ماهيت سنگهاي كرديريت-آنتوفيليت‌دار منطقه سرابي استان همدان

زهرا بدرزاده، مسيب سبزه‌اي

چكيده:
سنگهاي كرديريت-آنتوفيليت‌دار و ميگماتيت‌هاي همراه آنها براي پي بردن به خاستگاه اين سنگهاي كمياب در منطقه سرابي همدان مورد بررسي دقيق قرار گرفت. مطالعات صحرايي نشان داد كه اين سنگها طي فرايند ميگماتيتي شدن سنگهاي پليتيك منطقه سرابي همدان بوجود آمده‌اند. بر اثر ميگماتيتي سنگهاي پليتيك اين منطقه كه جزئي ازهاله دگرگوني اطراف باتوليت همدان ميباشند، مذاب‌هاي گرانيتي (Mobilizate) بوجود آمده و تفاله باقيمانده آن (Restite) سنگهايي است كه از دو كاني كرديريت و آنتوفيليت غني ميباشد. مطالعه روابط بين كانيهاي رستيت مذكور و مبيليزاي گرانيتي نشان از آن دارد كه بين مذاب لوكوكراتيك حاصل از ذوب بخشي و تفاله كرديريت – آنتوفيليت تبادلات يوني نيز صورت گرفته است.

Origin of Cordierite-Anthophilite rocks of Sarabi area, Hamedan

Abstract:
Cordierite- Anthophillite rocks and associated migmatite of Sarabi area of Hamedan province are studied in detail to reveal the genesis of these rare metamorphic rocks reported for the first time in Iran. Field studies showed that they are formed in the process of migmatitization of pelitic rocks. Migmatitization produced granitic anatectic melt (mobilizate) leaving cordierite – Anthophillite bearing rocks as restite. It is concluded that restite has reacted partly with leucocratic anatectic melt to produce present mineral paragenesis of these unusual rocks.

۱) مقدمه:

سنگهاي كرديريت- آنتوفيليت دار گروهي از سنگهاي دگرگوني بسيار كمياب ميباشند كه سالهاست توجه پترولوژيستها را به واسطه : ۱) پاراژنز كانيايي بسيار خاص ۲) شيمي كلي غير عادي اين سنگها ۳) مكانيزم تشكيل به خود معطوف داشته است. اين سنگها به واسطه حضور توأم دو كاني كرديريت و آنتوفيليت همراه با سيليكاتهاي آلومينيوم (آندالوزيت و سيليمانيت)،گرونا و استرولیت با كمي بيوتيت، پلاژيوكلاز،كلريت،گومينگتونيت،كوارتز،كرندوم،اسپينل،تالك و اكسيدهاي آهن- تيتانيوم مشخص ميشوند.

وجود دو كاني كرديريت- آنتوفيليت به مقدار قابل ملاحظه نشان از تركيب شيميايي كاملاً غير عادي اين سنگها دارد به طوري كه تركيب كلي آنها را با هيچ سنگ آذرين، رسوبي و يا حتي دگرگوني نميتوان مقايسه نمود.
لال و همكار (۱۹۶۹) نشان دادند كه تشكيل اين سنگها مستلزم آنستكه :۱) ميزان K2O در قبال MgO ، FeO ، Al2O3 بايستي بسيار كم باشد تا بجاي بيوتيت، آنتوفيليت يا ژدريت تشكيل شود. ميزان Na2O + CaO نيز بايد كم باشد تا به جاي هورنبلند يا آمفيبولهاي سديك آنتوفيليت تشكيل شود.۲) نسبت (MgO + FeO + Mno /Al2O3- Na2O+2CaO) بايد از يك كمتر باشد.
در مورد خواستگاه اين سنگها فرضيه‌هاي بسيار عنوان شده است كه از آن ميان ميتوان به موارد زير اشاره نمود:۱) متاسوماتيزم توسط محلولهايي كه قادرند MgO وFeO را به داخل سنگهاي اوليه وارد نموده و Na2O و CaO را از آن خارج سازند. محلولهاي هيدروترمال توده‌هاي نفوذي گرانيتوئيدي و سيالات حاصل از سيليسي شدن دولوميتها دو كانديد اصلي چنين سيالاتي هستند.۲) اين سنگها را ميتوان رستيت هاي غني شده از Mgo و FeO دانست. جدا شدن مذابهاي آناتكتيكي از محيط ميگماتيتها شرايط شيميايي مناسب را براي تشكيل كرديريت- آنتوفيليت فراهم مياورند. ۳): اسكولا (۱۹۴۱) و ميكولا و همكار (۱۹۵۰) در اشنايدرمن و همكار(۱۹۹۱) تصور نمودند كه در حين دگرشكلي لايه‌هاي غني از كلريت و ساير سيليكاتهاي صفحه اي در منطقه محوري چين‌ها متمركز شده و با از دست دادن Na2Oو SiO2 توسط سيالات شرايط شيميايي مناسب را براي ايجاد كرديريت- آنتوفيليت پيدا كرده‌اند.۴): دگرساني‌هاي هيدروترمال مانند آرژيلي شدن و پروپيليتي شدن و كلريتي شدن در بعضي از زونهاي برشي موجب ميشود تا اكسيدهاي قليايي مانند Na2Oو K2O از مقطع سنگ شسته شده و شرايط شيميايي مناسب براي ظهور كرديريت- آنتوفيليت فراهم ميشود. اگر شرايط ترموديناميكي مناسب در چنين محيطي سلطه يابد پاراژنز مذكور تشكيل ميشود.۵): والانس (۱۹۶۷) ظهور اين سنگها را معلول دگرگوني سنگهاي الترامافيك دگرسان شده دانسته شده است.
مطالعات ما در منطقه سرابي نشان داد كه تشكيل سنگهاي كرديريت- آنتوفيليت با فرضيه دوم سازگار بوده و اين سنگها در حقيقت رستيت هاي حاصل از پديده‌هاي ميگماتيتي شدن سنگهاي پليتيك مي باشد. در اين مقاله سعي شده است كه شواهد زمين‌شناختي ، سنگ نگاشتي و كاني شناختي براي نحوه پيدايش اين سنگها ارائه شود.

