

سنگ شناسی گدازه های شوشونیتی در جنوب روستای عشین (شرق اصفهان)

علی خان نصر اصفهانی*، محمود احمدی

گروه زمین شناسی، واحد خوراسگان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

چکیده

گدازه های شوشونیتی بازی تا اسیدی ائوسن جنوب روستای عشین (شرق اصفهان) در زون ساختاری ارومیه-دختر رخنمون دارد. این مجموعه شامل آبساروکیت، شوشونیت، باناکیت و توسکانیت می باشد. شواهد زمین شناسی نشان می دهد که این گدازه ها به واسطه تفریق از یک ماگمای آکالی بازالت حاصل شده که در حین صعود با پوسته قاره ای آرایش نموده است. سازوکار فوران این مجموعه تطابق با یک سیستم کمان بعد از تصادم دارد.

واژه های کلیدی: سنگ شناسی، گدازه های شوشونیتی، عشین، زون ارومیه - دختر، فرورانش، ایران

مقدمه

گدازه های شوشونیتی شامل آبساروکیت، شوشونیت و باناکیت بوده^(۱) ولی امروزه توسکانیت ها را نیز جزء گروه سنگ های خانواده شوشونیتی می دانند.^(۳و۲) آبساروکیت از نظر ژئوشیمیایی مشابه آکالی بازالت های OIB بوده و محیط تکتونیکی آن ها مرتبط با سیستم فرورانش قاره ای است، در حالی که گدازه های حدواسط و اسیدی به واسطه فرآیندهای آرایش ماگمایی (AFC) تغییر ماهیت داده اند^(۴و۵)، به گونه ای که توسکانیت ها روند کاملاً متفاوتی از خود نشان داده و بیشتر خصوصیات خود را از پوسته قاره ای به ارث برده اند. توسکانیت ها به عنوان گدازه های کالکوالکالن با پتاسیم بالا که حاصل آرایش ماگمای شوشونیتی با پوسته قاره ای است، معرفی می گردند.^(۶)

مجموعه های شوشونیتی جنوب و جنوب غرب روستای عشین در ۲۶۵ کیلومتری شرق شهر اصفهان قرار دارند. منطقه مورد مطالعه در طول جغرافیایی^{۲۳} و ۵۳ تا ۲۹ و عرض جغرافیایی^{۲۰} و ۳۳ تا ۲۹ و ۳۳ واقع

*عهده دار مکاتبات

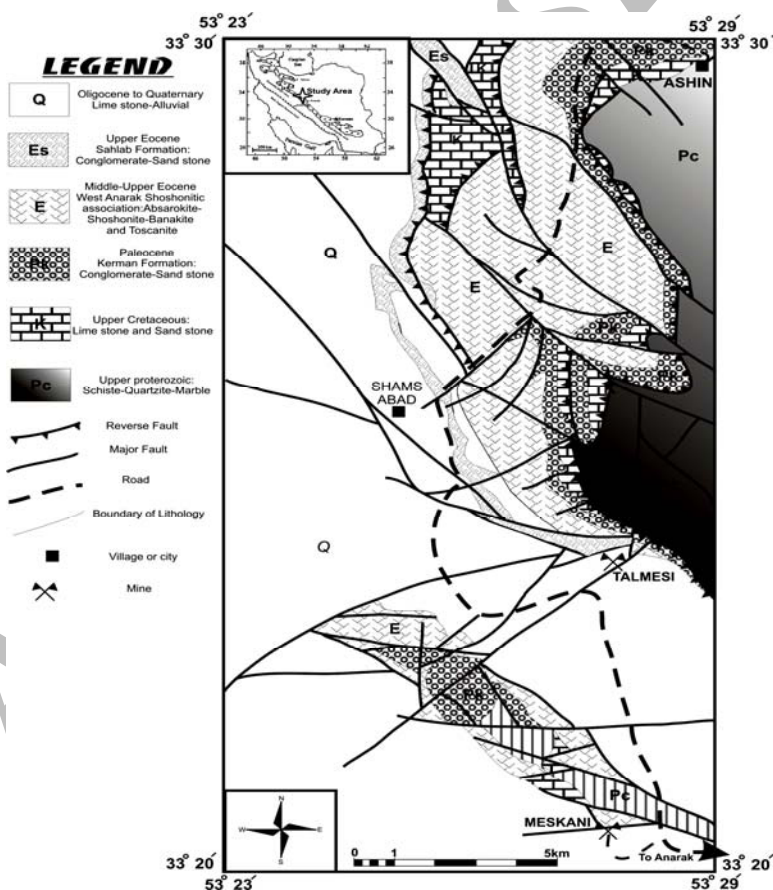
شده است. مجموعه مورد مطالعه به عنوان بخشی از کمربند آتشفشانی ارومیه - دختر در ایران مرکزی می باشد که در نزدیکی تغییر روند گسل درونه و در کناره جنوبی دشت کویر واقع شده است. این مجموعه قبلاً توسط زمین شناسان ایرانی و روسی مطالعه شده است. (۷۸)

