



زمین فشارسنجی گارنت شیست‌های منطقه دهنو با استفاده از روش GBMAQ

صمدی، رامین^{1*} - شیردشت‌زاده، نرگس²

¹ دانشجوی دکتری پترولوژی، واحد علوم و تحقیقات تهران

² دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، باشگاه پژوهشگران جوان

rsamadi@hotmail.com

چکیده

منطقه دهنو در شمال شرقی ایران و محدوده مفصلی در محل برخورد قطعه لیتوسفری ایران در جنوب و قطعه لیتوسفری توران در شمال واقع گردیده است. یکی از سنگ‌های دگرگونی منطقه دهنو گارنت‌شیست می‌باشد. فشار به‌دست آمده از روش زمین فشارسنجی GBMAQ حاکی از مقادیر 3 تا 4/5 کیلو بار می‌باشد. صحت مقادیر به‌دست آمده توسط این روش با توجه به مطالعات پتروگرافی و حضور توأم آندالوزیت و سیلیمانیت در این سنگ‌ها مورد تأیید قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی:

زمین فشارسنجی، شیست، دهنو.

Geobarometry of garnet schists from Dehnow area by using the method of GBMAQ

Samadi R.¹, Shirdashtzadeh N.²

¹ Ph. D. student of petrology, Science and Research Branch, Islamic Azad University,
Iran

² Islamic Azad University, Khorasgan Branch, Young Researchers Club
rsamadi@hotmail.com

Abstract

Dehnow is situated in the suture zone of Paleotethys in NE Iran. One of the metamorphic rocks of Dehnow is garnet schists. Pressure values that are gained through GBMAQ geobarometry are 3 to 4.5 kbar. Accuracy of these values is confirmed due to the petrography studies and simultaneous occurrence of the andalusite and sillimanite in these rocks.

Keywords: Geobarometry, Schist, Dehnow



مقدمه

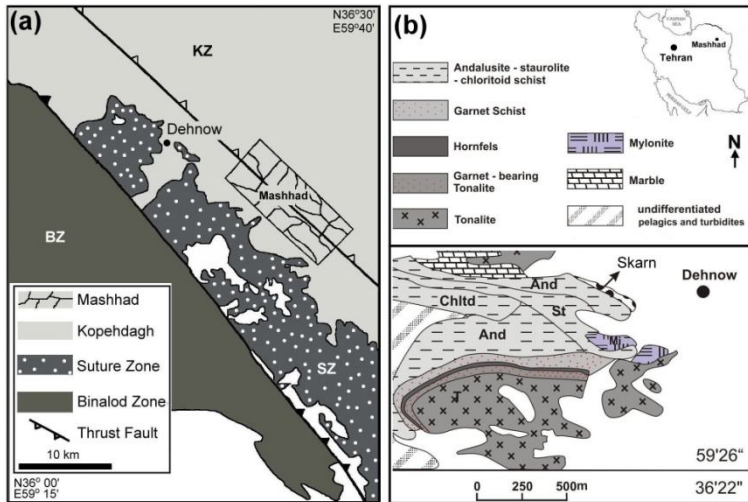
سنگ‌ها و رخساره‌های دگرگونی بر حسب سیر تحول شرایط ترمودینامیکی و ترکیب شیمیایی مورد مطالعه قرار می‌گیرند. در این زمینه تجربیات آزمایشگاهی، محاسبات و مدل‌سازی ترمودینامیکی بر اساس تجزیه شیمیایی کانی‌ها به وسیله الکترون میکروپروب بسیار مفید بوده و به فهم بهتر شرایط دما و فشار حاکم بر سنگ‌ها در خلال فرآیندهای زمین‌شناسی کمک مؤثری نموده است. اغلب دما فشارسنج‌ها بر اساس حساسیت توزیع عناصر در ساختار کانی‌ها و یا طی تبدلات شیمیایی، نسبت به دما و یا فشار طراحی شده‌اند. گارنت، مسکوویت، بیوتیت، آلومینوسیلیکات و کوارتز کانی‌های معمول سنگ‌های دگرگونی هستند که عموماً در دما فشارسنجی توسط بسیاری از محققین مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مطالعه از روش فشارسنج گارنت-بیوتیت-مسکوویت-آلومینوسیلیکات-کوارتز (GBMAQ) که برای دگرگونی‌های حدواسط با فشار پایین تا بالا طراحی شده است (وو و ژائو، 2007)، به منظور بررسی فشار حاکم بر دگرگونی ناحیه‌ای و تشکیل گارنت شیبست‌های منطقه دهنو استفاده می‌گردد.