۲): بحث:

الف:كالبد زمين‌شناختي

سنگهاي كرديريت- آنتوفيليت دار بخشي از كمپلكس‌هاي دگرگوني اطراف باتوليت همدان ميباشد. اين كمپلكس‌ها پلي‌متامورفيك بوده و حوادث دگرگوني در آنها شامل: ۱) دگرگوني ناحيه اي پيشرونده اوليه۲) دگرگوني حرارتي ناشي از نفوذ گابرو ۳) دگرگوني حرارتي ناشي از نفوذ گرانيت. پروتوليت سنگهاي دگرگوني ناحيه‌اي عمدتاً از سنگهاي پالئوزوئيك بوده و واقعه دگرگوني قبل از ژوراسيك زيرين اتفاق افتاده است. اين واقعه قطعاً بعد از پرمين و قبل از ژوراسيك زيرين رخ داده است. دگرگوني ناحيه‌اي خصلتي پيشرونده از رخساره گرين شيست تا اوايل رخساره گرانوليت دارد. بيشترين حجم اين سنگها را سنگهاي دگرگوني پليتيك (اسليت‌ها، فيليت‌ها، گرونا شيست،

گرونا استرولیت شیست، گرونا- استرولیت- سیلیمانیت- کیانیت شیست) تشکیل میدهد. دگرگوني حرارتي (نفوذ گابروي اولیه و نفوذ گرانیت بعدي) بر روي پاراژنزهاي دگرگوني ناحیه‌اي اثر نموده و مجموعه کانیائي بسیار پیچیده اي را به وجود آورده است.

نزدیکترین منطقه دگرگونه‌هاي همدان به باتولیت آذرین میگماتیت‌هائي که در شرق و جنوب و جنوب غرب باتولیت تا منطقه سرابي دیده مي‌شود. انتساب این میگماتیت به دگرگوني ناحیه اي یا نفوذ گابرو و بسیار مشکل است و نیاز به مطالعات بسیار دقیق دارد، اما با عنایت به مطالعاتي که تاکنون انجام گرفته مي‌توان گفت که : ۱) این زون میگماتیتي آثاري از کاني‌هاي دگرگوني ناحیه‌اي مانند کیانیت ، استرولیت ، آندالوزیت و آثاري از فازهاي دگرشکلي منتسب به دگرگوني ناحیه‌اي را به نمایش میگذارد۲) به نظر میرسد که توده گابرویي بخشي از هاله دگرگوني را به میگماتیت تبدیل نموده است و به نظر میرسد که توده گرانیتي همدان بر اثر نفوذ این توده گابرویي به بخش زیرین پوسته سیالیك منطقه به وجود آمده است. ۳) سنگهاي کردیریت- آنتوفیلیت در جنوب و جنوب شرق و جنوب غرب باتولیت همدان در درون زون میگماتیتي دیده میشود(شکل۱).

