



## همایش پترولوژی کاربردی

منشا سیال موثر بر بازالت های ائوسن کمال آباد واقع در شمال شرق کوهپایه (استان اصفهان)

جوانمردی، مژگان\* - نوربهشت، ایرج

گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان

\*Mojganjavanmardi@yahoo.com

### چکیده

بازالت های ائوسن کمال آباد واقع در شمال شرق کوهپایه (استان اصفهان) تحت تاثیر دگرگونی هیدروترمال قرار گرفته و در درز و شکاف های آنها به ترتیب کانی های پرهنیت، ملاکیت و آزوریت، زئولیت، کوارتز، کلسیت و لومونتیت متبلور شده اند. به کمک بررسی ترکیب کلینوپیروکسن های موجود در بازالت های منطقه و محاسبه میزان فوگاسیته اکسیژن موجود در ماگمای اولیه آنها می توان به ترکیب کلی ماگمای تشکیل دهنده سنگ های منطقه پی برد. بررسی شیمی کانی های پرکننده درز و شکاف ها، و شیمی سنگ های آتشفشانی نشان می دهد که ترکیب این دو تقریباً به هم نزدیک بوده و هر دو از عناصر Ca، Si و Al غنی، از Fe و Mg تا حدی غنی و از Na، K، Mn، Ti و Cr فقیر می باشند. این بررسی ها نشان می دهد که ولکانیک های موجود در منطقه و آب جوی در ترکیب سیال ایجاد کننده کانی های دگرگونی اثر داشته اند. واژه های کلیدی: منشا سیال، بازالت ائوسن، کمال آباد، کوهپایه.

### Genesis of fluid influenced on Eocene basalts in Kamal Abad (North-east of Koohpayeh, Isfahan province)

Javanmardi, Mojgan\* - Noorbehesht, Iraj  
Geology Department, University of Isfahan

### Abstract

Eocene basalts in Kamal Abad (North-east of Koohpayeh, Isfahan province) suffered hydrothermal metamorphism and resulting of these processes are: prehnite, malachite and azurite, zeolite, quartz, calcite and laumontite respectively, in cavities and fractures. Composition of clinopyroxenes and content of oxygen fugacity in the first magma show composition of magma in the study area. Chemistry of volcanic minerals and open space fillings minerals is close, both are rich in Ca, Si and Al, relatively rich in Mg and Fe and poor in Na, K, Mn, Ti and Cr. These studies show that the volcanites chemistry and meteoric water had important role in composition of metamorphic minerals.

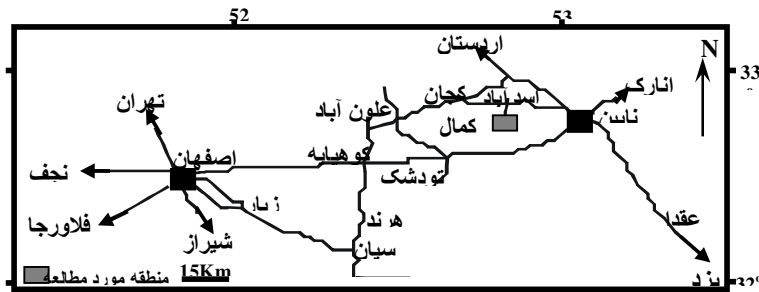
**Key Words:** Genesis of fluid, Eocene basalt, Kamal Abad, Koohpayeh.

### مقدمه

منطقه کمال آباد در ۳۵ کیلومتری شمال شرق کوهپایه و بین طول جغرافیایی  $53^{\circ}00'$  -  $52^{\circ}30'$  شرقی و عرض  $33^{\circ}00'$  -  $32^{\circ}30'$  شمالی واقع شده است (امینی و امینی چهرق، ۱۳۸۰) (شکل ۱). این منطقه جزئی از نوار ماگمایی ارومیه-دختر بوده (درویش زاده، ۱۳۸۲)، عمدتاً از بازالت های ائوسن تشکیل شده و در آن چندان تنوع سنگ شناسی دیده نمی شود. کانی های اصلی تشکیل دهنده این سنگ ها Cpx، Pl، بازیک و Ol های تماماً کلریتی شده می باشد. به نظر می رسد که سیالات هیدروترمال و جریان های حرارتی نسبتاً مهم بعدی به سن اولیگوسن آغازی و میوسن (ایوانو و هوشمندزاده، ۱۹۷۱)، این سنگ ها را تحت تاثیر قرار داده و با ایجاد کانیهای نظیر پرهنیت، زئولیت، کوارتز، کلسیت، ملاکیت و آزوریت و لومونتیت

## همایش پترولوژی کاربردی

در درزو شکاف بازالت ها و ایجاد کلریت و آمفیبول بصورت ثانویه و در متن سنگ، متابازالت های بسیار ضعیف را بوجود آورده اند.



