

مطالعه تغییرات ترکیب شیمیایی گارنتها در سنگهای دگرگونی منطقه همدان

علی اصغر سپاهی، گروه زمین شناسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

Email: sepahi@basu.ac.ir

چکیده:

گارنتهای گروه پیرالسپیت (بویژه انواع غنی از آلماندن) در سنگهای متنوعی از مجموعه دگرگونی همدان و نیز برخی از سنگهای آذرین مجاور آنها یافت می شوند. هر چند که ترکیب این کانیها در قلمرو ترکیب شیمیایی کانی آلماندن (گارنت غنی از آهن) قرار می گیرد اما مقدار اسپسارتین (منگنز) آنها نیز قابل توجه است. تغییرات ترکیب کانیها هم در دانههای مختلف و هم در درون دانهها (با میکروپروب) بررسی شده اند. بسیاری از دانهها دارای تغییر ترکیب در درون خود (زونینگ شیمیایی) بوده و ترکیب حاشیه و مرکز آنها متفاوت است. در بسیاری از دانههای زونینگ دار حاشیه بلورها فقیرتر از منگنز و مرکز آنها غنی تر از منگنز است. در مورد آهن تقریباً وضعیت عکس این حالت است. هرچند کلسیم و منیزیم هم از حاشیه به مرکز تغییراتی دارند اما تغییرات آنها چشمگیر نمی باشد.

The study of variations in chemical composition of garnets in metamorphic rocks around Hamadan

Ali A. Sepahi, Department of geology, Bu Ali Sina University, Hamadan

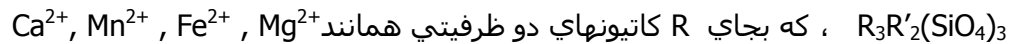
Email: sepahi@basu.ac.ir

Abstract:

Pyralspite group garnets (specially almandine-rich ones) occur in a variety of rocks in metamorphic complex and also in some adjacent igneous rocks. Although composition of mineral is almandine-rich(Fe-rich), their spessartine(Mn) contents is remarkable. The variation in mineral composition in various grains and inside grains(with microprobe) have been studied. Many grains show chemical variation inside themselves (chemical zoning) and their rim and core composition are different. In many zoned grains, rim of crystals are poorer and core of them are richer of Mn. Fe shows contrary situation. Ca and Mg variations from rim to core are not important.

موقعیت زمین شناسی: منطقه مورد مطالعه بخشی از نوار دگرگونی سنندج-سیرجان و متشکل است از سنگهای دگرگونی ناحیه ای و مجاورتی که با توده های نفوذی فلسیک، حدواسط و مافیک قطع شده اند. توالی دگرگونی از سنگهای پلیتی، پسامیتی، بازیک، کالک-پلیتی و کالک-سیلیکات تشکیل شده است که در این میان سنگهای پلیتی فراوانترین نوع سنگها هستند. توالی پلیتی اغلب متشکل از اسلیت، فیلیت، میکاشیست، گارنت شیست، گارنت آندالوزیت(سیلیمانیت) شیست، گارنت استرولیت شیست، گارنت هورنفلس، گارنت آندالوزیت هورنفلس، گارنت کردیریت هورنفلس، کردیریت پتاسیم فلدسپار هورنفلس و گارنت سیلیمانیت پتاسیم فلدسپار هورنفلس است. سنگهای پلوتونیک اصلی منطقه شامل گرانیتوئیدها، دیوریت و گابروئیدها است که بوسیله رگه های آپلیتی-پگماتیتی و رگه های سیلیسی قطع شده اند. سن دگرگونی و پلوتونیسیم به زمان کرتاسه نسبت داده شده است (بهاری فر ۱۳۷۶ و سپاهی ۱۳۷۸).

