

## پترولوژی سنگهای آذرین خروجی علی آباد، شمال شرق قم

سید محمد حسین رضوی\*

گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تربیت معلم تهران و واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران

رامین بهزاد

گروه زمین‌شناسی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران

### چکیده

منطقه علی آباد در ۵۰ کیلومتری شمال شرق قم واقع است. در این منطقه سنگهای رسوبی متعلق به ائوسن، الیگوسن، میوسن و نهشته‌های کواترنر رخنمون دارند. بیشتر سنگهای منطقه از نوع آذرآواری و آتشفشانی هستند. سنگهای آذرآواری از نوع توف و ایگنمبریت، و سنگهای آتشفشانی از نوع متوسط تا بازیک و شامل الیوین بازالت، بازالت، بازالت آندزیتی، آندزیت و تراکی آندزیت هستند. این سنگها تحت تأثیر دگرسانی و دگرگونی بسیار ضعیف قرار گرفته‌اند. یک توده نفوذی در سنگهای آذرآواری ائوسن، و به مقدار کم دایک و سیل در واحدهای گوناگون تزریق شده است.

بر اساس نمودارهای ژئوشیمیایی سنگهای آتشفشانی در محدوده ساب‌آکالن از نوع کالکوالکالن قرار می‌گیرند، اما تعداد محدودی ویژگی‌های تولیتی نشان می‌دهند. مطالعات میکروسکپی و آنالیز شیمیایی گویای آلودگی ماگما می‌باشد. با توجه به تنوع سنگها، تشکیل سنگهای بازیک تا حد واسط را می‌توان ناشی از تفریق ماگمای بازالتی مشتق از گوشته دانست. همچنین با توجه به حجم عظیم سنگهای متوسط و ایگنمبریت‌ها، ممکن است ماگمای سازنده آنها حاصل ذوب بخشی پوسته باشد. سنگهای بازیک منطقه را می‌توان با حاشیه فعال قاره‌ها مقایسه نمود.

واژه‌های کلیدی: علی آباد، قم، آلودگی ماگما، پترولوژی، حاشیه فعال قاره‌ها

\*عهدہ‌دار مکاتبات

## مقدمه

منطقه مورد مطالعه در ۵۰ کیلومتری شمال شرق قم بین طول‌های جغرافیائی  $51^{\circ}$  و  $51^{\circ}41'$  شرقی و عرض‌های جغرافیائی  $35^{\circ}30'$  و  $35^{\circ}16'$  شمالی واقع است. آزاد راه خلیج فارس و جاده قدیم تهران - قم از این منطقه می‌گذرد.

از دیدگاه ریخت‌شناسی منطقه بیشتر کوهستانی است. حداکثر ارتفاع منطقه در کوه کورابلاغ با ارتفاع ۱۹۵۰ متر و کمترین ارتفاع در حاشیه حوض سلطان با ارتفاع ۸۵۰ متر می‌باشد.

در این منطقه سنگهای رسوبی متعلق به زمان‌های ائوسن، الیگوسن، میوسن و نیز نهشته‌های کواترنر رخنمون دارند؛ اما بیشتر سنگها از نوع آذرآواری و آتشفشانی هستند. همچنین یک توده نفوذی در سنگهای ائوسن، و به مقدار کم دایک‌ها و سیل‌ها در واحدهای گوناگون تزریق شده‌اند.