شکل (۱) نقشه راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

با توجه به مطالعات دقیق صحرایی و میکروسکوپی به نظر نمی رسد که پدیده یا رخداد خاصی نظیر ورود توده نفوذی در منطقه یا عامل خارجی دیگری باعث ایجاد سیالات هیدروترمال در منطقه شده باشد. تنها موردی که به نظر درست تر می آید این است که این سیالات به ماگمای تشکیل دهنده سنگ های منطقه و ایجاد سیالات هیدروترمال بعد از وقوع آتشفشان در منطقه نسبت داده شوند. برای بررسی این مساله لازم است تا عناصر موجود در ماگمای اولیه تشکیل دهنده بازالت های منطقه مورد بررسی قرار گیرند و بعد با مقایسه ترکیب آنها با ترکیب سیال موثر بر سنگ های منطقه می توان به نتیجه مطلوب و مورد نظر رسید (جوانمردی، ۱۳۸۶).

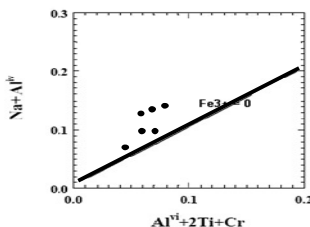
### تعیین ترکیب ماگمای اولیه تشکیل دهنده بازالت های منطقه به کمک کانی Cpx

کانی Cpx یک کانی بسیار باارزش در پترولوژی است. این کانی می تواند تمام عناصر موجود در ماگما را در شبکه خود جای دهد، بنابراین ترکیب شیمیایی آن می تواند نماینده ترکیب کلی ماگمایی باشد که از آن منتج شده است. در جدول ۱ نتایج حاصل از آنالیزهای الکترون مایکروپروب کانی Cpx آورده شده است. برای بررسی دقیق تر مقدار عناصر موجود در کانی های تشکیل دهنده بازالت های منطقه از دیاگرام  $Na+Al^{IV}-Al^{VI}+2Ti+Cr$  استفاده شد (شکل ۲). در این دیاگرام از داده های مربوط به آنالیز Cpx ها استفاده کرده و میزان فوگاسیته اکسیژن موجود در ماگمای اولیه تعیین می شود. خط داخل دیاگرام که به شرط  $Fe^{3+}=0$  رسم شده، ۲ قسمت فوگاسیته بالای اکسیژن (قسمت بالای خط) و فوگاسیته پایین اکسیژن (در قسمت پایین خط) را از یکدیگر متمایز می کند (شوایتزر و همکاران، ۱۹۷۹). با وارد کردن نمونه های مورد نظر بر روی این دیاگرام معلوم می شود که فوگاسیته اکسیژن در ماگمای اولیه بالا بوده است. وقتی اکسیژن

در ماگما زیاد باشد  $Fe^{2+}$  به  $Fe^{3+}$  تبدیل شده و رسوب می کند.

$$2FeO + 1/2 O_2 \rightarrow Fe_2O_3$$

## همایش پترولوژی کاربردی



شکل ۲) دیاگرام  $Na+Al^{IV}-Al^{VI}+2Ti+Cr$  برای تعیین میزان فوگاسیته اکسیژن موجود در ماگمای اولیه از تمامی مباحث گفته شده در بالا و به کمک نتایج آنالیزهای الکترون مایکروپروب کانی Cpx می توان نتیجه گرفت که ماگمای تشکیل دهنده بازالتهای منطقه در کل از عناصر Ca, Al و Si غنی، از Fe و Mg تا حدی غنی و از Na, K, Mn, Ti, Cr و OH فقیر می باشد.

بنابراین کانی هایی نظیر مگنتیت، هماتیت و البوین در مراحل اولیه تبلور تشکیل شده و عناصر Fe, Ti و Cr را در خود وارد کرده و از Ca و Na فقیر می شوند. بر عکس این مساله در ماگمای باقیمانده رخ می دهد، یعنی ماگمای باقیمانده از Fe, Ti و Cr فقیر و از Ca و Na غنی تر می شود. در این مرحله ماگمای باقیمانده، کانی های Cpx و Pl را ایجاد می کند.

