

اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

اسفند ۱۳۸۸

پتروگرافی و مینرال شیمی شیستهای منطقه دهنو (شمال غرب مشهد)

رامین صمدی

دانشجوی دکتری پترولولژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
rsamadi@hotmail.com

چکیده: در منطقه دهنو بخشی از سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای به صورت گارنت شیست و گارنت کلریتوئید شیست ها مشاهده می‌شوند. این شیست ها از نظر کانی شناسی شامل کوارتز، بیوتیت، مسکوویت، گارنت، کلریت، کلریتوئید، تورمالین و کانی‌های اپک می‌باشند. بر اساس نتایج آنالیز میکروپریوب، گارنت‌ها از نوع آلماندین، و دارای منشاء رسوبی می‌باشند. فلدسپارها از نوع آلبیت-ارتوز و بی‌وتیت‌ها از نوع سیدروفیلیت هستند. همچنین وجود کانی‌های آلومنیوسیلیکاته سیلیمانیت و آندالوزیت در کنار هم در این سنگ‌ها به خوبی حاکی از دماهی در حدود 500 درجه سانتیگراد در فشاری نزدیک به 4 کیلوبار برای این سنگ‌ها است.

واژه‌های کلیدی: شیست، مینرال شیمی، دهنو، مشهد

Abstract: Garnet schists and garnet chlorotoid schists of Dehnow are mineralogically composed of quartz, biotite, muscovite, garnet, chlorite, chlorotoid, tourmaline, and opaque minerals. According to the microprobe data, garnets are almandine in composition and have a sedimentary origin. Feldspars are albite-orthose and biotites are Siderophyllite. Presence of aluminasilicate minerals of sillimanite and andalusite together in these rocks revealed temperature up to 500 °C and pressures up to 4kbars.

Key words: Schist, Mineral chemistry, Dehnow, Mashhad

مقدمه

زمین شناسی عمومی منطقه: زمین شناسی عمومی منطقه دهنو در شمال شرقی ایران و در ۱۵ کیلومتری شمال غربی شهر مشهد واقع گردیده است. این ناحیه در محدوده زون ساختاری بینالود و در امتداد شرقی سلسله جبال البرز، در حد فاصل طول های جغرافیایی ۲۰° ۳۶' تا ۲۲° ۵۹' شرقی و عرض های جغرافیایی ۳۶° ۳۶' تا ۲۲° ۲۶' شمالي قرار دارد (شکل ۱). در جنوب، غرب و شمال‌غرب مشهد یک جمجمه شامل رسوبات پالئوزوئیک و سنگ‌های دگرگون شده تریاس با جهت جنوب‌شرق - شمال‌غرب به صورت یک زون تحت تأثیر وقایع تکتونیکی صعود نموده و رخنمون پیدا نموده است. دگرگونی ناحیه‌ای این سنگ‌ها در تریاس صورت پذیرفته و در ضمن دگرگونی، توده‌های گرانیتوئیدی به این نوار دگرگونی تزریق شده‌اند. در طی دگرگونی و پلوتونیسم نیروهای کمپرسیونی مورب باعث حرکات

اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

اسفند ۱۳۸۸

امتدادلغز در راستای گسل‌ها گردیده است، تا جائیکه در سنگ‌های دگرگونی شیستوزیته لغزشی بوجود آورده و نیز گرانیت‌وئیدها را میلونیتی نموده اند (علوی، ۱۹۹۱؛ هاتفی، ۱۳۸۲). اختصاصات زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه از خصوصیات یک شیار قاره‌ای حکایت می‌کند که در پرمین آغاز شده، پس از تشکیل گرابن‌های متعدد، رسوبات داخل آنها در نتیجه فرون‌شینی و تعادل حرارتی بدون تغییر شکل و به صورت هم‌فشاری، دگرگونی ناحیه‌ای از نوع فشار پائین- دمای بالا را تحمل نموده است. پس از تشکیل پوسته اقیانوسی بین دو ورقه توران و ایران، پوسته اقیانوسی باقیمانده بر روی قاره رانده شده است. در نتیجه برخورد دو ورقه با یکدیگر، سنگ‌های زون برخورد (در محل نوار دگرگونی) متحمل دگرگونی ناحیه‌ای از نوع فشار پائین - دمای بالا شده و به حد اکثر دگرگونی تغییر شکل پیدا کرده اند، به صورتی که از دگرگونی ضعیف قبلی اثربنده نمی‌شود. این رسوبات که غالباً پلیتی و کمر آهکی هستند، به نسبت فشار و دمای وارده به اسلیت، فیلیت، شیسته‌ای آندالوزیت، استارولیت و ندرتاً سیلیمانیتدار تبدیل شده اند (علوی، ۱۹۹۱؛ هاتفی، ۱۳۸۲). بر اساس مطالعات مجیدی (۱۹۷۸)، سه فاز دگرگونی ناحیه‌ای و دگرگونی جماورتی پیرامون مشهد به ترتیب زیر روی داده است: (۱) دگرگونی ناحیه‌ای؛ که باعث تشکیل اسلیت، فیلیت، شیسته، مرمر و کوارتزیت شده است. (۲) دگرگونی دینامیک؛ که باعث تشکیل میلونیت و سنگ‌های کاتاکلاستیک شده است . (۳) دگرگونی جماورتی؛ به علت نفوذ توده‌های گرانیت‌وئیدی که در نتیجه آن کانی‌ها و سنگ‌های دگرگونی جماورتی (هورنفلس‌ها) و همچنین توده‌های اسکارنی به وجود آمده اند.

اما مطالعات بعدی حاکی از رویداد همزمان دگرگونی جماورتی با دگرگونی ناحیه‌ای و تشکیل شیسته‌ها بوده است (صمدی، ۱۳۸۷). بر اساس کلیه مطالعاتی که تاکنون انجام گرفته و مطالعه حاضر، بخشی از سنگ‌های دگرگونی منطقه را اسلیت، فیلیت، گارن تشیست، آندالوزیت شیست، کلریتوئید استارولیت آندالوزیت‌گارنت‌شیست، استارولیت آندالوزیت شیست، مرمر، کوارتزیت و اسکارن تشکیل می‌دهند. با

اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

اسفند ۱۳۸۸

توجه به اهمیت ترکیب کانی‌ها در مطالعات پترولولوژیکی، در این مطالعه به بررسی مینرال شیمی این سنگ‌ها بر اساس آنالیز میکروپرورب، پرداخته شده است.

جث

روش مطالعه: برای دستیابی به اهداف این تحقیق پس از بررسی شواهد صحرائی، از رخنمون های مناسب نمونه‌برداری انجام و از نمونه های سنگی، مقاطع نازک صیقلی و نازک در کارگاه مقطع گیری دانشگاه تهران و دانشگاه تربیت معلم تهران تهیه شد . عکسبرداری میکروسکوپی از مقاطع نازک در دانشگاه کارلتون - آتاوا (کانادا) و دانشگاه تربیت مدرس تهران صورت پذیرفت. جهت آنالیز شیمیایی نمونه‌ها از میان مقاطع مطالعه شده تعدادی مقطع انتخاب شدند و پس از آنکه سطح آنها توسط لایه ای از کربن پوشش داده شد، مورد آنالیز میکروپرورب قرار گرفتند . این آنالیز با استفاده از دستگاه میکروپرورب JXA-8800 (WDS) و JXA-8500F موسسه مطالعه تحولات کره زمین (IFREE) در کشور ژاپن و با ولتاژ 15 kV و 15 nA گرفت. تعداد 398 نقطه مربوط به کانی های پلازیوکلаз، بیوتیت، مسکوویت، آلومینوسیلیکات، کوارتز و گارنت مورد آنالیز قرار گرفتند که در جدول یک نتایج آنالیز آنها به صورت میانگین ارائه شده است . سپس داده‌های حاصل به وسیله روش های آماری و نرم افزارهای پترولولوژی مورد پردازش و تحلیل قرار گرفتند .