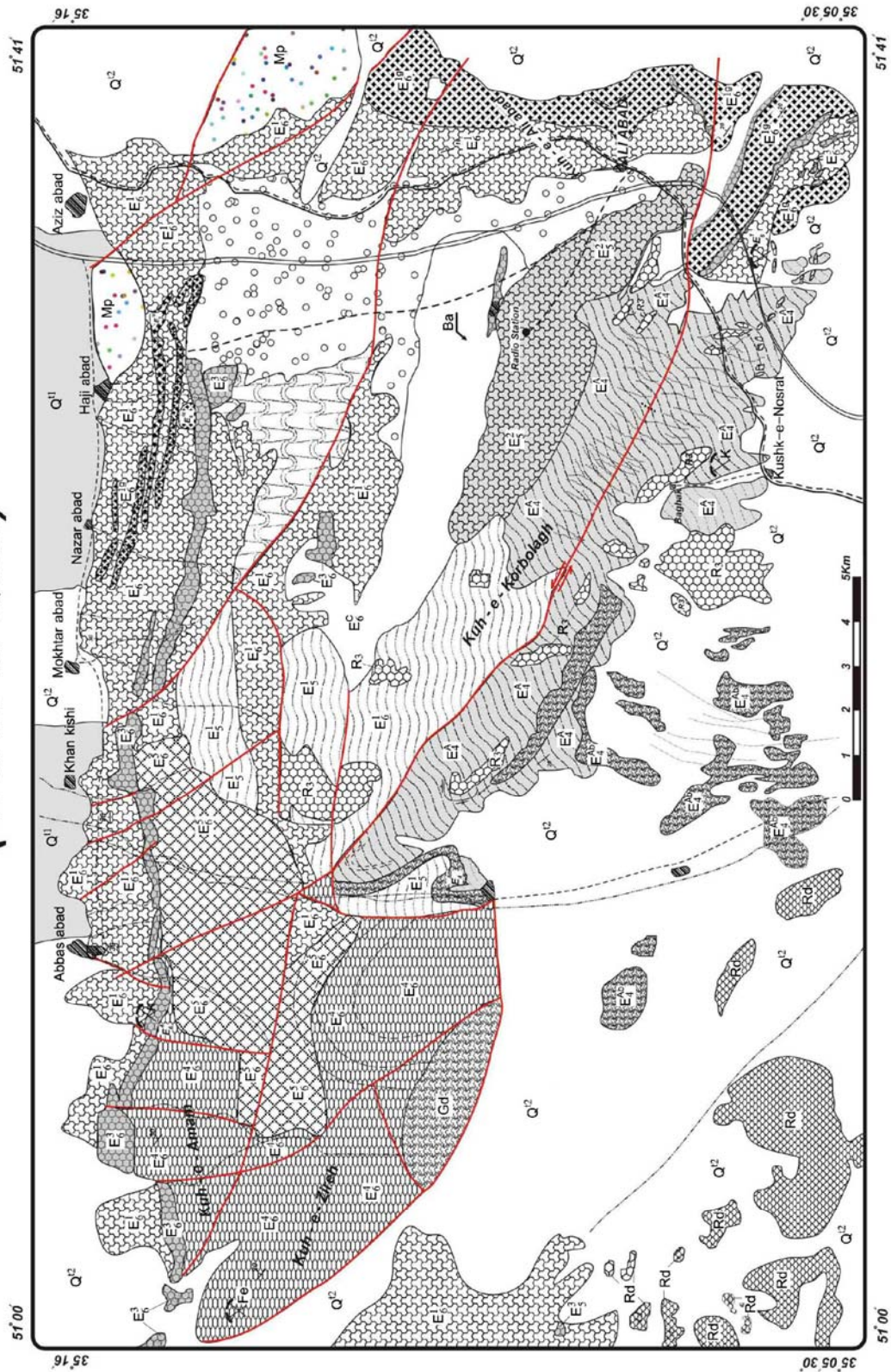
گسترش سنگهای با سن ائوسن در منطقه زیاد است و اغلب از نوع آتشفشانی و آذرآواری و به مقدار کمتر رسوبی می‌باشد. این سنگها در منطقه به سه بخش تقسیم شده‌اند:

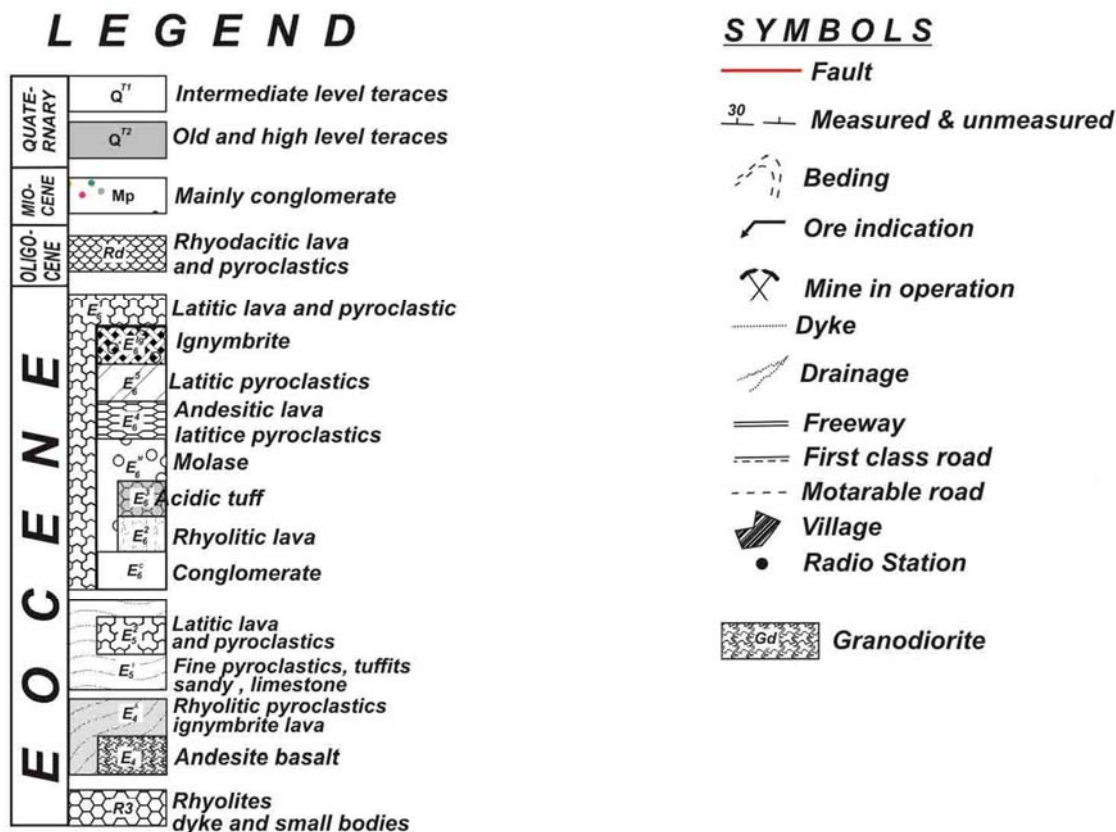
بخش زیرین، با ضخامت حداکثر ۲۰۰ متر، در شمال کوشک نصرت و روستای علی‌آباد رخنمون دارد (نقشه شماره ۱). این بخش معادل واحد E4 در نقشه زمین‌شناسی قم و آران به سن لوتسین<sup>(۱)</sup> می‌باشد. بخش زیرین در این منطقه به دو زیرواحد E4<sup>a</sup> و E4<sup>ab</sup> تقسیم شده است. زیر واحد E4<sup>a</sup> بیشتر شامل گدازه‌های ریولیتی، توف ریولیتی و ایگنمبریت می‌باشد. دایک‌های فراوانی در غرب علی‌آباد در این سنگها تزریق شده است. زیرواحد E4<sup>ab</sup> به صورت گدازه‌های بازالتی تا بازالت آندزیتی است