مقدمه: کانی گارنت در سیستم کوبیک متبلور می شود و فرمول عمومی آن به صورت زیر است:



و بجای R' کاتیونهای سه ظرفیتی همانند Al^{3+} ، Cr^{3+} ، Fe^{3+} قرار می گیرند. با توجه به قرار گرفتن چند کاتیون در یک جایگاه معمولاً این کانی تشکیل محلول جامدی از چند کانی را می دهد. اگر در جایگاه R' کاتیونهای Al^{3+} قرار گیرد گارنتهای گروه پیرالسیت حاصل می شوند که اعضای نهایی آنها عبارتند از: پیروپ $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$ ، آلماندن $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$ و اسپسارتین $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$ ، اگر Ca^{2+} در جایگاه R قرار گیرد گارنتهای گروه اوگراندیت حاصل می شوند که شامل گراسولار $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$ ، آندرادیت $Ca_3(Fe^{3+})_2(SiO_4)_3$ و اووارویت $Ca_3(Cr^{3+})_2(SiO_4)_3$ هستند (دبیر و همکاران ۱۹۹۱ و کلین و هرلیات ۱۹۸۵).

کمر اتفاق می افتد که گارنت بطور کامل "خالص از یک عضو تشکیل شده باشد بلکه معمولاً کانی گارنت محلول جامدی از چند کانی این گروه است.

پتروگرافی سنگهای گارنت دار: در این قسمت از مقاله به معرفی مهمترین سنگهای گارنت دار می پردازیم:

گارنت میکاشیستها: این سنگها دانه متوسط تا دانه درشت با رنگ سیاه درخشانده هستند. بافت آنها پورفیرولپیدوبلاستیک بوده و دارای رخ کرینولیشن می باشند. این سنگها متشکل از کوارتز، بیوتیت، گارنت، مسکویت و کلریت بهمراه کانیهای فرعی همانند پلاژیوکلاز، گرافیت، تورمالین، آپاتیت، کلسیت و اکسیدهای آهن هستند (شکل ۱).

گارنت آندالوزیت شیستها: این سنگها دانه متوسط تا دانه درشت و دارای بافت لپیدو-پورفیروبلاستیک هستند. کانیهای اصلی آنها شامل کوارتز، بیوتیت، آندالوزیت، گارنت و مسکویت بوده و کانیهای فرعی آنها شامل گرافیت، کلریت، پلاژیوکلاز، تورمالین، آپاتیت و اکسیدهای آهن است. در برخی از این سنگها آندالوزیت در حال تبدیل به سیلیمانیت و یا همیافت با آن دیده میشود به طوری که می توان آنها را گارنت سیلیمانیت- آندالوزیت شیست نامید. برخی از نمونه ها را نیز می توان گارنت سیلیمانیت شیست نام نهاد. گارنت استرولیت شیستها: این سنگها متشکل از کوارتز، استرولیت، گارنت، بیوتیت، مسکویت، کلریت، پلاژیوکلاز، گرافیت و تورمالین هستند. بافت آنها لپیدوپورفیروبلاستیک است. علاوه بر وجود گارنت در زمینه سنگ، کانی استرولیت اغلب حاوی اذخالیهای ریز گارنت است.

هورنفلسها: در مجاورت توده های پلوتونیک انواع مختلفی از هورنفلسها گسترش دارند که می توان سه دسته مهم آنها را نام برد: کردیریت هورنفلس، کردیریت-فلدسپار هورنفلس و سیلیمانیت-فلدسپار هورنفلس. کردیریت هورنفلس متشکل از کوارتز، بیوتیت، مسکویت، کردیریت، پلاژیوکلاز، گارنت، تورمالین و کانیهای کدر است. کردیریت-فلدسپار هورنفلس دارای کانیهای مشابه کردیریت هورنفلس با اضافه ارتوکلاز پرتیتی بعنوان یک کانی اصلی است. سیلیمانیت-فلدسپار هورنفلس متشکل از کوارتز، بیوتیت، مسکویت، سیلیمانیت، پلاژیوکلاز، ارتوکلاز، گارنت و کانیهای کدر است. این سنگها در محل تماس هورنفلسها با گابروها یافت می شوند.

