکامل گرماب‌ها و نفوذ آن‌ها، سبب پیدایش نشانه‌ها و آثار فعالیتهای بد در منطقه مورد مطالعه [۱۲] و پهنه [۲۴] شده است. پیدایش رگه‌های ضاهای به وجود آمده از دگرشکلی‌ها و نیز سانی‌ها در کانی‌هایی مانند پلاژیوکلازها و که به کلریت تبدیل شده‌اند، شواهد روشنی م باز گرانیتهای دگرشکل و فعال بودن کل‌گیری و انجماد این باتولیت است [۸].

و نوسان در فراوانی کانیایی میلونیت‌ها و ر مقایسه با پروتولیت گرانیتهی، لازم به بین دگرشکلی و فراوانی برخی از شواهد روسکپی) نیز پیوندی وجود دارد که نقش در تسهیل و فراهم نمودن زمینه شکل‌گیری پید می‌کند [۲۵]. در این پهنه از وجود ات این پیوند بهره می‌گیریم و قبل از هر

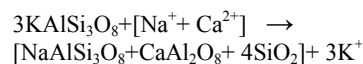
گونه توجیهی یادآور می‌شود که هفت فرضیه [۲۳، ۲۵] تا [۲۷] برای تشکیل این بافت ارائه شده است. چنانچه در شرح میلونیت‌ها و پروتومیلونیت‌ها نیز عنوان شد آثار عملکرد دگرشکلی و تنش در این سنگ کاملاً مشهود است که برای مثال نمونه‌هایی از آن عبارتند از میرمکیت، آلکالی فلدسپارهای مجدداً متبلور شده و توام با لغزش، پلاژیوکلازهای شکسته و کوارتزهای متبلور در شرایط دینامیکی. منگون و همکاران در [۹] و تسونومی و همکاران [۲۵] تشکیل و هسته‌بندی میرمکیت را در متاگرانیتهای مطالعه نموده و معتقدند که این ریز ساختار حاصل تاثیر توام استرس/استرین و تزریق سیال در طی فعالیتهای تغییر شکل‌ساز می‌باشد. از طرفی [۲۶] وجود میرمکیت را مرتبط با گسترش ترجیحی بلورهای آلکالی فلدسپار و متاثر از جریانات و فعل و انفعالات شیمیایی متاسوماتیسم کننده (دگر نهادساز) دانسته که کاهش حجم در محل‌های تنش بالا را بدنبال خواهد داشت. حتی به اعتقاد نامبردگان تقارن داخلی منوکلینیکی تیغه‌های کوارتز را نیز می‌توان در راستای تعیین نوع برش استفاده کرد. با تکیه بر استدلال بالا برای پیدایش میرمکیت‌هایی از این نوع، جابه‌جایی عناصر سدیم و کلسیم کفایت می‌کند و لذا گرچه در پروتومیلونیت و میلونیت‌ها سدیم و پتاسیم در مقایسه با محتوی این عناصر در پروتولیت تغییرات کمی را داراست اما افزایش بسیار قابل توجه کلسیم و کاهش پتاسیم در سنگ‌های دگرشکل فوق تشکیل این بافت را ممکن است طبق واکنش زیر توجیه نماید. این موضوع خود شاهدهی بر باز بودن سیستم است:

Comment [B1]: شماره های منبع این ها باشد

Comment [B2]: شماره منبع این باشد .

Comment [B2]: شماره منبع این باشد .

Comment [ENR]: سرکار خانم قوامی ظاهراً به مقداری از متن در نسخه ارسالی برای پروف از قلم افتاده است. آنچه که در این کامنت قرار دارد مطابقت داده و کمیودهای آن را اضافه نمایند. رفرنسها با همین اعداد باشد. این متن کاملاً درست است با همین ترکیب و نوشتار علمی بماند، اما ویراستاری آن به سلیقه شما خواهد بود.