قبلاً این سری به نام های آندزیت و پورفیریت شناخته می شد. کانسارهای مس - نیکل - کبالت تالمسی و مسکنی و تعداد زیادی از اندیس های معدنی مشابه در این منطقه در مجموعه های شوشونیتی تشکیل یافته است. (۸)

مواد و روشها

زمین شناسی عمومی

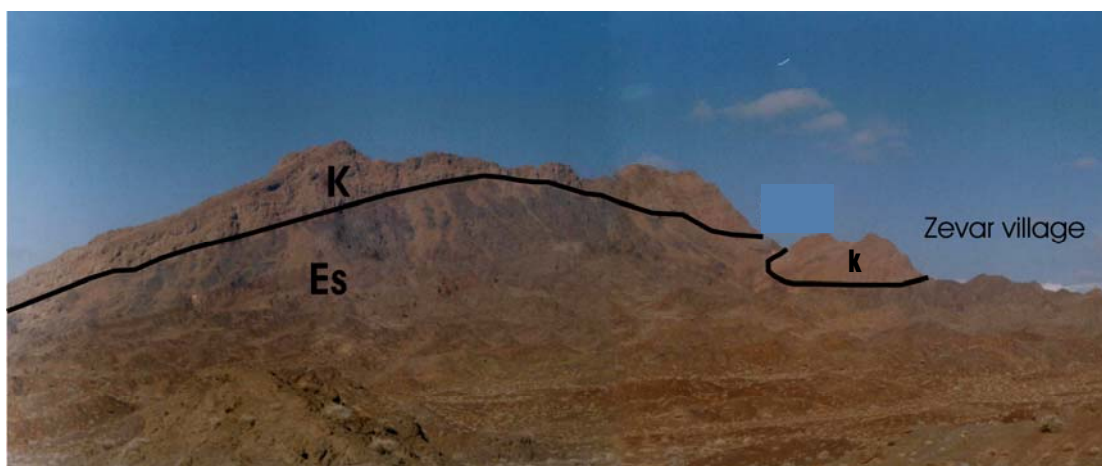
مجموعه شوشونیتی جنوب عشین بخشی از زون ساختاری ارومیه-دختر در ایران مرکزی می باشد. منطقه مورد مطالعه در دو قسمت نزدیک به هم، در شمال معدن تالمسی و در محل معدن مسکنی رخنمون دارد (شکل ۱).



شکل ۱) نقشه زمین شناسی جنوب روستای عشین (اقتباس از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ عشین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور)

پس از متامرفیت های انارک که قدیمی ترین سنگ های منطقه است، دولومیت های لایه ای منتسب به تریاس، شیل های سازند شمشک (ژوراسیک) و آهک های اربیتولین دار ضخیم لایه کرتاسه قرار دارد. سنوزوئیک با سازند تخریبی کرمان (پالئوسن) شروع شده که بر روی آن ائوسن با گدازه های کالکوالکالن ائوسن از نوع بازالت

قرار گرفته است. مجموعه شوشونیتی با سن ائوسن شامل گدازه های خانواده شوشونیت به همراه ماسه سنگ و کنگلومرای همزمان با رسوبگذاری می باشد. روی این مجموعه بازالت و آندزیت های کالکوالکالن قرار دارد. در شمال منطقه و جنوب روستای زوار، گسل راندگی با جهت شمالی - جنوبی باعث گردیده آهک های اربیتولین دار کرتاسه بر روی این مجموعه و گدازه های آتشفشانی بعد از آن رانده شود (شکل ۲). در روستای عشین مراحل ابتدایی ولکانیسم که همزمان با رسوبگذاری تخریبی است را به خوبی می توان مشاهده نمود.



شکل ۲) روراندگی سنگ های کربناته کرتاسه (K) بر روی مجموعه های آتشفشانی ائوسن (Es) در نزدیکی روستای زوار

نمونه برداری و روش های مطالعه

تعداد ۵۸ مقطع نازک و ۲۶ مقطع صیقلی در طی بازدیدهای صحرائی از مجموعه شوشونیتی غرب انارک تهیه گردید. مقاطع نازک و صیقلی توسط شرکت کیان طیف زاگرس تهیه گردید. از این تعداد ۱۷ نمونه از سنگ ها انتخاب و به سازمان انرژی اتمی اصفهان - بخش راکتور مینیاتوری منتقل تا با روش جذب نوترونی (NAA) در راکتور تحقیقاتی این سازمان مورد تجزیه شیمیائی قرار گیرد (جدول ۱). ترکیب شیمیائی کانی ها در تعدادی از نمونه های سنگی با دستگاه میکروپروپ در دانشگاه اکلاهاماسیتی نورمن ایالات متحده آمریکا مورد مطالعه قرار گرفت.