جدول ۱) نتایج آنالیزهای الکترون مایکروپروب کانی کلینو پیروکسن از بازالتهای مورد مطالعه

Label	CR1-30	CR1-31	CR1-35	CR1-36	CR2-43	CR2-45
SiO <sub>2</sub>	50.895	51.141	50.135	51.876	51.353	51.606
TiO <sub>2</sub>	0.693	0.680	0.850	0.471	0.451	0.619
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.858	2.803	3.596	1.941	3.319	2.630
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.018	0.001	0.000	0.000	0.529	0.357
FeO	10.394	10.715	10.658	10.555	6.273	10.041
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MnO	0.389	0.428	0.352	0.424	0.177	0.276
MgO	14.328	14.405	14.181	14.846	15.734	16.777
CaO	19.751	19.034	19.318	19.088	21.879	17.267
Na <sub>2</sub> O	0.360	0.299	0.329	0.334	0.285	0.255
K <sub>2</sub> O	0.009	0.023	0.011	0.006	0.024	0.006
Total	99.695	99.529	99.430	99.544	100.029	99.857
کاتیونها بر مبنای ۶ اتم اکسیژن محاسبه شده‌اند						
Si	1.902	1.916	1.879	1.940	1.886	1.910
Ti	0.019	0.019	0.024	0.013	0.012	0.017
Al	0.126	0.124	0.159	0.086	0.144	0.115
Cr	0.001	0.000	0.000	0.000	0.015	0.01
Fe <sup>2+</sup>	0.267	0.307	0.275	0.298	0.128	0.271
Fe <sup>3+</sup>	0.058	0.028	0.059	0.032	0.065	0.04
Mn	0.012	0.014	0.011	0.013	0.006	0.009
Mg	0.798	0.805	0.792	0.828	0.862	0.925
Ca	0.791	0.764	0.776	0.765	0.861	0.685
Na	0.026	0.022	0.024	0.024	0.020	0.018
K	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000

## تعیین ترکیب سیال موثر بر بازالت های منطقه

سیالات هیدروترمال بر بازالت های منطقه اثر کرده و در درز و شکاف های آنها به ترتیب کانی های پرهنیت، مالاکیت و آزوریت، زئولیت، کوارتز، کلسیت و لومونتیت را ایجاد کرده است. مطالعات میکروسکوپی و بررسی آنالیزهای الکترون مایکروپروب این کانی ها، وجود هر کدام را ثابت کرد. البته در تشخیص مالاکیت و آزوریت از آنالیز EDS و در تشخیص زئولیت نوع لومونتیت از آنالیز XRD بهره گرفته شده است. نتایج آنالیزهای الکترون مایکروپروب این کانی ها در جدول ۲ آورده شده است:

جدول ۲) نتایج آنالیزهای الکترون مایکروپروب کانی های هیدروترمالی (پرهنیت، زئولیت، آمفیبول و کلریت)\*

Label	V1	V2	V3	V3	VB	VB	CR2
Mineral	Prehnite	Prehnite	Zeolite	Zeolite	Amphibole	Amphibole	Chlorite
SiO <sub>2</sub>	44.486	43.408	47.373	47.620	54.158	52.710	28.143
TiO <sub>2</sub>	0.016	0.020	0.000	0.000	0.046	0.058	0.183
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.524	20.331	24.822	25.491	2.320	0.434	12.888
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.038	0.002
FeO	0.942	5.162	0.006	0.002	16.431	21.546	32.698
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mno	0.029	0.037	0.000	0.005	2.868	1.523	0.584
Mgo	0.006	0.013	0.000	0.004	1.512	0.598	16.079
Cao	26.673	26.829	10.845	11.327	20.168	19.945	0.566
Na <sub>2</sub> O	0.026	0.016	3.126	2.490	0.016	0.012	0.482
K <sub>2</sub> O	0.000	0.016	0.021	0.010	0.000	0.018	0.163
NiO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.008
Total	95.702	95.833	86.193	86.949	97.519	96.887	91.796
* کاتیون های کانی های فوق به ترتیب بر حسب ۱۱، ۲۰، ۲۳ و ۲۸ اتم اکسیژن محاسبه شده اند.							
Si	3.058	3.062	9.541	9.559	7.975	7.755	5.819
Ti	0.001	0.001	0.000	0.000	0.005	0.007	0.028
Al	1.906	1.691	5.892	6.031	0.423	0.081	3.214
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe(II)	0.054	0.305	0.001	0.001	2.125	2.848	6.173
Fe(III)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mn	0.002	0.002	0.000	0.001	0.376	0.204	0.102
Mg	0.001	0.001	0.000	0.001	0.349	0.141	4.956
Ca	1.965	2.028	2.340	2.436	3.342	3.378	0.125
Na	0.003	0.002	1.221	0.969	0.005	0.004	0.387
K	0.000	0.001	0.005	0.003	0.000	0.004	0.086
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total	6.990	7.093	19.000	19.001	15.001	15.000	20.891

آنالیزها نشان می دهد که زئولیت ها در دسته<sup>۴</sup> زئولیت های رشته ای قرار گرفته و شامل مزولیت و اسکولسیت می شوند.