میکروسکوپی نمونه‌های این پژوهش در میلوئیت‌ها بیانگر آنست که ارتوکلازها اغلب ن موضوع علاوه بر اینکه گرایش فلدسپارها را قلیایی (در مقایسه با ترکیب سدی - کلسیک ن می‌دهد، حکایت از تاثیر پارامترهای رامترهای بلورشناسی بر شکل‌گیری و فراوانی د. بنابراین با تکیه بر [۲۷] به نظر می‌رسد پرتیت در این میلوئیت‌ها، به جای آن که تابع ندایشی باشد، تابع تبادلات کاتیونی (پرتیت- حضور شارهای فراهم شده از فعالیت‌های است. در همین ارتباط بایستی اضافه کرد جانشینی، Na و Ca آزاد شده از پلاژیوکلاز بن K آزاد شده از فلدسپار قلیایی شده و به ر قلیایی دارای رگچه‌های باریکی از آلبیت ن واکنش‌ها به طور جانبی اپیدوت، تیتانیت و ت) هم تشکیل می‌شوند.

داده‌های شیمی بلورهای فلدسپار (برای مثال گزگز) بر غنی بودن حاشیه آن‌ها از مواد د که در آن‌ها بطور محسوسی حاشیهی هسته آلبیتی، سرشار از پتاسیم است. این فت پوششی از جنس ارتوکلازهایی با ترکیب هستند که گویای تحرک‌پذیری قلیایی‌ها در فعالی است. مقایسه دمای تشکیل بیوتیت‌ها نانیم موجود در بیوتیت‌ها و دمای دگرشکلی یزساختارها قلمروهای تقریباً قابل انطباقی را

ل پهنه برشی شرق قروه، در بخش شمال- گمایی-دگرگونی سنندج- سیرجان شامل ترکیب گرانیته تا کمی متمایل به «. در این پهنه متاثر از فعالیت‌های زمین ، دگرشکل با درجات متغیری از تغییرشکلی

به وجود آمده‌اند. بر اساس شواهد صحرایی این سنگ‌ها شامل پروتومیلونیت‌ها و میلوئیت‌هاست که در مناطق سنگین‌آباد، کوه گزگز و پلوسرکان در دست بررسی‌اند.

گذشته از روابط و مشاهدات صحرایی، بررسی‌های میکروسکوپی مقاطع این سنگ‌ها نیز ریزساختارهای بسیاری وابسته به پدیده‌ی میلوئیتی‌شدن نشان می‌دهند. شواهد عملکرد دگرشکلی و تنش در پروتومیلونیت‌ها و میلوئیت‌ها کاملاً مشهود است. برخی از آن‌ها شامل میرمکیت، قلیایی فلدسپارهای دوباره متبلور شده و توام با لغزش، پلاژیوکلازهای شکسته و کوارتزهای متبلور شده در شرایط دینامیکی است. نتایج بررسی تغییرات ژئوشیمیایی سنگ کل در مقایسه با سنگ اولیه (پروتولیت)، نشان‌دهنده‌ی تغییر در برخی عناصر اصلی است که ناشی از نقل و انتقالات عناصر از طریق محلول- های دگرنهادساز است. البته طبیعی است که نقش فعالیت‌های زمین ساختمانی موجود بر منطقه را نمی‌توان در این تبادلات نادیده انگاشت. لذا وجود رگه‌های کوارتزی و نیز دگرسانی‌های کانی‌ها (پلاژیوکلازها و بیوتیت) شواهد قطعی در رفتار در سیستم باز گرانیته‌های دگرشکل‌اند.

علاوه بر تغییر و نوسان در فراوانی کانیایی در میلوئیت‌ها و پروتومیلونیت‌ها در مقایسه با پروتولیت گرانیته، باید اضافه کرد که بین دگرشکلی و فراوانی برخی از شواهد ریزساختاری نیز پیوندی وجود دارد که نقش پهنه‌های برشی را در تسهیل شکل‌گیری برخی از آن‌ها تأیید می‌کند. محققینی که بر رابطه- ی تشکیل ریز ساختارها با تاثیر همگام تنش/ کرنش و شاره- های گرمایی بررسی‌هایی داشته‌اند معتقدند هسته‌بندی و تشکیل میرمکیت با گسترش قلیایی فلدسپارها وابسته‌اند. این رخداد با کاهش حجم در محل‌های با تنش بالا همراه خواهد بود. علاوه بر میرمکیت پیدایش ارتوکلازهای پرتیتی و فلدسپارهای پوشش‌دار نیز گویای این ارتباط است.