بخش میانی بیشتر شامل سنگهای رسوبی و آذرآواری، و به مقدار کم سنگهای گدازه‌ای است. این سنگها را می‌توان معادل با واحد E5 در نقشه زمین‌شناسی قم و آران در نظر گرفت. در این منطقه این سنگها نیز به دو زیرواحد E5<sup>1</sup> و E5<sup>2</sup> تقسیم شده‌اند. زیرواحد E5<sup>1</sup> شامل کنگلومرا، ماسه‌سنگ، لای‌سنگ، سنگ آهک ماسه‌ای، توفیت و سنگهای آذرآواری است. سن این سنگها ائوسن میانی است<sup>(۱)</sup>. زیرواحد E5<sup>2</sup> نیز شامل گدازه‌های ریولیتی و لایتیتی سبزرنگ و توف‌های اسیدی می‌باشد.

بخش فوقانی بیشتر شامل سنگهای آذرین، آذرآواری و به مقدار کمتر سنگهای رسوبی است. این بخش با کنگلومرای پیشرونده شامل قطعاتی از توف‌های اسیدی، سنگهای آندزیتی و بازالتی آغاز می‌شود و روی آن تناوبی از گدازه‌های بازیگ و متوسط، ایگنمبریت و لایه‌هائی از ماسه‌سنگ، آهک ماسه‌ای و لای‌سنگ قرار دارد. این واحد معادل واحد E6 در منطقه آران و قم می‌باشد و در روی نقشه به زیر واحدهای E6<sup>1</sup>, E6<sup>2</sup>, E6<sup>3</sup>, E6<sup>4</sup>, E6<sup>5</sup>, E6<sup>m</sup> و E6<sup>ig</sup> تقسیم شده است.

# GEOLOGICAL MAP OF ALIABAD AREA ( North of Qom )





سنگهای متعلق به الیگوسن متشکل از سنگهای آذرین خروجی، نیمه عمیق و سنگهای نفوذی (gd) است. سنگهای نفوذی از نوع گرانودیوریت، کوارتزیدیوریت تا دیوریت است. این سنگها در جنوب روستای دربند رخنمون دارند. سنگهای خروجی شامل گدازه های ریوداسیتی و سنگهای آذرآواری است. دایک های مربوط به این زمان بیشتر در جنوب ناحیه و در واحد E<sub>4</sub> تزریق شده اند.

در میوسن، محیط رسوبی کم عمق و قاره ای حاکم بوده است و نهشته های قرمز رنگ شامل مارن، ماسه سنگ، کنگلومرا، سنگ آهک ماسه ای و آهک مارنی، معادل سازند قرمز فوقانی، برجای مانده است. سنگهای پلیوسن بیشتر شامل کنگلومرا، معادل کنگلومرای بختیاری در زاگرس و هزاردره در البرز، می باشد. نهشته های کواترنر به صورت پادگانه های آبرفتی و نهشته های رودخانه ای است.