زمین شناسی منطقه

منطقه دهنو در شمال شرقی ایران و در 15 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 طول‌های جغرافیایی $22^{\circ} 59'$ تا $26^{\circ} 59'$ شرقی و عرض‌های جغرافیایی $20^{\circ} 36'$ تا $22^{\circ} 36'$ شمالی قرار دارد (شکل 1). سنگ‌های دگرگونی در منطقه مشهد، گسترش زیادی داشته و از لحاظ پدیده‌های زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی بسیار جالب توجه می‌باشند. در منطقه مورد مطالعه، متاپلیت‌ها بیشترین گسترش را دارند، که کانی‌های شاخصی مانند کلریت، مسکوویت، بیوتیت، گارنت، کلریتوئید، تورمالین، آندالوزیت، استارولیت و سیلیمانیت در آنها توسط میرنژاد (1370)، هاتفی (1382) و صمدی (1387) مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. بر اساس مطالعات مجیدی (1978) و صمدی (1387) یکی از فازهای دگرگونی پیرامون مشهد دگرگونی ناحیه‌ای بوده است که باعث تشکیل اسلیت، فیلیت، شیست، مرمر و کوارتزیت شده است. در نتیجه برخورد ورقه توران و ایران با یکدیگر، سنگ‌های زون برخورد (در محل نوار دگرگونی) متحمل دگرگونی ناحیه‌ای از نوع فشار پائین - دمای بالا شده و به حداکثر



دگرگونی تغییر شکل پیدا کرده‌اند. در نتیجه رسوبات که غالباً پلیتی و کمتر آهکی هستند، به نسبت فشار و دمای وارده به اسلیت، فیلیت، شیست‌های آندالوزیت، استارولیت و ندرتاً سیلیمانیت‌دار تبدیل شده‌اند.



شکل 1: نقشه زمین‌شناسی (a) محدوده‌های ساختاری اصلی در شمال شرقی ایران (علوی، 1991)، (b) موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه زمین‌شناسی ایران و نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (اقتباس از نقشه زمین‌شناسی 1/100000 طرqbه، پورلطیفی، 1380).

پتروگرافی گارنت شیست‌ها

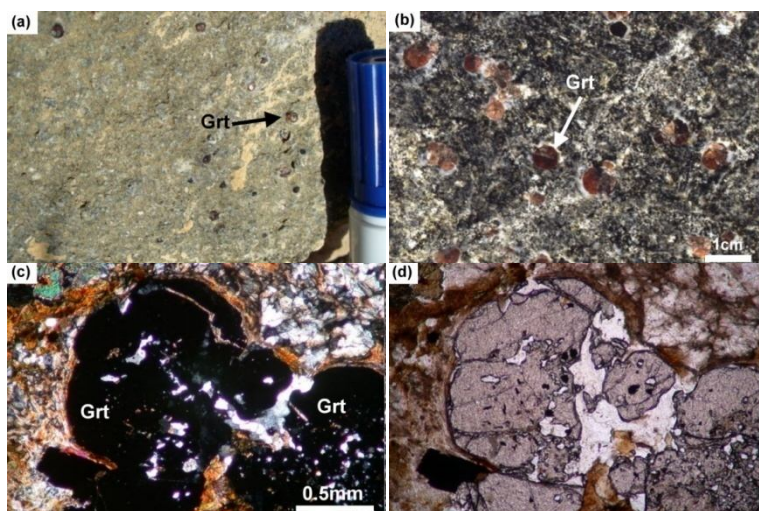
دگرگونی ناحیه‌ای شامل شیست‌های ریزدانه خاکستری تا سیاه‌رنگ است که با حضور میکاهای بیوتیت، مسکوویت و در برخی نمونه‌ها کلریتوئید، شیستوزیته نشان می‌دهند و شامل گارنت با اندازه‌های مختلف هستند. شیست‌های موجود در مجاور حاشیه توده تونالیتی دهنو به صورت گارنت کلریتوئید شیست، گارنت شیست و استارولیت آندالوزیت گارنت شیست هستند. گارنت شیست حدوداً در فاصله 5 تا 20 متری از کنتاکت بین پلیت‌ها و تونالیت قرار دارند (شکل 1). این گروه از شیست‌ها در منطقه دهنو گسترش کمتری دارند. گارنت شیست‌ها حاوی پرفیروپلاست‌های گارنت با اندازه تقریبی دو میلیمتر به صورت نیمه شکل‌دار تا بی‌شکل هستند و اداخل‌هایی از کوارتز، مسکوویت و بیوتیت در گارنت آن‌ها دیده می‌شود (شکل 2). در این سنگ‌ها گارنت‌ها با بافت «سایه‌فشاری» به رنگ قهوه‌ای مشاهده می‌شوند که به همراه کانی‌های کوارتز، بیوتیت، مسکوویت، زیرکن و کانی اپک هستند. مسکوویت و بیوتیت در این سنگ‌ها سازنده شیستوزیته بوده و در برخی از مقاطع بیوتیت‌ها اطراف کانی گارنت را احاطه