پتروگرافی: سنگ‌های دگرگونی ناحیه ای منطقه دهنو شامل شیسته‌ای ریزدانه خاکستری تا سیاه رنگ هستند که با حضور میکاها بیوتیت، مسکوویت و در برخی نمونه‌ها کلریتوئید، از خود شیستوزیته نشان می دهند و دارای گارنت با اندازه های مختلف هستند . بر اساس جموعه کانی‌ها، شیست های موجود در نزدیکی توده تونالیتی ده نو را می‌توان به ترتیب فاصله گرفتن از توده به صورت گارنت شیست و گارنت کلریتوئید شیست طبقه‌بندی نمود (شکل‌های 2، 3 و 4).

(الف) گارنت شیست های درشت دانه همراه با پرفیربلاستهای گارنت حدوداً در فاصله ۵ تا 20 متری از کنタکت بین پلیت‌ها و تونالیت قرار دارند (شکل 1). این گروه از شیست‌ها در منطقه ده نو گسترش کمتری

اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

اسفند ۱۳۸۸

دارند. گارنت شیست ها دارای کوارتز، بیوتویت، گارنت، مسکوویت به همراه زیرکن و کانی اپک هستند. بافت غالب آنها پرفیرو لپیدوبلاستیک است. مسکوویت و بیوتویت در این سنگ ها سازنده شیستوزیته بوده و در برخی از م قاطع بیوتویت ها اطراف کانی گارنت را احاطه کرده اند. گارنت موجود در گارنت شیست ها (شکل 2) بصورت نیمه شبکه دار تا بیشکل است و ادخال هایی از کوارتز، مسکوویت و بیوتویت در آن دیده می شود. گارنت های آن به رنگ قهوه ای با اندازه بزرگتر بوده و دو تا دوونیم میلیمتر قط ر دارند. از ویژگی های گارنت های موجود در گارنت شیست ها وجود بافت «سایه فشاری» است. نتایج آنالیز کانی های موجود در این گروه از شیست ها در جدول 1 و با عنوان DH_3 آورده شده است.

(ب) گارنت کلریتوئید شیست گسترش زیادی در منطقه مورد مطالعه دارد. این بخش چنانچه در شکل 2 دیده می شود در مجاورت با آندالوزیت شیست ها قرار دارد. این سنگ ها دارای رنگ خاکستری نقره ای با جلای ابریشمی هستند و درشت بلورهای گارنت قسمت عمده سنگ را تشکیل می دهند. کانی های تشکیل دهنده گارنت کلریتوئید شیست، شامل کوارتز، بیوتویت، مسکوویت، گارنت، کلریت، کلریتوئید، تورمالین و کانی های اپک می باشند. بافت این سنگ لپیدوبلاستیک بوده و دارای پرفیرو بلاست های گارنت با اندازه ای در حدود یک تا یک و نیم میلیمتر هستند. بافت لپیدوبلاست به علت جدایش نوارهای کوارتز و فلدسپار از نوارهای میکا به وجود آمده است. کوارتز موجود در گارنت شیست کلریتوئید دار به صورت بی شکل بوده و خاموشی موجی دارد. گارنت موجود در این سنگ ها به صورت خودشکل تا نیمه خود شکل وجود دارد و دارای ادخال هایی از کوارتز (شکل 3) و همچنین شکستگی فراوان می باشد. نتایج آنالیز کانی های موجود در این گروه از شیست ها در جدول 1 و با عنوان DH_4 آورده شده است.

مینرال شیمی:

به منظور بررسی ماهیت شیمیایی کانی ها تعدادی از کانی های کوارتز، فلدسپار، میکا (مسکوویت و بیوتویت)، گارنت و سیلیکات های آلومینیم دار موجود در شیست های منطقه انتخاب شده و مورد آنالیز

اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

اسفند ۱۳۸۸

میکروپریوب قرار گرفتند (جدول ۱). بر این اساس، فلدسپار موجود در این سنگ‌ها از نوع آلبیت- ارتوز بوده و میانگین ترکیب آن به صورت $\text{Ab}_{68.84-74.41}\text{Or}_{13.82-27.72}\text{An}_{3.44}$ ^{۱۱.۷۷} می‌باشد (شکل ۴). میانگین ترکیب گارنت موجود در شیست‌ها نیز از نوع آلماندین بوده و دارای ترکیب متوسط $\text{Alm}_{75.23-81.73}\text{Sps}_{8.85-18.878}\text{Pyr}_{4.95-8.11}\text{Grs}_{0.91-1.0}\text{Uva}_{0.03-0.06}\text{And}_{0.00-0.16}$ است (جدول ۱، شکل ۴). بر اساس نمودار Harangi et al (2001) این گارنت‌ها دارای منشأ رسوبی بوده و حاصل دگرگونی سنگ‌های متاپلیتی موجود در منطقه می‌باشند (شکل ۴). میانگین میزان Al^{iv} موجود در ۴۴ نقطه بیوتیت آنالیز شده، $\text{Fe}/\text{Fe+Mg}$ آنها ۰/۶۹ می‌باشد، لذا ترکیب آنها به سیدروفیلیت (Siderophyllite) نزدیکتر می‌باشد (شکل ۴). همچنین میانگین میزان $\text{Fe}/\text{Fe+Mg}$ موجود در ۶۲ نقطه مسکوویت آنالیز شده نمونه‌های گارنت شیست (DH_3)، ۰/۶۱ و در ۴۳ نقطه مسکوویت آنالیز شده نمونه‌های گارنت کلریتوئید شیست (DH_4)، ۰/۷۲ می‌باشد (جدول ۱). همچنین وجود کانی‌های آلومینوسیلیکاته سیلیمانیت و آندالوزیت در کنار هم در این سنگ‌ها به خوبی حاکی از دمایی در حدود ۵۰۰ درجه سانتیگراد در فشاری نزدیک به ۴ کیلوبار برای این سنگ‌ها است (شکل ۴).

نتیجه گیی

بررسی کانی شناسی گارنت شیست‌ها و گارنت کلریتوئید شیست‌ها نشان می‌دهد که گارنت شیست‌ها که در فاصله نزدیک‌تری نسبت به توده تونالیتی قرار گرفته‌اند دارای کانی‌های حرارت پایین‌تری نسبت به گارنت کلریتوئید شیست‌ها می‌باشند. بر اساس نتايج آنالیز میکروپریوب، گارنت‌ها از نوع آلماندین، و دارای منشاء رسوبی می‌باشند. فلدسپارها از نوع آلبیت- ارتوز و بی‌وتیت‌ها از نوع سیدروفیلیت هستند. همچنین وجود کانی‌های آلومینوسیلیکاته سیلیمانیت و آندالوزیت در کنار هم در این سنگ‌ها به خوبی حاکی از دمایی در حدود ۵۰۰ درجه سانتیگراد در فشاری نزدیک به ۴ کیلوبار برای این سنگ‌ها است.

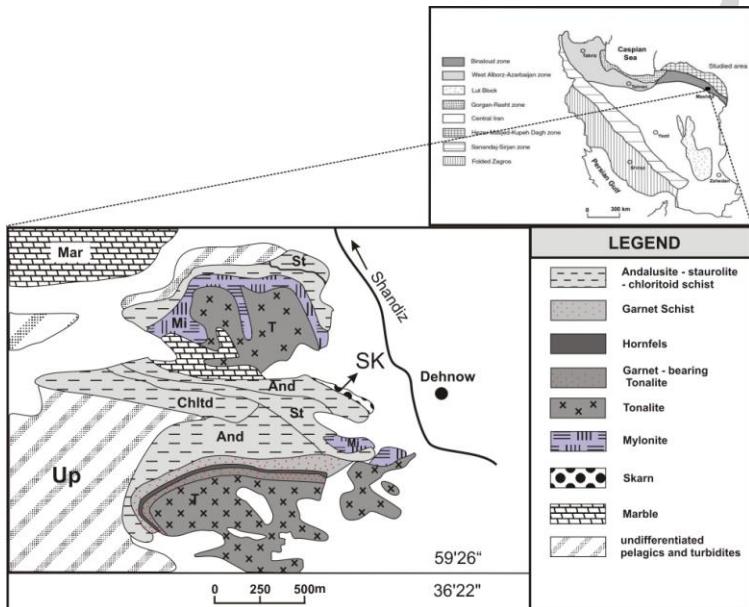
اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