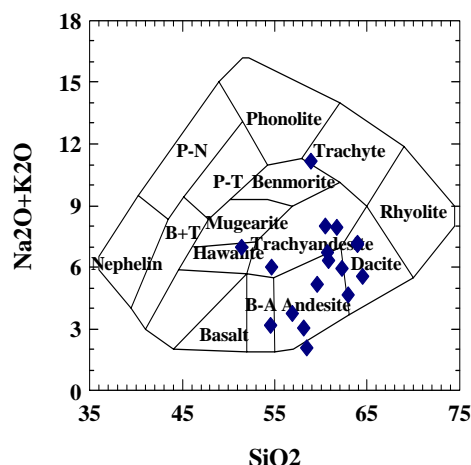
در این مقاله سنگهای آتشفشانی و آذرآواری منطقه مورد بررسی قرار گرفته است. به منظور تعیین ترکیب شیمیائی، نوع سری ماگمائی و محیط تکتونوماگمائی و الگوی ژئودینامیک منطقه، تعداد ۱۷ نمونه از سنگهای آتشفشانی برای تعیین اکسیدهای عناصر اصلی و فرعی مورد آنالیز شیمیائی به روش XRF قرار گرفته است.

### پتروگرافی

سنگهای آذرین در منطقه در انواع گوناگون و در افق های مختلف رخنمون دارند و به صورت گدازه، دایک، سیل و سنگهای نفوذی دیده می شوند.

**سنگهای گدازه ای** بیشتر در غرب منطقه گسترش دارند. ترکیب این سنگها بازیک و متوسط است. کانیهای سازنده آنها شامل فنوکریستال های پلاژیوکلاز، پیروکسن، الیوین و کانیهای اپک است که اغلب در خمیره ای از

میکرولیت‌های پلاژیوکلاز و به مقدار کم پیروکسن و گاهی بقایای الیون قرار دارند. بر اساس مطالعات میکروسکپی و آنالیز شیمیائی، نام آنها الیون‌بازالت، بازالت، بازالت آندزیتی، آندزیت، تراکی آندزیت است (شکل ۲). این سنگها تحت تأثیر دگرسانی و دگرگونی بسیار ضعیف قرار گرفته‌اند. عملکرد این فرآیندها ظهور اپیدوت، کلریت، کلسیت، پرهنیت، زئولیت، سربیسیت و کانیهای رسی می‌باشد.



( )

**سنگهای آذرآواری** گسترش و تنوع زیاد دارند و از نوع توف و ایگنمبریت هستند.

توف‌ها، با توجه به تقسیم‌بندی Cas و Wright (1992)<sup>(۳)</sup> بیشتر از نوع توف متبلور، توف شیشه‌ای و توف سنگی می‌باشند. ایگنمبریت‌های منطقه که در واحدهای E4 و E6 قرار دارند، طبق طبقه‌بندی Francis (1995)<sup>(۴)</sup> از نوع ایگنمبریت زبانه‌دار، ایگنمبریت گدازه‌ای و ایگنمبریت توف می‌باشند. ترکیب شیمیائی ایگنمبریت زبانه‌دار در حد تراکی آندزیت، داسیت و ریولیت است و در نقاط مختلف منطقه دیده می‌شوند. ایگنمبریت‌های گدازه‌ای ترکیب شیمیائی معادل داسیت، تراکی داسیت و تراکی آندزیت دارند.

**دایک‌ها** به‌ویژه در شمال کوشک نصرت و غرب روستای علی‌آباد گسترش فراوان دارند. ترکیب شیمیائی این سنگها متوسط تا بازیک و شامل بازالت، بازالت آندزیتی، آندزیت و تراکی آندزیت است.

**سنگهای نفوذی** بیشتر در جنوب شرق منطقه رخنمون دارد و از نوع کوارتز مونزونیت و کوارتز دیوریت است. این سنگها بعد از زمان ائوسن در سنگهای گدازه‌ای و آذرآواری ائوسن تزریق شده‌اند.

### بحث و تفسیر

برای بررسی و تعیین ترکیب شیمیائی، نوع سری ماگمائی و محیط تکتونوماگمائی و الگوی ژئودینامیک منطقه، ۱۷ نمونه از سنگهای آتشفشانی مورد آنالیز شیمیائی به روش XRF قرارگرفت (جدول شماره ۱). موقعیت این سنگها در نمودارهای مربوط به سری ماگمائی نشان می‌دهد که اغلب سنگهای آتشفشانی در محدوده ساب‌آلکالن از نوع کالکوالکالن و تعداد محدودی در محدوده‌های تولییتی و به ندرت در منطقه آلکالن قرار می‌گیرند.

## الف - ترکیب شیمیایی ماگما

تجزیه شیمیایی نمونه‌ها با توجه به مقدار سیلیس نشان می‌دهد که سنگهای منطقه در محدوده متوسط تا بازیک قرار می‌گیرند. برای بررسی تغییرات عناصر اصلی و روابط ژنتیک آنها و شناخت روند تبلور بخشی، هضم و آلیس ماگمایی، در این تحقیق از نمودارهای نسبت اکسیدهای عناصر اصلی نسبت به سیلیس استفاده شده است. وضعیت اکسیدها در این نمودارها به شرح زیر است:

اکسید آلومینیم با افزایش سیلیس در سنگهای متوسط تا بازیک تقریباً سیر نزولی دارد. این اکسید در ساختار پلاژیوکلازها وارد می‌شود<sup>(۵)</sup>.