کرده‌اند. نتایج آنالیز کانی‌های موجود در این گروه از شیست‌ها در جدول 1 آورده شده است.

روش مطالعه

برای دستیابی به اهداف این تحقیق پس از بررسی شواهد صحرایی، رخنمون‌های مناسب نمونه‌برداری و از آنها مقاطع نازک و نازک صیقلی تهیه شد. آنالیز شیمیایی کانی‌ها با استفاده از دستگاه میکروپروپروب JEOL، مدل (WDS) JXA-8800 و JXA-8500F واقع در مؤسسه مطالعه تحولات کره زمین (IFREE) در کشور ژاپن و با ولتاژ 15 kV و 15 nA انجام گرفت. کانی‌های پلاژیوکلاز، بیوتیت، مسکوویت، آلومینوسیلیکات، کوارتز و گارنت مورد آنالیز قرار گرفتند.



شکل 2: (a) و (b) نمایی از گارنت شیست در نمونه دستی؛ (c) گارنت در تصویر XPL و (d) گارنت در تصویر PPL.

شیمی کانی‌ها

درصد وزنی و فرمول ساختاری عناصر اصلی کانی‌های موجود در نمونه گارنت شیست در جدول 1 عنوان شده است. برپایه دیاگرام طبقه‌بندی دیبر و همکاران (1992) فلدسپارها دارای ترکیب میانگین آلبیت می‌باشند. ترکیب بیوتیت به صورت آنیت تا سیدروفیلیت می‌باشد و میانگین ترکیب Fe/Fe+Mg مسکوویت 0.63 می‌باشد. گارنت که یکی از مهمترین گروه‌های



کانی‌های ارتوسیلیکاتی است، عمدتاً دارای ترکیب آلماندین می‌باشد (جدول 1).

جدول 1: نتایج آنالیز میکروپروب کانی‌های موجود در گارنت شیبست‌های دهنو.

Mineral Type	Feld 768	Feld 770	Grt 681	Grt 682	Bt 677	Bt 678	Ms 675	Ms 746	Als 709	Als 716	
Sample	64.62	64.96	37.20	36.87	33.92	33.76	45.22	45.42	50.40	42.16	
SiO ₂	0.08	0.00	0.08	0.11	1.89	1.91	0.43	0.85	0.05	0.03	
TiO ₂	21.16	21.55	21.56	21.49	19.81	19.79	36.20	35.90	49.48	53.38	
Al ₂ O ₃	0.38	0.22	36.79	37.05	22.90	23.55	0.91	0.92	0.43	1.60	
FeO	0.00	0.01	2.96	2.68	0.09	0.10	0.00	0.00	0.01	0.02	
MnO	0.04	0.01	1.99	2.06	6.21	6.33	0.32	0.39	0.01	0.21	
MgO	1.71	1.90	0.41	0.43	0.26	0.16	0.02	0.03	0.03	0.17	
CaO	10.71	10.61	0.00	0.00	0.35	0.30	1.62	1.58	0.05	0.05	
Na ₂ O	0.12	0.09	0.00	0.01	7.32	7.39	8.30	8.58	0.05	0.27	
K ₂ O	8	8	12	12	22	22	22	22	5	5	
Oxygen No.	Si	2.88	2.88	2.98	2.97	5.34	5.30	6.10	6.10	1.33	1.17
	Ti	0.00	0.00	0.01	0.01	0.22	0.24	0.04	0.10	0.00	0.00
	Al	1.11	1.13	2.04	2.04	3.68	3.66	5.76	5.68	1.54	1.74
	Fe	0.01	0.01	2.50	2.52	3.02	3.10	0.10	0.10	0.01	0.04
	Mn	0.00	0.00	0.20	0.18	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mg	0.00	0.00	0.24	0.25	1.46	1.48	0.08	0.08	0.00	0.01
	Ca	0.08	0.09	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01
	Na	0.93	0.91	0.00	0.00	0.12	0.10	0.42	0.42	0.00	0.00
	K	0.01	0.01	0.00	0.00	1.48	1.48	1.44	1.48	0.00	0.01
	Anorthite	8.03	8.93								
	Albite	91.30	90.56								
	Orthose	0.66	0.51								
	Almandine			84.08	84.26						
	Spessartine			6.75	6.16						
	Pyrope			7.99	8.33						