میگماتیتهاي منطقه سرابي به صورت مخلوطي از سنگهاي تیره و روشن در درون زونهاي میگماتیتي رخنمون دارد. نوارهاي روشن سنگهاي لوکوکراتیك کوارتز و فلدسپاتیك بوده و نوارهاي تیره سنگهاي کردیریت- آنتوفیلیت میباشند. قابل ذکر آنکه میگماتیت‌ها به طور قطع و یقین به خرج سنگهاي پلیتیك (شیست‌هاي گوناگون) به وجود آمده‌اند.

ب: سنگ نگاري و کاني‌شناسي

مجموعه کانیایي این سنگها عبارتند از:

Cordierite (30-55%) + (30-10%) Gedrite + (10-20%) Biotite+ (5-10%) Garnet + (0-10%) Plagioclase + (0-5%) Quartz + مقدار کمي staurolite + مقدار کمي Sillimanite, Hercynite, Tourmaline, Fe-Ti Oxide, apatite, Zircon.

وجود Gedrite با میکروسوند باثبات رسیده است.نتایج آنالیز کردیریت و ژدریت که دردانشگاه کانازاوا ژاپن با دستگاه الکترون میکروپروب انجام گرفته درجداول۱ و۲ونمودار۱ آورده شده است.ژدریت داراي روابط خاصي با سایر کانیهاست که به چند مورد آن اشاره مي‌شود:۱)این کانیها بر اثر فروپاشي بیوتیت بوجود آمده‌اند.بنظر میرسد بیوتیت ابتدا به ارتوپیروکسن تبدیل شده و سپس ارتوپیروکسن به ژدریت تبدیل شده است.۲)بعضي کردیریت‌ها از حاشیه به مجموعه‌اي از ژدریت + استارولیت تبدیل شده‌اند و در بعضي موارد کردیریت به ژدریت+سیلیمانیت تبدیل شده است.

۳) کردیریت با پلاژیوکلاز واکنش داده و استارولیت + ژدریت بوجود آمده است.۴) کردیریت با گارنت واکنش داده به ژدریت + استارولیت تبدیل شده است.

ج: بحث‌هاي پترولوژیکي

براي فروپاشي بیوتیت مي‌توان واکنش زیر را ارائه داد:

$$7Bio + 21Qtz \rightarrow 7Orth + 21Opx + 7H_2O$$

در مرحله بعدي ارتوپیروکسن طبق واکنش زیر به آنتوفیلیت تبدیل شده است:

$$Opx + 3qtz + 3H_2O_2 \rightarrow 3Anth$$

تبديل مستقيم كرديريت به آنتوفيليت در حضور سيالات را مي‌توان با واكنش زير توجيه نمود:

$$7Mg2Al4Si5O18 + 2H2O + 23qtz \rightarrow 2Mg7Si8O22(OH)2 + 14Al2SiO5 + 28O2$$

اگر آب آزاد شده از ناپايداري بيوتيت را مستقيماً با كرديريت تركيب كنيم،خواهيم داشت:

$$Mg2Al4Si5O18 + 2H2O \rightarrow 2Mg5Al4Si6O22(OH)2 + 6Al2SiO5 + 7SiO2$$

همفري(۱۹۹۳)تبديل كرديريت به ژدريت + استارولیت را مطالعه نموده و واكنش‌هاي زير را پيشنهاد نموده است:

$$Crd + H2O \rightarrow Sta + Ged + qtz$$

$$Crd + Grt + H2O \rightarrow Ged + Sta + qtz$$

از شواهد فوق چنين به نظر مي‌رسد كه:۱)كرديريت و آنتوفيليت (يا ژدريت)هيچگاه بصورت زوج پايدار با هم بوجود نيامده‌اند(۲) به نظر مي‌رسدكه از واكنش‌هاي مطرح شده مي‌توان چنين نتيجه گرفت كه $H2O,SiO2$ آزاد شده از بعضي واكنش‌ها در واكنشهاي ديگر مصرف شده و سيستم بصوت چرخه‌اي در درون خود مواد آزاد شده را مصرف و مجموعه كانيايي فوق‌الذكر را بوجود مياورد.(۳) بنظر مي‌رسدكه مجموعه كانيايي مطرح شده در بخش قبلي يك پاراژنز نبوده بلكه بر اثر چند حادثه بوجود آمده است. كرديريت، گرونا، پلاژيوكلاز و ارتوپيروكسن در رستيت بوجود آمده‌اند و سپس بر اثر واكنش موبيليزا با رستيت يعني واكنش محلولهاي مركب از $H2O+ SiO2$ كه بخوبي از موبيليزا مي‌توانند تأمين شوند آنتوفيليت + استارولیت و سيليمانيت بوجود آمده‌اند.