اسفند ۱۳۸۸



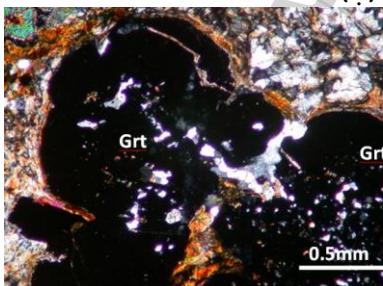
منابع:

1. صمدی، ر.، ولیزاده، و.، میرنژاد، ح.، کاواباتا، ۰۰۵، ۱۳۸۷، دهنو (شمال غرب مشهد). شیمی کانی و پتروگرافی تونالیت‌های دهنو (شمال غرب مشهد). دوازدهمین همایش اجمن زمین‌شناسی ایران.
2. صمدی، ر.، ولیزاده، و.، میرنژاد، ح.، کاواباتا، ۰۰۵، ۱۳۸۷، ژئوترموبارومتری گارتنت- بیوپتیت و آمفیبیول در تونالیت‌های دهنو (شمال غرب مشهد). دوازدهمین همایش اجمن زمین‌شناسی ایران.
3. هاتفي، ر.، ۱۳۸۲، مطالعه سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای و توده‌های نفوذی منطقه دهنو (شمال غرب مشهد)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۱۲ ص.
4. هاتفي، ر.، بهاری‌فر، ع.، ۱۳۸۱، تغییرات ناگهانی پاراژنر در سیستم‌های کلریتو-تندیدار یا استرولیتیدار ناحیه دهنو (مشهد). ششمین همایش اجمن زمین‌شناسی ایران.
5. Alavi M. (1991). Sedimentary and structural characteristics of the Paleo-Tethys remnants in northeastern Iran. Geological Society of America Bulletin. 103: 983-992.
6. Alavi M., Majidi. B. (1972). Petrology and geology of metamorphic and intrusive rocks of the Mashhad area. Geological Survey of Iran. 30 P.
7. Alberti A., Moazez-Lesco Z. (1974). Plutonic and metamorphic rocks of the Mashhad area (Khorasan, North-Eastern Iran). Bull. Soc. Geol. no. 93: 1157-1196.
8. Alberti A., Nicoletti M., Petrucciani C. (1973). K/Ar ages of micas of Mashhad granites (Khorasan, North-Eastern Iran). Period. Miner. no. 42: 483-493.
9. Bucher, K., M., Frey, 2002, Petrogenesis of Metamorphic Rocks, Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 7th ed., 341 pp.
10. Deer W. A., Howie R. A, Zussman J. (1992). An Introduction to the Rock forming Minerals, Second Editions, Longman, London, 696 p.
11. Engel A. E. J., Engel C. G. (1960). Progressive metamorphism and granitization of the major paragneiss, northwest Adirondack Mountains, New York, Part 2. Mineralogy. Bulletin of the Geological Society of America. 71: 1-58.
12. Harangi S. Z., Downes H., Ko'sa L., Szabo' C. S., Thirlwall M. F., Mason P. R. D. (2001). Almandine garnet in calc-alkaline volcanic rocks of the Northern Pannonian Basin (Eastern-Central Europe): geochemistry, petrogenesis and geodynamic implications. Journal of Petrology. 42: 1813-1843.
13. Homam S. M. (2006). The Occurrence and origin of atoll garnet in hornblende schists From the contact aureole of the Mashhad granite, NE Iran. Iranian Journal of Science & Technology, Transaction A. 30(A1).
14. Lammerer B., Langheinrich G., Danai M. (1983). The tectonic evolution of Binaloud mountains. Geodynamic project (Geotraverse) in Iran. Report no. 51, Geological Survey of Iran. 519 P.
15. Majidi B. (1978). Etude Petrostructurale de la ergion de Mashhad(Iran). These docteur. Ingenieur, Univ. Sci. et Med. de Grenoble, France. 277 pp.
16. Plimer I. R., Mozez-Lesco Z. (1980). Garnet Xenocrysts in the Mashhad Granite, NE Iran. Geologische Rundschau, Bd. 69(3): 801-810 .
17. Winter C. (2001). An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. Prentice Hall, 697 p.