روش زمین فشارسنجی GBMAQ

این زمین فشارسنج به صورت تجربی و با استفاده از نمونه‌های متاپلیتی واقعی توسط، وو و ژائو (2007) برای شرایط تعادلی در دمای 530-690 درجه سانتی‌گراد و فشار 9/2-0/8 کیلوبار طراحی شده است. بر اساس کاربرد هم‌زمان روش زمین دماسنجی گارنت-بیوتیت (هولدای، 2000) و روش فشارسنجی GASP (هولدای، 2001) خطای آن در حدود 0/8 ± کیلوبار تخمین زده شده است. فشارسنج GBMAQ برای مجموعه‌های دگرگونی با گارنت کم کلسیم (<0/03) و پلاژیوکلاز کم کلسیم (<0/17) و سنگ‌های دگرگونی فاقد پلاژیوکلاز مناسب می‌باشد (وو و ژائو، 2007). مجموعه کانی‌های گارنت+بیوتیت+مسکوویت+کوارتز±پلاژیوکلاز±آلومینوسیلیکات در سنگ‌هایی با درجه دگرگونی متوسط تا بالا عمومیت دارند. کاربرد این زمین فشارسنج برای گارنت‌شیست‌های منطقه دهنو بیانگر فشاری در حدود 3 تا 4/5 کیلوبار می‌باشد. از سویی دیگر با توجه به



مطالعات پتروگرافی و میکروسکوپی، حضور توأم کانی‌های سیلیمانیت و آندالوزیت بیانگر فشاری در حدود 4 کیلو بار و دمایی در حدود 500 درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

نتیجه گیری

مطالعات زمین فشارسنجی و میکروسکوپی اطلاعات با ارزشی را در زمینه فشار تشکیل این سنگ‌ها ارائه نموده‌اند. بر این اساس، فشار به‌دست آمده از روش زمین فشارسنجی GBMAQ حاکی از مقادیر 3 تا 4/5 کیلو بار می‌باشد. صحت مقادیر به‌دست آمده توسط این روش با توجه به مطالعات پتروگرافی و حضور توأم کانی‌های آندالوزیت و سیلیمانیت در این سنگ‌ها مورد تأیید قرار می‌گیرد.

منابع

پورلطیفی، ا.، 1381، نقشه زمین‌شناسی ورقه 1:1000000، سازهان زمین‌شناسی ایران.
صمدی، ر.، 1387، بررسی منشاء مگاکریست‌های گارنت موجود در تونالیت دهنو، شمال غرب مشهد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، 179 صفحه.
میرنژاد، ح.، 1370، پترولوژی گرانیت‌ها و پگماتیت‌های جنوب مشهد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، 259 صفحه.
هاتفی، ر.، 1382، مطالعه سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای و توده‌های نفوذی منطقه دهنو (شمال غرب مشهد)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران، 112 صفحه.

- Alavi M., 1991, Sedimentary and structural characteristics of the Paleo-Tethys remnants in northeastern Iran, *Geol. Soc. Am. Bul.*; no.103; p.983-992.
- Deer W.A., Howie R.A and Zussman, J., 1992, An Introduction to the Rock forming Minerals, Second Editions, *Longman*, London; 696 p.
- Holdaway M.J., 2000, Application of new experimental and garnet Margules data to the garnet-biotite geothermometer, *American Mineralogist*; no.85; p.881-892.
- Holdaway M.J., 2001, Recalibration of the GASP geobarometer in light of recent garnet and plagioclase activity models and versions of the garnet-biotite geothermometer, *American Mineralogist*; no.86; p.1117-1129.
- Majidi B., 1978, Etude Petrostructurale de la ergion de Mashhad (Iran), *Ph. D. thesis; Univ. Sci. ct. Med. de Grenoble, France*; 277p.
- Wu C.M. and Zhao G.C., 2007, The metapelitic garnet-biotite-muscovite-aluminosilicate-quartz (GBMAQ) geobarometer, *Lithos*; no.97; p.365-372.