اکسید تیتانیم در نمونه‌های بازیک و حد وسط با افزایش سیلیس پراکندگی نشان می‌دهد؛ اما تقریباً افزایش می‌یابد. تیتانیم در ساختار تیتانواوژیت و تیتانومگنتیت شرکت دارد.

اکسید آهن با افزایش سیلیس کاهش می‌یابد و معرف مصرف آن در الیوین، پیروکسن و بیوتیت است. منگنز در ساختار کانیه‌های آهن‌دار جایگزین آهن می‌شود. از این رو اکسید منگنز مانند اکسید آهن سیر نزولی دارد.

اکسید منیزیم نیز مانند اکسید آهن سیر نزولی دارد. این اکسید بیشتر در الیوین و پیروکسن وارد می‌شود. اکسید کلسیم با افزایش سیلیس پراکندگی نشان می‌دهد. این اکسید در ساختار پیروکسن‌ها و پلاژیوکلاز وارد می‌شود.

جدول شماره ۱- نتایج تجزیه سنگهای آتشفشانی منطقه به روش XRF

Sample	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
a1	62.23	0.04	17.7	1.74	5.52	0.1	3.18	3.44	5.04	0.91	0.12
a2	62.95	0.85	17.8	2.64	4.83	0.1	1.54	4.5	3.19	1.49	0.15
a3	63.92	1.16	14.9	2.88	2.52	0.1	2.38	1.89	3.88	3.26	0.39
a4	63.93	0.65	14.9	2.38	1.36	0.1	1.05	8.4	5.85	1.27	0.17
a5	64.45	0.61	14.9	2.26	2.98	0.1	3.04	5.97	3.71	1.82	0.2
a6	58.9	0.8	19.3	2.45	2.85	0.2	3.15	1.07	2.34	8.8	0.46
a7	59.59	0.3	18.1	2.2	7.15	0.1	3.91	3.47	4.91	0.28	0.2
a8	60.46	0.7	17.2	2.36	3.45	0.1	2.58	4.83	3.87	4.16	0.3
a9	60.74	0.71	16.5	2.37	3.66	0.1	3.64	5.19	2.87	3.83	0.36
A10	60.85	0.9	16.7	2.65	5.36	0.2	2.17	4.44	3.78	2.57	0.42
A11	61.7	1.25	15.4	3.04	4.64	0.1	1.87	3.63	3.97	3.99	0.42
A12	51.47	1.09	20.5	2.89	6.56	0.3	4.38	5.69	4.62	2.38	0.18
A13	54.58	0.29	17.8	2.1	7.09	0.2	8.48	6.24	2.27	0.92	0.06
A14	54.7	0.93	19.9	2.75	5.28	0.2	7.81	2.39	4.63	1.36	0.1
A15	56.9	0.53	20	2.26	4.8	0.1	3.01	8.47	2.14	1.63	0.18
A16	58.14	0.1	18.6	1.91	8.47	0.1	5.02	4.54	1.44	1.59	0.1
A17	58.47	0.56	20.6	2.5	6.71	0.1	5.25	3.78	1.87	0.2	0.01

اکسید سدیم گرچه پراکندگی دارد؛ اما به طور کلی سیر صعودی دارد. میزان اکسید سدیم با شروع تفریق در مایع باقی مانده افزایش می یابد و به تدریج در ساختار پلاژیوکلازها وارد می شود.

اکسید پتاسیم نیز مانند اکسید سدیم پراکندگی دارد؛ اما به طور کلی سیر صعودی دارد. پراکندگی نمونه ها در بعضی از نمودارهای اکسیدهای عناصر اصلی، می تواند نشانگر پدیده های تبلور بخشی، اختلاط ماگمایی، آلودگی پوسته، ناهمگن بودن منشاء، درجات متغیر ذوب بخشی و فرآیند دگرسانی باشد<sup>(۵)</sup>. اما در این منطقه پراکندگی عناصر متحرک مانند اکسید سدیم و پتاسیم می تواند مربوط به اختلاط ماگمایی و آلودگی باشد. مطالعات سنگ شناسی نیز شواهدی دال بر این اختلاط دارد و نشان می دهد که آغشتگی و اختلاط ماگمایی سبب تنوع سنگ شناسی شده است. وجود ریزبالش های بازیک در توفها و ایگنمبریت ها<sup>(۶)</sup> و همجواری زبانه های شیشه ای اسیدی و بازیک در بیشتر ایگنمبریت ها، قرارگیری کوارتز در مجاورت ریزبالش ها، حضور کوارتز در بعضی از بازالت های منطقه، ساخت کانی شناسی نامتعادل، وجود کوارتز با خوردگی های خلیجی<sup>(۷)</sup> وجود بافت غربالی یا اسفنجی<sup>(۸)</sup>، منطقه بندی نوسانی و معکوس در پلاژیوکلازها<sup>(۹)</sup>، آثار تحلیل رفتگی در پیروکسن ها، وجود تراشه های شیشه ای احاطه شده توسط شیشه بازیک اپاسیته شده، وجود پیریت با حاشیه سوخته و اپاسیته شده را می توان دلایل این امر ذکر کرد. با توجه به موارد فوق و با توجه به تنوع سنگها، می توان تشکیل این سنگها را ناشی از تفریق ماگمای بازالتی مشتق از گوشته دانست. همچنین با توجه به حجم عظیم سنگهای متوسط و ایگنمبریت ها، ممکن است ماگمای سازنده آنها حاصل ذوب بخشی پوسته نیز باشد.