بیوتیت‌های مورد تجزیه با برخورداری از ($\Sigma\text{FeO} + \text{MnO}$) حدود ۴/۱۳-۲۱/۴۲ و بر پایه‌ی نمودار ناشیت و همکاران از نوع بیوتیت‌های تازه‌تشکیل هستند. چنین بیوتیت‌هایی ممکن است نتیجه جایگزینی بخشی یا کامل کانی‌های فرومنیزین یا رشد همبافته (epitaxial growth) روی بیوتیت‌های قبلی و یا

- بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، سال هجدهم، شماره ۳، (۱۳۸۹)، صفحه ۴۶۱ تا ۴۷۰.
- [6] Rossi M., Rolland Y., Vidal O., Cox S.F., "Geochemical variations and element transfer during shear-zone development and related episyenites at middle crust depths: insights from the Mont- Balnc granite (French- Italian Alps). In: High Strain Zones: Structure and Physical Properties. Bruhn, D. and Burlini, L.", Geological society of London, Special Publications, 245 (2005), 373-396.
- [7] Rolland Y., Cox S., Boullier A. "Rare and trace element mobility in mid- crustal shear zones: insights from the Mont Blanc Massif (W-Alps)", Earth and Planetary Science Letters 214, (2003) 203-219.
- [8] Passarelli C.R., McReath I., Basei M.A. S., Siga Jr O., Neto M.C.C., "Heterogeneity in syntectonic granitoids emplaced in a major shear zone, southern Brazil", Journal of South American Earth Sciences, 32 (4), (2011), 369-378.
- [9] Menegon L., Pennacchion G., Stunit H., "Nucleation and growth of myrmekite during ductile shear deformation in metagranites", Journal of metamorphic geology 24, (24), 553-568.
- [10] Stocklin J., Nabavi M., "Tectonic Map of Iran", Geological Survey of Iran, (1972).
- [۱۱] حلمی ف.، حسینی م.، ویژگی‌های دگرگونی دینامیک و زمین‌شناسی گستره قروه، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، (۱۳۷۶) ۹۹ صفحه.
- [۱۲] ترکیان ا.، بررسی ماگماتیسیم توده گرانودیوریتی منطقه قروه (کردستان)، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه اصفهان، (۱۳۸۷)، ۱۳۵ صفحه.
- [۱۳] رضایی م.، مطالعه سنگ‌های میلوئیتی و جهت‌یافته جنوب‌شرق قروه (کردستان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گرایش پترولوژی، دانشگاه بوعلی سینا، ۱۶۸ صفحه.
- [۱۴] محجل م.، سهندی م.ر.، تکامل تکتونیکی پهنه سنج-سیرجان در نیمه شمال‌باختری و معرفی زیرپهنه‌های جدید در آن، فصلنامه علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، سال هشتم، (۱۳۷۸) شماره ۳۱-۳۲.
- در حفره‌ها و یا ترک‌ها باشند. گردش شاره-پسا ماگمایی باتولیت گرانیتوئیدی قروه سهم بلور و تشکیل کانیها و یا تغییر بافت آن‌ها ای فراوانی Ti در بیوتیت‌ها نیز بیانگر دمای دمای تغییرات تشکیل ساختارها در پهنه‌ی لازم می‌داند از همفکری سرکار خانم دکتر مساعدت مسئولین محترم مجله و نیز دقت-اوران محترم تشکر نماید.
- [1] Frisicale M.C., Martinez F.J., Dristas J.A., "Micro structural an conditions of the Azul megashear : Buenos Aires province, Aregentina South American Earth Sciences 19 444.
- دی ع.، "شیمی کانیها و شرایط فشار-دمای بیتوتیدی حاشیه رودخانه زاینده رود، پهنه با نگرشی ویژه به حضور اپیدوت ماگمایی"، کانی‌شناسی ایران، سال هجدهم، شماره ۳، ۴۹ تا ۵۱۰.
- ، محجل م.، شاکر اردکانی ف.، "بررسی و ساختاری و تعیین حرارت در یک ده: شواهدی از پهنه برشی زرین، اردکان"، ن، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ، شماره ۷۳ (۱۳۸۸) صفحه ۱۱ تا ۱۶.
- علی‌زاده ح.، "تحلیل ساختاری، خاستگاه و زون‌های برشی شکل پذیر در توده -غرب مشهد، مجله بلورشناسی و کانی- هجدهم، شماره ۳، (۱۳۸۹)، صفحه ۳۹۷-۳۹۷.
- جنی ن.، داودیان دهکردی ع.، خلیلی م.، بافتی وجود شرایط دینامیکی در حین و س‌های دیناموماگماتیک قلعه دژ-ازنا، مجله