گرانیتها و رگه های آپلیتی-پگماتیتی: هم در داخل مونوزوگرانیتها و هم در داخل رگه های آپلیتی-پگماتیتی دانه های گارنت ریز و درشتی به چشم می خورد که اغلب کلریتی شده اند ولی انواع سالم آنها نیز نادر نیستند.

ترکیب شیمیایی گارنتها: در این مطالعه، برای بررسی ترکیب شیمیایی کانی گارنت دو روش مورد استفاده بوده است: ۱- تجزیه شیمیایی دانه‌های گارنت جدا شده از سنگها و ۲- تجزیه شیمیایی به روش میکروپروب (تجزیه نقطه‌ای).

در روش تجزیه شیمیایی دانه‌های جدا شده، دانه‌های کانی از سنگهایی نظیر شیستها، هورنفلسها و آپلیتها جدا شده و مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفته‌اند (جدول ۱). در این روش اکسیدهای اصلی اندازه‌گیری شده‌اند تا با توجه به مقدار آنها فرمول شیمیایی کانیها محاسبه شود.

محاسبه فرمول کانیها نشان می‌دهد که اغلب دانه‌های گارنت از گروه پیرالسپیت و بویژه غنی از آلماندن هستند (جدول ۱، ۲ و ۳). مقدار آهن دو ظرفیتی یا درصد آلماندن در نمونه گارنت جدا شده از آپلیتهای گارنت دار بیشتر از نمونه‌های مربوط به شیستها و هورنفلسها است (جدول ۱ نمونه Gap). در این کانی مقدار آلماندن برابر با ۸۴ درصد، اسپسارتین ۱۲ درصد، پیروپ ۳ درصد و گراسولار ۱ درصد می‌باشد. در دانه‌های جدا شده از شیستها مقدار آلماندن ۷۵-۶۳ درصد، مقدار اسپسارتین ۲۱-۱۲ درصد، پیروپ ۹-۶ درصد و گراسولار ۹-۵ درصد است. در دانه‌های جدا شده از هورنفلسها مقدار آلماندن ۷۷-۶۵ درصد، مقدار اسپسارتین ۲۳-۸ درصد، پیروپ ۱۷-۷ درصد و گراسولار ۶-۳ درصد است. همانطور که ملاحظه می‌شود در دانه‌های گارنت، مقدار نسبی منگنز یا درصد اسپسارتین بیشترین مقدار پس از درصد آلماندن است.

در گارنتهای مطالعه شده توسط بهاری (۱۳۷۶) در حاشیه کانی مقدار آلماندن ۶۹/۷۸ و ۶۶/۵۶ و در مرکز دانه‌ها به ترتیب ۷۳/۴۸ و ۸۰/۸۲ تعیین شده است. مقادیر مربوط به سایر اعضای گروه گارنت مربوط به این نمونه‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. مقدار اسپسارتین در یک نمونه در مرکز نسبت به حاشیه بسیار بالاتر است که این وضعیت در عکسهای اشعه ایکس به صورت تغییر رنگ (زونینگ) تظاهر پیدا می‌کند.

در تجزیه نقطه‌ای (میکروپروب) دانه‌های کانیها در دانشگاه مینسوتا، ایالات متحده آمریکا، مقدار اعضای انتهایی گارنتها از یک دانه به دانه دیگر و در حاشیه و مرکز یک دانه گاهی اختلاف فاحشی از خود نشان می‌دهد. در یک نمونه گارنت موجود در گارنت شیست مقدار آلماندن در مرکز دانه ۶۵ درصد و در حاشیه دانه ۸۲ درصد بوده است این در حالی است که مقدار اسپسارتین در همان نمونه در مرکز ۲۳ درصد و در حاشیه دانه ۲ درصد بوده است. در نمونه گارنت موجود در گارنت آندالوزیت شیست تغییر ترکیب چندانی مشاهده نمی‌شود. گارنتهای دیگر بین این دو حالت قرار می‌گیرند (جدول ۳). تصاویر اشعه ایکس نشان داده است که برخی نمونه‌ها بویژه از نظر منگنز زونینگ قابل توجهی از خود نشان می‌دهند (شکل ۲).