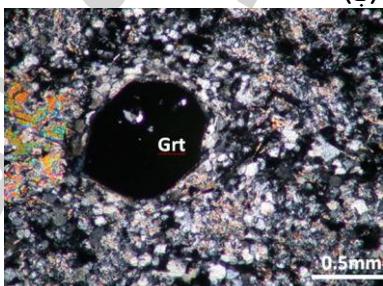
شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در میان سایر چشم‌های مختلف زمین‌شناسی ایران و نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (اقتباس از نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ طرقیه، تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی ایران، ۱۳۸۰).

(الف)



شکل ۲: (الف) نمایی از گارنت شیست در نمونه دستی؛ (ب) تصویر XPL از گارنت.

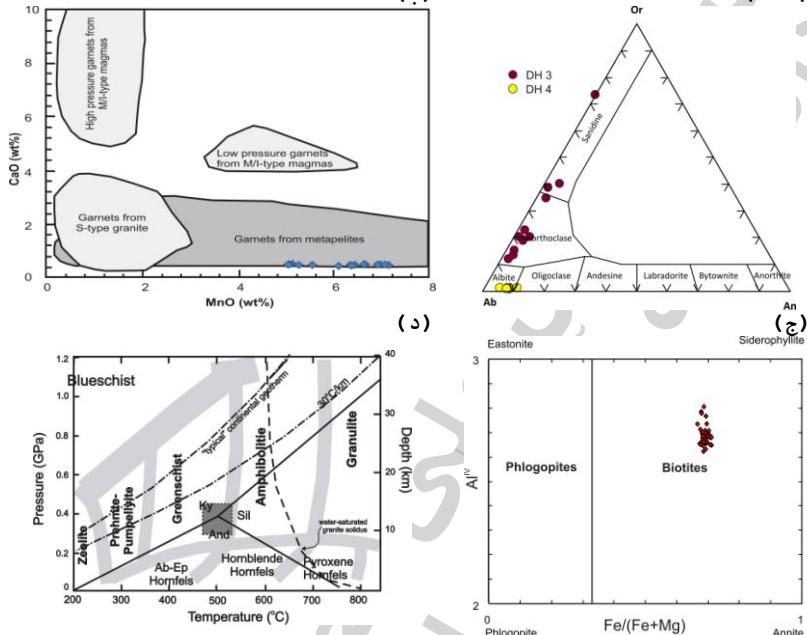
(الف)



اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

اسفند ۱۳۸۸

شکل ۳: (الف) نمایی از گارنت شیست کلریتوئیددار در نمونه دستی؛
گارنت با ادخال کوارتز (تصویر XPL) (ب)



شکل ۴: (الف) ترکیب فلدسپار موجود در شیستهای منطقه ده نو بر روی
نمودار Deer et al (1962)؛ (ب) نمودار CaO در برابر MnO (اقتباس از
Harangi et al, 2001) که در آن نمونه‌های گارنت مربوط به شیستهای منطقه
ده نو در محدوده گارنت‌های با منشأ متاپلیتی قرار گرفته اند؛ (ج)
ترکیب بیوتیت‌های موجود در گارنت شیستهای منطقه ده نو بر روی
نمودار طبقه بندی بیوتیت‌ها (Deer et al., 1992)؛ (د) نمودار رخساره‌های
دگرگونی (Winter, 2001) و موقعیت ترمودینامیکی تشکیل شیستهای منطقه
ده نو و مرزهای دما و فشار انواع آلومینوسیلیکات‌ها.

اولین همایش ملی معدن و علوم وابسته

اسفند ۱۳۸۸

جدول ۱: میانگین نتایج آنالیز میکروپروروب کانی های موجود در گارنت شیستها (DH3) و گارنت شیست های (DH4) دهنو (بر حسب wt%) ، خاصیت فرمول ساختاری (بر حسب تعداد اتم اکسیژن و به صورت a.p.f.u) و خاصیت درصد اعضای نهایی آنها.