۳- نتيجه‌گيري:

۱- سنگهاي كرديريت-آنتوفيليت سرابي منطقه همدان رستيت‌هاي حاصل از ميگماتيتي شدن سنگهاي پليتيك هاله‌هاي دگرگوني اطراف گابروها و گرانيت‌هاي منطقه ميباشند.

۲- مجموعه كانيايي اين سنگها ابتدا در مرحله آناتكسي بصورت مجموعه‌اي از كرديريت،گرونا،پلاژيوكلاز تشكيل و سپس در اثر واكنش اين مجموعه با سيالات غني از $H2O,SiO2$ (سيالات در تعادل با موبيليزا)به مجموعه‌هاي ژدريت، استارولیت و سيليمانيت تبديل شده‌اند.

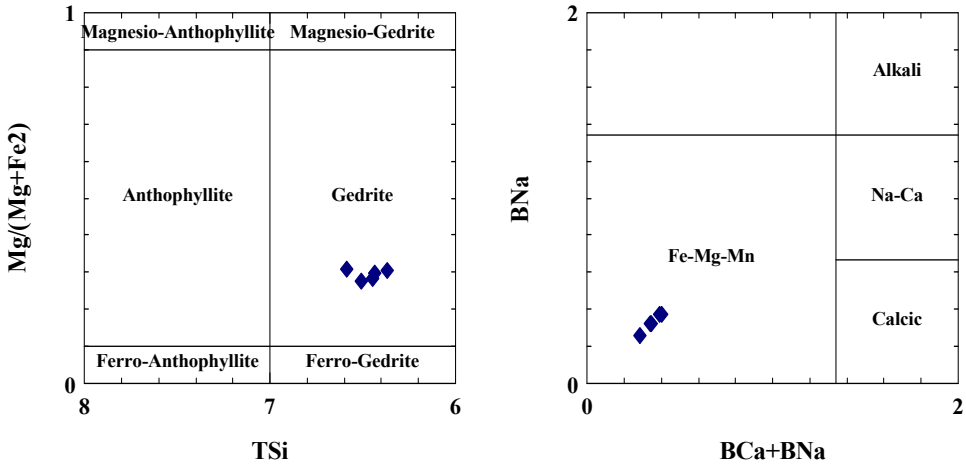
منابع:

- بدرزاده،زهرا(۱۳۸۱) پترولوژي دگرگونه‌هاي منطقه سرابي – تويسركان با تأكيد ويژه بر ماهيت دگرگونه‌هاي درجه بسيار بالا،پايان‌نامه كارشناسي ارشد،۱۵۱ صفحه.

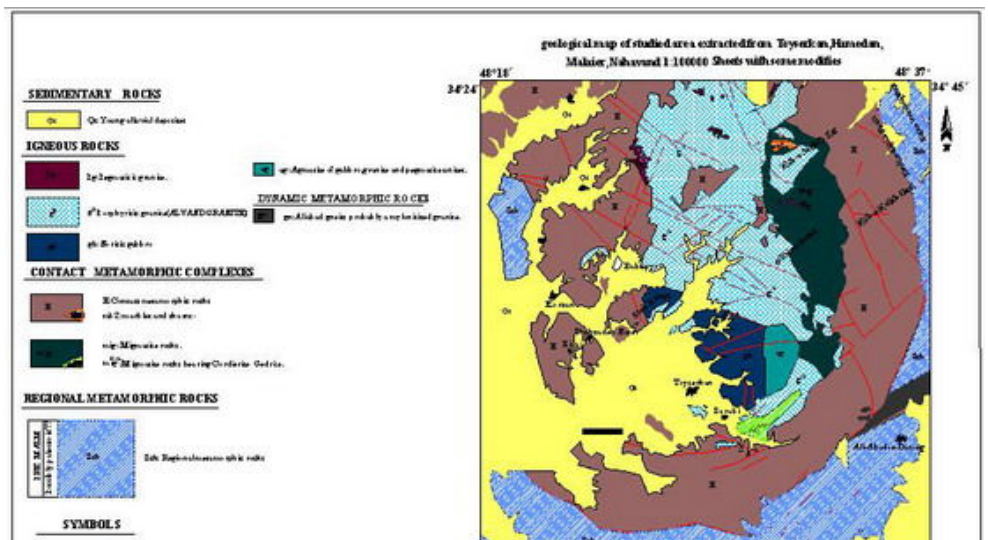
References:

- Deer,W.A. & Howie,R.H. & Zussman,J. (1960),An Introduction to the Rock Forming Minerals,NewYork,528pp