pressure metapelitic biotites: implications for geothermometry and Ti- substitution mechanisms", American Mineralogist 90 (2005) 316-328.

[23] Hibbard M. J., "Petrography to Petrogenesis". Englewood Cliffs (1995) Macmillan Pub Co., 608 p.

Comment [B5]: [23] Hibbard, M. J. "Petrography to Petrogenesis". Englewood Cliffs (1995) Macmillan Pub Co., 608 p.

[۲۴] شیخی ف.، اعلمی نیا ز.، طبخ شعبانی ا.ع.، "زمین-دما-سنجی اسکارن‌های سرانجیک (جنوب غرب قروه، کردستان)"، مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، سال بیستم، شماره ۲، (۱۳۹۱)، صفحه ۳۴۳ تا ۳۵۴.

[25] Tsurumi J., Hosonuma H., Kanagawa K., "Strain localization due to a positive feedback of deformation and myrmekite-forming reaction in granite and aplite mylonite along the Hatagawa shear zone of NE -Japan", Journal of structural geology 25 (2003), 557-574.

[26] Simpson C., Wintsch R.P., "Evidence for deformation-induced K-feldspar replacement by myrmekite", Journal of metamorphism geology 70 (1989) 261-275.

Comment [B6]: [26] Simpson C., Wintsch R.P., "Evidence for deformation-induced K-feldspar replacement by myrmekite", Journal of metamorphism geology 70 (1989) 261-275.

[۲۷] آسیابان‌ها ع.، "بررسی میکروسکوپی سنگ‌های آذرین و دگرگونی"، (ترجمه)، انتشارات دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، (۱۳۷۴)، ۶۳۰ صفحه.

"نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چهارگوش کانی‌شناسی و اکتشاف معدنی (۱۳۷۶).

[16] Torkian A., Khalili M., "Petrology and geochemistry of the alkaline Qorveh Granitoid Complex, Sirjan Zone, western Iran", Neues Mineralogie Abhandlungen 185(2) 142.

[17] Hippertt J.F., Hongn F.D., mechanisms in the mylonite transition", Journal of structural geology (1998) 1435-1448.

[18] Nachit H., Ibhi A., Abia E.H., Discrimination between primary biotites, re-equilibrated biotites and biotites", C. R. Geoscience 337 (2003) 1435-1448.

[19] Deer W.A., Howie R.A., Zussman J., "Introduction to the rock-forming minerals", Longman Group UK Limited, Essex, England, 1992, 689 p.

[20] Speer J.A., "Mica in igneous rocks", in Bailey, S.W. (Ed.), Mineralogical Magazine, 1970, 1-356.

[21] Foster M.D., "Interpretation of the composition of trioctahedral micas", Geological Survey Paper 354-B, (1954) 1-10.

[22] Henry D.J., Guidotti C.V., "The Ti-substitution surface for Fe in biotite", American Mineralogist 75 (1980) 175-182.