Sample	DH ₃					
Mineral Type	25 Quartz	9 Feldspars	44 Biotites	62 Muscovites	97 Garnets	28 Al ₂ SiO ₅
SiO ₂	96.61	60.35	34.02	45.47	37.06	38.52
TiO ₂	0.03	0.15	2.06	0.61	0.12	0.07
Al ₂ O ₃	0.88	24.71	20.34	36.15	21.35	58.59
Cr ₂ O ₃	0.00	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03
FeO	0.54	0.48	23.40	0.96	36.32	1.41
MnO	0.05	0.01	0.07	0.01	3.46	0.03
MgO	0.02	0.11	6.00	0.34	1.79	0.09
CaO	0.01	2.30	0.08	0.03	0.40	0.03
Na ₂ O	0.02	8.59	0.31	1.59	0.03	0.04
K ₂ O	0.08	1.98	7.76	8.37	0.01	0.08
Total	98.25	98.68	94.08	93.54	100.56	98.88
Structural Formula						
Oxy. No.	2	8	22	11	12	5
Si	0.99	2.72	5.29	6.10	2.99	1.05
Ti	0.00	0.01	0.24	0.06	0.01	0.00
Al	0.01	1.32	3.72	5.71	2.01	1.90
Al ⁿ	-	-	2.71	1.90	0.01	-
Al ^v	-	-	1.01	3.81	2.00	-
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.02	3.04	0.11	2.49	0.04
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.24	0.00
Mg	0.00	0.01	1.39	0.07	0.22	0.00
Ca	0.00	0.11	0.01	0.00	0.03	0.00
Na	0.00	0.74	0.09	0.41	0.00	0.00
K	0.00	0.12	1.54	1.43	0.00	0.00
OH*	-	-	4.00	4.00	-	-
Total	1.01	5.05	19.50	17.90	8.00	3.00
End Members						
Anorthite		11.77				
Albite		74.41				
Ortho		13.82				
Almandine				81.73		
Andradite				0.16		
Grossular				1.08		
Pyrope				8.11		
Spessartine				8.85		
Uvarovite				0.06		
Fe/Fe+Mg		0.69	0.61	0.92		

Sample	DH ₄				
Mineral Type	44 Quartz	11 Feldspars	43 Muscovites	31 Garnets	4 Al ₂ SiO ₅
SiO ₂	97.61	45.68	46.27	37.06	36.77
TiO ₂	0.02	0.16	0.32	0.06	0.03
Al ₂ O ₃	0.48	39.57	36.24	21.30	61.48
Cr ₂ O ₃	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02
FeO	0.25	0.45	1.01	32.39	1.06
MnO	0.01	0.01	0.00	8.18	0.07
MgO	0.01	0.07	0.22	1.22	0.04
CaO	0.01	0.47	0.05	0.32	0.02
Na ₂ O	0.02	5.21	1.61	0.04	0.03
K ₂ O	0.04	2.98	8.50	0.01	0.00
Total	98.45	94.62	94.24	100.59	99.52
Structural Formula					
Oxy. No.	2	8	11	12	5
Si	0.99	2.16	6.15	2.99	1.00
Ti	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00
Al	0.01	2.20	5.69	2.04	1.98
Al ⁿ	-	-	1.85	0.01	-
Al ^v	-	-	3.84	2.03	-
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.02	0.11	2.23	0.02
Mn	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00
Mg	0.00	0.00	0.04	0.15	0.00
Ca	0.00	0.02	0.01	0.03	0.00
Na	0.00	0.48	0.42	0.00	0.00
K	0.00	0.18	1.44	0.00	0.00
OH*	-	-	4.00	-	-
Total	1.00	5.07	17.90	8.00	3.01
End Members					
Anorthite		3.44			
Albite		68.84			
Ortho		27.72		75.23	
Almandine				0.00	
Andradite				0.91	
Grossular				4.95	
Pyrope				18.87	
Spessartine				0.03	
Uvarovite				0.03	
Fe/Fe+Mg		0.72			