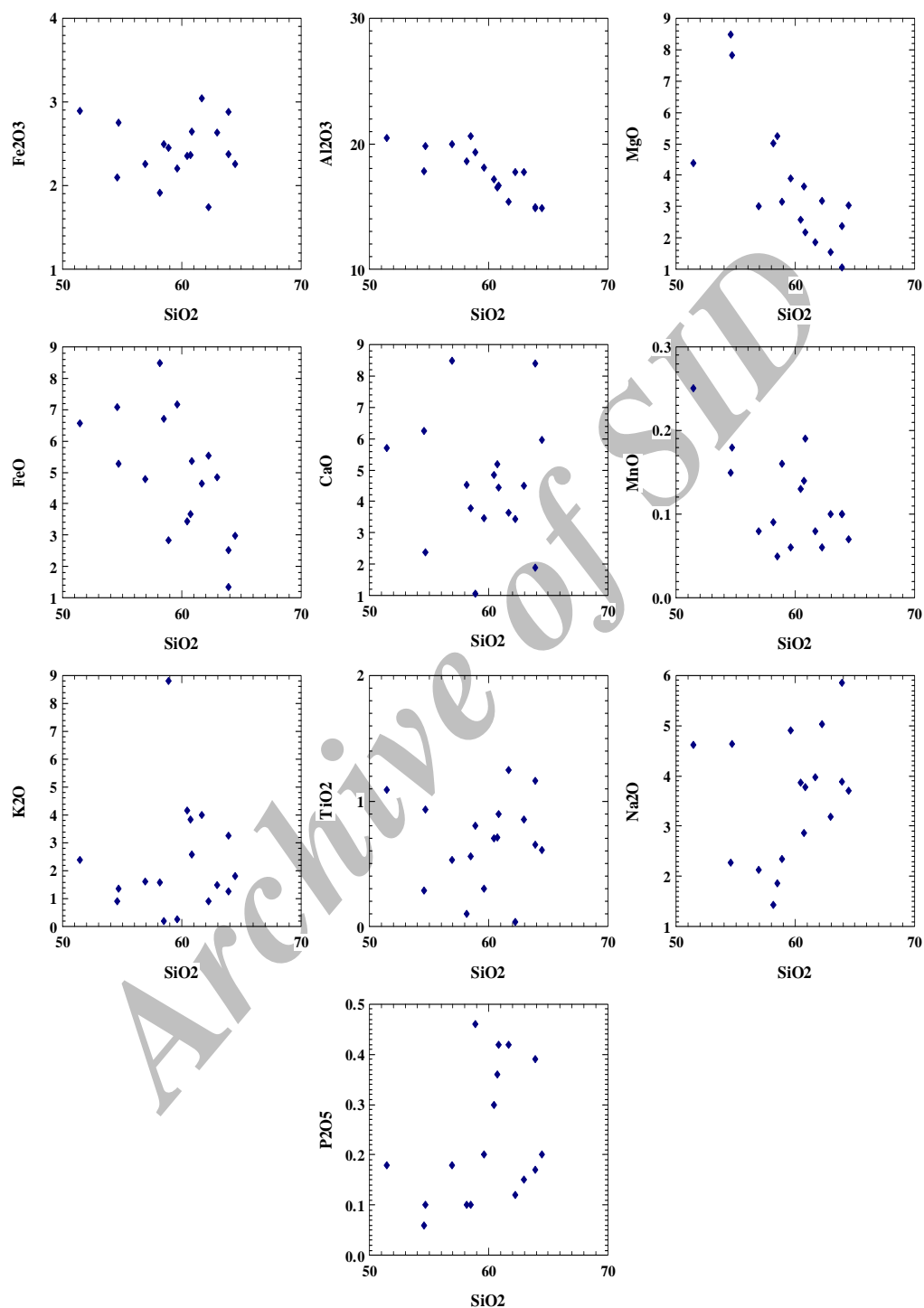
#### ب- تعیین سری ماگمایی و محیط تکنونیک