نتیجه گیری: گارنتهای منطقه بویژه گارنتهایی که در این مطالعه مورد نظر بوده‌اند در گروه گارنتهای پیرالسپیت قرار می‌گیرند. این کانیها غنی از آلماندن (آهن) بوده هر چند که مقدار اسپسارتین (منگنز) آنها نیز قابل توجه است. یکی از پدیده‌های متداول در این کانیها زونینگ شیمیایی است به طوری که در کانیهای زونینگ دار معمولاً تغییرات پیوسته از مرکز به حاشیه بلورها دیده می‌شود. غالباً در مرکز بلورها دارای منگنز بیشتر و در حاشیه دارای منگنز کمتری هستند اما گاهی زونینگ ناپیوسته و بدون نظم نیز دیده می‌شود. وضعیت تغییرات آهن (دو ظرفیتی) تقریباً عکس منگنز است. تغییرات منیزیم و کلسیم موجود در بلورهای گارنت چندان چشمگیر نمی‌باشد شاید به این دلیل که مقدار نسبی آنها چندان قابل توجه نمی‌باشد.

منابع و مآخذ:

- بهاری فر، علی اکبر (۱۳۷۶): نگرشی نو بر پتروژنز سنگهای دگرگونی ناحیه‌ای منطقه همدان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم.

- سپاهي، علي اصغر (۱۳۷۸): پترولوژي مجموعه پلوتونيك الوند با نگرش ویژه بر گرانیتوئیدها، رساله دکتری، دانشگاه تربیت معلم.

- برقي، محمدعلي، صادقان، محمود و ولي زاده، محمد ولي(۱۳۷۵): نقش گارنت در تعبیر و تفسیر پتروژنز برخي از سنگهاي دگرگوني شمال شرق توده گرانیتی الوند، مجله بلورشناسي و کاني شناسي ايران، سال چهارم، شماره يك و دو، صفحات ۱۴-۳.

- بهاري فر، علي اکبر و سپاهي ، علي اصغر (۱۳۷۴): بررسی عامل کنترل کننده هابیت بلوري گارنت در شیبتهای زمان آباد همدان، شرکت مهندسين مشاور اپال(گزارش داخلي).

-Deer, W. A. ,Howie, R. A. & Zussman, J. (1991): An introduction to the rock -forming minerals, Longman, USA, 528 P.

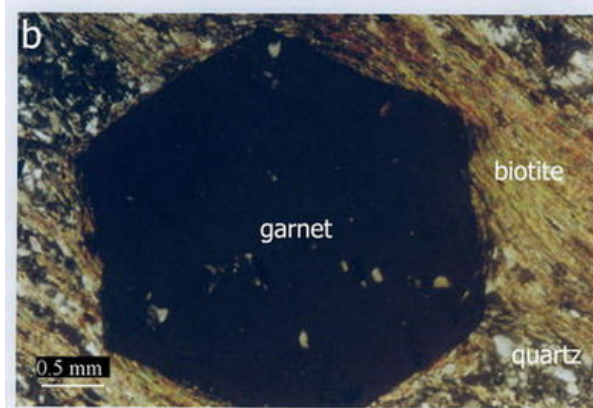
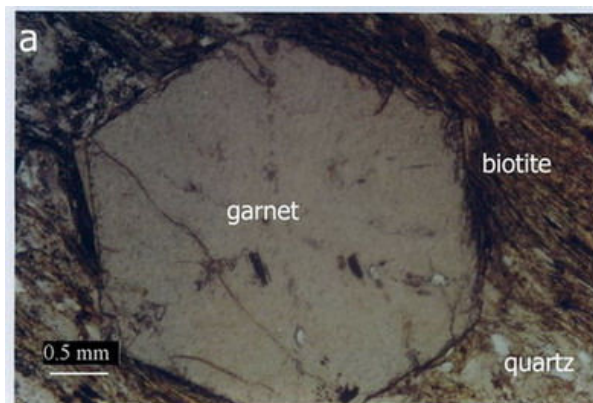
-Klein, C., and Hurlbut TR. C. S. (1985): Manual of Mineralogy, 20th ed., John Wiley and Sons, 596 P.