- Humphreys,H.C.(1993),Metamorphic evolution of amphibole – bearing aluminous gneisses from the Eastern Namaqua Province,South Africa,Am.Mineral,78,1041 - 1055
- Lal,R.K. & Moorhouse,w.w.(1969),Cordierite – gedrite Rocks and associated gneisses of Fishtail Lake , Harcourt Township,Ontario,Canada.J.Earth Sci,6,145 – 165
- Schneiderman,J.S. & Tracy,R.J.(1991),Petrology of orthoamphibole – cordierite gneisses from the orijarvi area,Southwest Finland
- Vallance,T.G.(1967),Mafic Rock Alteration and Isochemical Development of Some Cordierite – Anthophyllite Rocks,J.Petrol,8,84,84 – 96



نمودار۱:نتايج آناليز آمفيبول‌ها نشان مي‌دهد كه آنها از نوع آمفيبول‌هاي فرومنيزين بوده و در محدوده تركيبي ارتوآمفيبول‌هاي نوع ژدريت قرار مي‌گيرند (نمودارها از Leak 1989)



شكل ١ : نقشه زمين شناسي منطقه مورد مطالعه

جدول(١): تركيب شيميايي كرديريت‌هاي موجود در سنگهاي كرديريت-ژدريت‌دار

	SiO2	TiO2	Al2O3	Cr2O3	FeO	MnO	MgO	CaO
Crd1	48.049	0.012	31.965	0.021	11.156	0.449	6.276	0.006
Crd2	46.868		31.782		10.836	0.512	6.375	0.028
Crd3	43.057		31.185	0.011	11.169	0.456	5.201	0.003
Crd4	40.029	0.012	30	0.007	10.173	0.424	5.235	0.035
	Na2O	K2O	NiO	Si	Ti	Al	Fe2+	Mn
Crd1	0.25	0.008	0.01	5.045	0.001	3.952	0.98	0.04
Crd2	0.3	0.008		4.991		3.986	0.965	0.046
Crd3	0.266	0.017		4.869		4.153	1.056	0.044
Crd4	0.286	0.019		4.784	0.001	4.222	1.017	0.073
	Mg	Ca	Na	K				
Crd1	0.982	0.001	0.051	0.001				
Crd2	1.012	0.003	0.062	0.001				
Crd3	0.877		0.058	0.002				
Crd4	0.933	0.004	0.066	0.003				

فرمول ساختاري براساس ١٨ اكسيژن براي كرديريت

جدول(٢): تركيب شيميايي ژدريت‌هاي موجود در سنگهاي كرديريت-ژدريت‌دار

	SiO2	**TiO2**	**Al2O3**	**FeO**	**Cr2O3**	**MnO**	**MgO**	**CaO**
Gd1	43.618	0.046	17.529	28.066	0.016	1.392	5.983	0.146
Gd2	43.051	0.009	18.077	27.012		1.446	6.446	0.101
Gd3	39.856	0.039	16.262	26.075		1.423	5.768	0.098
Gd4	39.627	0.01	14.635	24.972	0.032	1.294	6.247	0.145
Gd5	39.25	0.125	16.129	25.81	0.138	1.408	6.334	0.148
	Na2O	**K2O**	**Si**	**Al(IV)**	**Al(VI)**	**Cr**	**Fe2+**	**Mn**
Gd1	2.187	0.031	6.507	1.493	1.586	0.002	1.425	0.176
Gd2	2.345	0.027	6.434	1.566	1.615		1.428	0.183

Gd3	2.011	0.027	6.446	1.554	1.543		1.466	0.195
Gd4	1.83	0.032	6.584	1.416	1.448	0.004	1.47	0.182
Gd5	2.021	0.019	6.37	1.63	1.452	0.018	1.521	0.194

	Ca	**Na**	**K**
Gd1	0.023	0.376	0.006
Gd2	0.016	0.373	0.005
Gd3	0.017	0.322	0.006
Gd4	0.026	0.322	0.007
Gd5	0.026	0.26	0.004

فرمول ساختاري براساس ۲۳ اکسیژن براي ژدریت

نویسندگان:

زهرا بدرزاده : دانشجوي دوره دکتري گرایش پترولوژي دانشگاه تربیت مدرس تهران

آدرس: تهران تقاطع بزرگراه جلال آل احمد بزرگراه چمران دانشگاه تربیت مدرس خوابگاه مدرس ۱ سوئیت ۱۵۷ تلفن ۰۹۱۲۲۴۷۸۱۹۳

مسیب سبزه اي : هیت علمي پژوهشکده علوم زمین سازمان زمین شناسي و اکتشافات معدني کشور