به منظور تعیین نوع سری ماگمایی از نمودار در صد اکسیدهای آلکالن نسبت به سیلیس<sup>(۱۰)</sup> و نمودار AFM<sup>(۱۰)</sup> استفاده شده است (شکل ۴ و ۵). همان طور که در نمودارها ملاحظه می شود، آندزیت ها و بازالت های آندزیتی در قلمرو ساب آلکالن و در سری کالکوالکالن قرار می گیرند. ماگمای غنی از پتاسیم را حاصل اختلاط ماگمای بازیک و تحت اشباع درون قاره ای با ماگمای کالکوالکالن می دانند<sup>(۱۱)</sup>. در منطقه مورد مطالعه سنگهای متوسط و ایگنمبریت ها بخش اعظم سنگها را شامل می شوند. این حجم عظیم نمی تواند فقط محصول پدیده تفریق باشد. به ویژه در صد بالای پتاسیم می تواند دلیلی بر منشاء پوسته ای آنها باشد<sup>(۱۲)</sup>.

اگر حجم زیادی از پوسته ذوب شود، فوران آنها با تشکیل پهنه های ایگنمبریتی بزرگ همراه با کالدرای فرونشسته منجر می شود. این مدل با توجه به وجود تناوب ایگنمبریت ها و سنگهای متوسط و بازیک، در منطقه مورد مطالعه قابل توجه است.

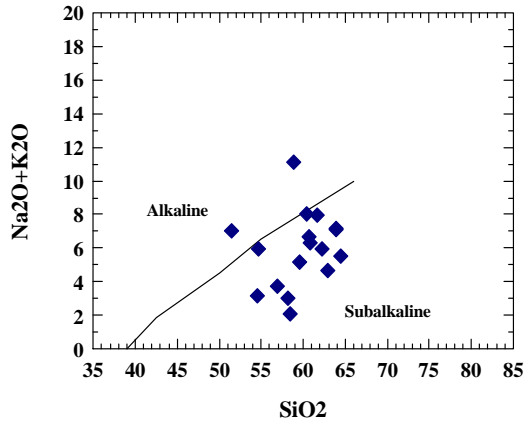
تشکیل ماگمای کالکوالکالن را در ارتباط با مناطق فورانش می دانند<sup>(۵)</sup>. این نوع ماگما در دو محیط تکنونیک جزایر قوسی و حاشیه فعال قاره ها تشکیل می شود. عقیده بر این است که مقدار  $K_2O$  نسبت به  $SiO_2$  به گونه ای است که در جزایر قوسی تمام نمونه ها روی یک خط قرار می گیرند<sup>(۱۲)</sup>. اما در حاشیه فعال قاره ها نمونه ها در نمودار پراکنده اند. در نمودار مثلثی  $Al_2O_3, MgO, FeO+Fe_2O_3$ <sup>(۱۳)</sup>، سنگها در منطقه کوهزائی قرار می گیرند (شکل ۶). بنابراین با توجه به نمونه های منطقه، این ماگما در حاشیه قاره ها تشکیل شده اند. بازالت های کالکوالکالن حاشیه فعال قاره ها دارای فراوانی عناصر سازگار متحرک با پتانسیل یونی زیاد است و نسبت به

بازالت‌های جزایر قوسی از افزایش کمتری بر خوردار است<sup>(۱۳)</sup>. چنین غنی شدگی‌هایی در نمونه‌های بازیک منطقه نیز مشاهده می‌شود. بنابراین می‌توان این سنگهای بازیک را با حاشیه فعال قاره‌ها مقایسه نمود.

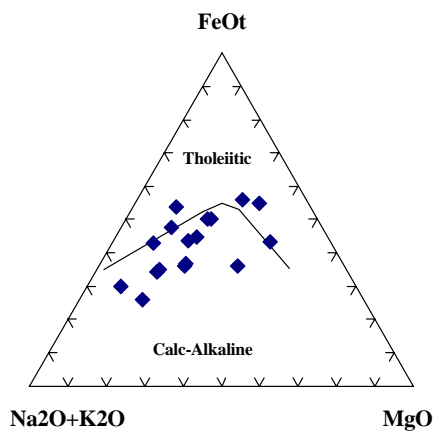


شکل ۳ - نمودارهای تغییرات عناصر اصلی نسبت به سیلیس

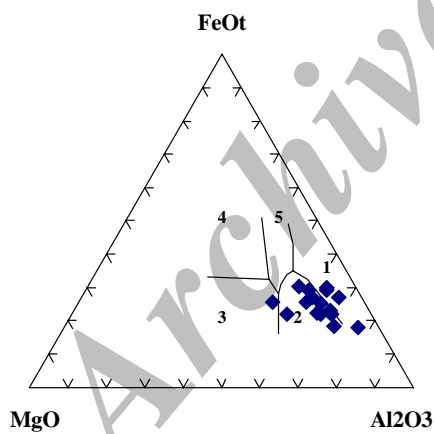




شکل ۴- نمودار درصد وزنی کالی‌ها نسبت به سیلیس<sup>(۱۰)</sup>



شکل ۵- نمودار AFM<sup>(۱۰)</sup>



1. Spreading center Island
2. Orogenic
3. Ocean Ridge and Floor
4. Ocean Island
5. Continental

( ) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , MgO , FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

## نتیجه گیری:

سنگهای آذرین منطقه در افق‌های مختلف، به صورت گدازه، دایک، سیل و سنگهای نفوذی رخنمون دارند و سنگهای آذرآواری از نوع توف و ایگنمبریت هستند.