کلریت در دسته شاموزیت، از نوع برونسویگایت (Brunsvigite) و به فرمول کلی

$(Mg,Al,Fe)_6[(Si,Al)_4O_{10}](OH)_8$  و آمفیبول جزء دسته آمفیبولهای کلسیک، از نوع فرواکتینولیت و به فرمول کلی  $Ca_2(Mg,Fe^{2+})_5[Si_8O_{22}](OH,F)_2$  بصورت ثانویه و در متن سنگ دیده می شوند (دیر و همکاران، ۱۹۹۲).  
با استفاده از مطالعه شیمی این کانی ها و ترتیب فراوانی آنها می توان گفت که سیالات موجود در منطقه از یون های  $Ca$ ،  $Si$ ،  $Al$  و  $OH$  غنی، از  $Na$ ،  $K$ ،  $Mn$ ،  $Ti$ ،  $Cu$  و  $Cr$  فقیر و مقادیر  $Fe$  و  $Mg$  آنها در حد متوسط می باشد. همانطور که ملاحظه می شود ترکیب سیال به ترکیب بازالت های منطقه بسیار نزدیک است. مهمترین و بارزترین اختلافی که بین ترکیب این دو به چشم می آید در مورد میزان  $OH$  است، که مقدار آن در سیال بالا و در ماگما پایین است. با توجه به نبود منبع دیگری برای تامین آب موجود در سیال به نظر می رسد که بعد از خروج ماگما و سرد شدن کامل آن، آبهای جوی (متئوریتی) در تماس با بازالت ها درجه حرارت و فشارشان بالا رفته باشد. بنابراین می توان گفت که سیال موجود در منطقه دارای منشا ماگمایی-جوی است (پیراژنو، ۱۹۹۵). یعنی در ابتدا سیال با منشا جوی عناصر را از بازالت جدا کرده و سپس آنها را در شرایط فشار و حرارت حاکم بر منطقه در درز و شکاف ها جای داده است.

## نتیجه گیری

بررسی شیمی کانی های پرکننده درز و شکاف ها، و شیمی سنگ های آتشفشانی نشان می دهد که ترکیب این دو تقریباً به هم نزدیک بوده و هر دو از عناصر  $Ca$ ،  $Si$  و  $Al$  غنی، از  $Fe$  و  $Mg$  تا حدی غنی و از  $Na$ ،  $K$ ،  $Mn$ ،  $Ti$  و  $Cr$  فقیر می باشند. این بررسی ها نشان می دهد که ولکانیک های موجود در منطقه و آب جوی هر دو در ترکیب سیال ایجاد کننده کانی های دگرگونی اثر داشته اند.

## منابع

- امینی، ب. و امینی چهرق، م.، ر.، ۱۳۸۰، نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰،۰۰۰ کجان.
- درویش زاده، ع.، ۱۳۸۲، زمین شناسی ایران، انتشارات امیرکبیر، چاپ سوم، ۹۰۱ صفحه.
- جوانمردی، م.، ۱۳۸۶، مطالعه دگرگونی درجه بسیار پایین سنگ های ولکانیک شمال شرق کوهپایه (استان اصفهان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان، ۱۲۰ صفحه.
- Deer, W. A., R. A. Howie & J. Zussman, 1992, An introduction to the rock forming minerals: Longman Scientific and Technical, 528 p.
- Iwao, S. & Hushmandzadeh, A., 1971, Stratigraphy and Petrology de the low-grade regionally metamorphosed rocks of the Eocene Formation in The Alborz range, north of Tehran, Iran: J. Japan Ass. Min. Petr. Econ. Geol; 65, No. 6, p. 265-285.
- Pirajno, F., 1995, Hydrothermal mineral deposits: J. Wiley and sons, 709 p.
- Schweitzer, E. L., Papike & A. E., Bence, 1979, Statitcal analysis of clinopyroxenes from deep-sea basalts: Am. Mineral., v. 64, p. 501-513.