نویسندگان:

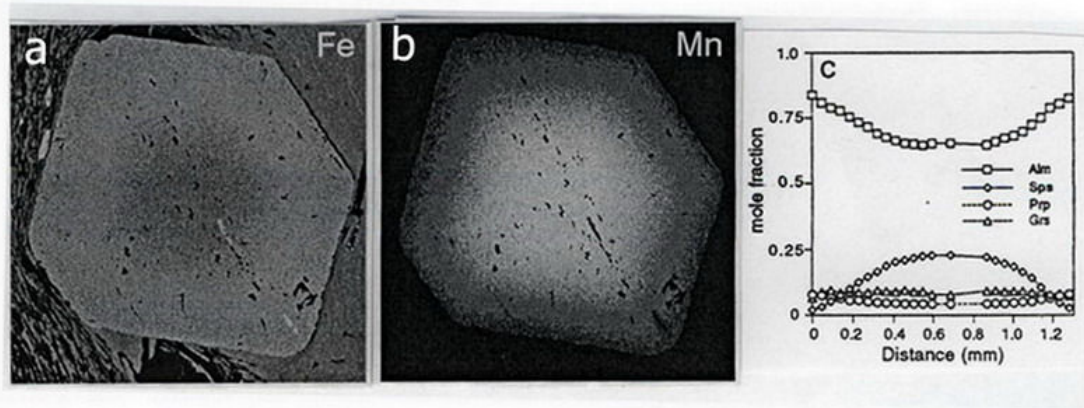
علي اصغر سپاهي،

دکتری زمین شناسي-پترولوژي، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۳۷۸

استاديار گروه زمین شناسي، دانشگاه بوعلی سینا، همدان



شکل ۱: بلورهای گارنت یوهدرال در یک گارنت میکاشیست.



شکل ۲: تصویر اشعه ایکس از یک بلور گارنت با زونینگ پیوسته و منظم. (a) تغییرات آهن (b) تغییرات منگنز (c) تغییرات مقدار آهن (آلماندین) منگنز (اسپسارتین) پیروپ و گراسولار از حاشیه سمت راست و بالا به حاشیه سمت چپ و پایین در بلور گارنت.

شماره نمونه اکسیدها ▼	G-1#	G-4#	G-6#	P-1#	P-5#	Gt1*	Gt5*	Gap
SiO ₂	36.42	36.56	37.69	37.91	39.16	36.82	40.22	35.87
Al ₂ O ₃	20.99	20.82	20.54	20.65	20.1	20.01	19.03	20.63
Fe ₂ O ₃	3.11	3.25	3.55	3.51	3.4	5.48	4.04	3.45
FeO	28.03	29.27	31.91	31.23	30.58	26.9	23.43	32.43
MnO	9.27	8.1	6.19	5.08	5.18	5.89	9.35	5.13
MgO	1.68	1.88	1.45	2.21	1.85	1.6	1.72	0.81
CaO	3.05	2.88	1.51	1.9	1.78	1.99	1.08	0.37
TiO ₂	Nd	nd	nd	0.08	0.07	0.1	0.43	0.16
Total	102.55	102.56	102.84	102.57	102.75	98.79	99.3	98.86
متشکله های گارنت	درصد متشکله های گارنت							
آلماندین	63	66	75	73	74	73	65	84
اسپسارتین	21	18	14	12	13	14	23	12

پیروپ	7	8	6	9	8	7	7	3
گراسولار	9	8	5	6	5	6	3	1
سنگ میزبان	gsch ¹	gsch	gasch ²	gasch	gasch	gsch	hfs	Ap ⁴

جدول ۱: اکسیدهای اصلی موجود در گارنتها بر حسب درصد وزنی و درصد نسبی اعضای انتهایی گروه گارنت در دانه‌های مورد مطالعه. nd = اندازه‌گیری نشده - 1 = گارنت شیست - 2 = گارنت آندالوزیت شیست - 3 = گارنت آندالوزیت هورنفلس - 4 = گارنت آپلیت - # = داده‌ها از بهاری فر و سپاهی ۱۳۷۴ =*
-، داده‌ها از برقی و همکاران ۱۳۷۵.