سنگها گدازه‌ای از نوع بازیک تا متوسط و شامل الیوین بازالت، پیروکسن بازالت، بازالت آندزیتی، آندزیت و تراکی آندزیت است. این سنگها تحت تأثیر دگرسانی و دگرگونی بسیار ضعیف قرار گرفته‌اند.

توف‌ها از نوع توف متبلور، توف شیشه‌ای و توف سنگی، و ایگنمبریت‌ها از نوع ایگنمبریت زبانه‌دار، ایگنمبریت گدازه‌ای و ایگنمبریت توف می‌باشند.

دایک‌ها با ترکیب شیمیایی متوسط تا بازیک، شامل بازالت، بازالت آندزیتی، آندزیت و تراکی آندزیت است. سنگهای نفوذی از نوع کوارتز مونزونیت و کوارتز دیوریت است و در سنگهای گدازه‌ای و آذرآواری ائوسن تزریق شده‌اند.

در این منطقه آغستگی و اختلاط ماگمایی سبب تنوع سنگ‌شناسی شده است. تشکیل سنگهای بازیک تا متوسط را می‌توان ناشی از تفریق ماگمای بازالتی مشتق از گوشته دانست. در منطقه مورد مطالعه سنگهای متوسط و ایگنمبریت‌ها بخش اعظم سنگها را شامل می‌شوند. این حجم عظیم نمی‌تواند فقط محصول پدیده تفریق باشد و احتمالاً حاصل ذوب بخشی پوسته می‌باشند. به ویژه در صد بالای پتاسیم می‌تواند دلیلی بر منشاء پوسته‌ای آنها باشد. اگر حجم زیادی از پوسته ذوب شود، فوران آنها به تشکیل پهنه‌های ایگنمبریتی بزرگ منجر می‌شود. این مدل با توجه به وجود تناوب ایگنمبریت‌ها و سنگهای متوسط و بازیک، در منطقه مورد مطالعه قابل توجیه است. بازالت‌ها، بازالت‌های آندزیتی و آندزیت‌های این منطقه در قلمرو ساب‌کالان و در سری کالکوالکان قرار می‌گیرند. تشکیل ماگمای کالکوالکان را در ارتباط با مناطق فورانش می‌دانند. این نوع ماگما در دو محیط تکتونیکی جزایر قوسی و حاشیه فعال قاره‌ها تشکیل می‌شوند. در این منطقه با توجه به نمودارها می‌توان این سنگهای بازیک را با حاشیه فعال قاره‌ها مقایسه نمود.

## References:

- 1- Emami, M. H., *Geologie de la Region de Qom-Aran (Iran), Contribution a l'etude Dyamique et Geochimique du volcanism-Tertiaire de Iran central*, Theses Doctorat Etat, Grenoble, 489 (1991).
- 2- Middle Most, E. A. K. *An Introduction to Igneous petrology, Magma and magmatic Rocks*, Longmans, Ed (1985).
- 3- Cas, R. A. F., Wright, J. V., *Volcanic Succession Modern and ancient*, Unwin Hyman Ltd, 550 (1992).
- 4- Francis, P., *Pyroclastic Flow: Ignimbrites, Volcanoes a planetary perspective*, Oxford, 205 (1995).
- 5- Wilson, M., *Igneous petrogenesis, a global tectonic approach*, Unwin Hyman, London, 466 (1989).
- 6- Thomas, N., and Tait, S. R., *J. Volcan. Geotherm. Res.*, **75**, 168 (1997).
- 7- Wilshire, H. G., and McGuire, A. V., *Mineral. Petrol.*, **12**, 357 (1996).
- 8- Gourgaud, A., Didier. J., (1991).

- 9- Shelley, D., *Igneous and metamorphic rocks under the microscope*. Dept. of Geology, University of Canterbury, New Zeland. Chapman & Hall- London, (1993).
- 10- Irvine, T. N. and Baragar, W. P. A., *J. Earth Sci.*, **8**, 523 (1971).
- 11- Winter, J.D., *An Introduction to Igneous and metamorphic petrology*, Prentice Hall, 697 (2001).
- 12- Le Maitre, R. W., *A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms*, Blackwell, Oxford (1989).
- 13- Pearce, J. A., Harris, N. W., and Tindle, A.G., *J. Pet.*, **25**, 950 (1984).

Archive of SID