شماره ▶ نمونه ▼ اکسیدها	2Gt-1		2Gt-2		2Gt-3
	مرکز	حاشیه	مرکز	حاشیه	
SiO ₂	36.94	37.12	36.59	36.66	36.81
TiO ₂	0.36	0.03	0	0.02	0.02
Al ₂ O ₃	21.13	20.07	20.99	21.16	21.11
Cr ₂ O ₃	0.04	0.07	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0.16	0
FeO	30.76	32.49	28.96	36.12	36.66
MnO	7.14	5.53	9.39	1.59	2.26
MgO	2.11	2.14	1.23	6.19	2.53
CaO	1.82	1.8	2.22	2.26	0.62
Total	100.29	100.26	99.38	100.16	100.02
اعضای متشکله	درصد اعضای متشکله گارنتها				
اووارویت	0.12	0.23	0.02	0	0
آندرادیت	0	0	0	0.44	0
پیروپ	8.51	8.65	5.02	8.91	10.23
اسپسارتین	16.41	12.66	21.86	3.67	2.2
گراسولار	5.19	4.98	6.53	6.12	1.81
آلماندن	69.78	73.48	66.56	80.82	82.76

جدول ۲: آنالیزهای میکروپیروپ برخی از دانه‌های گارنت (از بهاری فر ۱۳۷۶).

نمونه /// اکسید	گارنت شیست	گارنت شیست حاشیه	گارنت آندالوزیت شیست	گارنت آندالوزیت شیست	گارنت استارولیت شیست	گارنت استارولیت شیست	گارنت سیلیمانیت شیست	گارنت سیلیمانیت شیست
-----------------------	---------------	------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

ید	مرکز دانه	دانه	مرکز دانه	حاشیه دانه	مرکز دانه	حاشیه دانه	مرکز دانه	حاشیه دانه
SiO ₂	37.23	37.25	37.38	37.36	37.36	37.3	37.33	37.43
TiO ₂	0.06	0.03	-----	0.01	0.04	0.02	0.01	-----
Al ₂ O ₃	21.04	21.07	20.89	21.19	21.24	21.21	20.95	21.12
FeO	27.93	36.18	21.29	34.36	31.61	34.31	31.1	34.66
MnO	9.56	1.12	5.44	4.39	7.38	4.65	6.15	2.79
MgO	1	1.95	2.38	1.8	2.22	2.33	2.76	2.68
CaO	2.81	2.42	1.38	1.01	0.82	0.64	1.74	1.88
Total	99.64	100.02	99.76	100.12	100.67	100.47	100.04	100.56
Si	3.02	3.01	3.02	3.02	3	3.01	3.01	3
Ti	0	0	0	0	0	0	0	0
Al	2.01	2.01	1.99	2.02	2.01	2.01	1.99	2
Fe	1.9	2.45	2.18	2.32	2.13	2.31	2.1	2.33
Mn	0.66	0.08	0.37	0.3	0.5	0.32	0.42	0.19
Mg	0.12	0.23	0.29	0.22	0.27	0.28	0.33	0.32
Ca	0.24	0.21	0.12	0.09	0.07	0.06	0.15	0.16
X _{Alm}	0.65	0.82	0.74	0.79	0.72	0.78	0.7	0.78
X _{Sps}	0.23	0.03	0.13	0.1	0.17	0.11	0.14	0.06
X _{Prp}	0.04	0.08	0.1	0.07	0.09	0.09	0.11	0.11
X _{Grs}	0.08	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.05

جدول ۲: آنالیزهای میکروپروب گارنتها و مقدار اعضای گارنت موجود در ترکیب هر دانه.

مقدار گراسولار: X_{Grs}، مقدار پیروپ: X_{Prp}، مقدار اسپسارترین: X_{Sps}، مقدار آلماندن: X_{Alm}