پتروگرافی

سنگ های مجموعه شوشونیتی در صحرا به شکل های مختلفی دیده می شوند. سنگ های شوشونیتی جنوب روستای عشین دارای رنگ قهوه ای تیره و قرمز تیره و حاوی فنوکریستال های درشت پلاژیوکلاز اغلب با بافت پورفیریک و یا جریان می باشند. آبساروکیت در نمونه دستی خاکستری تیره تا سیاه می باشد که در آن فنوکریست های آلیوین و کلینوپیروکسن با چشم غیر مسلح قابل مشاهده هستند. باناکیت دارای رنگ خاکستری روشن و بافت جریانی است. عدسی های کربناته و سیلیسی در این سنگ ها به وفور مشاهده می شود. توسکانیت ها

جدول ۱) نتایج تجزیه شیمیایی و ترکیب نورماتیو سنگهای شوشونیتی جنوب روستای عشین

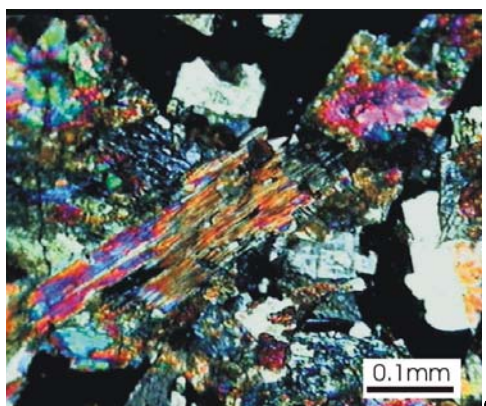
ES	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17
SiO ₂	48.63	48.57	55.90	53.80	56.40	51.15	53.19	51.84	53.55	53.55	53.12	63.62	53.11	76.27	60.88	58.52	64.57
TiO ₂	1.17	0.92	0.97	0.80	0.67	1.10	0.70	0.60	0.35	0.63	0.68	0.52	0.80	0.37	0.57	1.07	0.55
Al ₂ O ₃	16.03	16.39	15.69	14.89	19.54	15.31	16.73	14.72	15.35	15.88	19.43	16.59	16.88	8.69	9.20	16.44	15.01
FeO*	9.58	7.73	7.83	7.31	3.37	8.17	6.51	7.82	6.53	7.84	6.22	3.39	6.59	3.29	5.17	8.82	3.20
MnO	0.10	0.14	0.12	0.09	0.05	0.11	0.08	0.10	0.14	0.10	0.07	0.05	0.09	0.03	0.17	0.03	0.06
MgO	2.89	2.74	2.89	2.76	2.12	2.77	0.42	2.01	0.50	1.56	2.36	2.12	1.97	1.21	2.42	2.03	1.58
CaO	9.16	7.64	5.61	8.23	3.63	7.70	7.15	7.22	6.26	6.37	5.81	1.72	6.48	1.50	6.03	1.53	1.62
Na ₂ O	3.92	3.15	3.75	3.94	4.28	3.79	3.96	3.90	3.23	3.46	3.13	3.11	3.79	0.96	0.73	4.37	2.27
K ₂ O	4.24	4.93	4.02	4.98	7.13	4.78	4.93	4.75	5.34	5.04	5.81	5.96	5.77	4.96	5.83	4.99	9.12
Total	100	100	100	100	99.76	99.91	100	100	100	100	99.89	100	99.79	100	100	100	99.87
Cr	121	110	83	83	3	95	120	95	75	78	67	8	68	24	61	136	3
Co	29	29	25	24	10	28	22	27	19	17	17	8	23	12	9	21	5
Sc	16	23	20	19	5	21	15	21	18	19	14	6	11	8	8	18	3
V	203	227	216	209	117	188	171	220	204	195	76	43	111	58	22	208	48
Zn	231	45	200	191	118	161	84	208	41	52	62	73	100	56	56	45	58
Rb	81	110	66	78	179	99	66	94	96	113	109	164	138	243	179	117	227
Cs	23.55	8.34	22.04	29.61	14.67	11.39	9.66	15.66	7.43	4.83	4.68	4.76	3.12	4.03	1.95	7.24	2.33
Ba	888	634	719	864	1300	803	860	823	758	903	1100	720	1200	381	738	670	1300
Sr	1100	329	647	990	1200	1200	1200	150	543	921	816	540	1000	267	144	435	283
Ta	0.93	0.48	1.40	1.09	1.08	0.48	0.60	0.90	0.91	0.96	0.85	0.47	0.62	0.40	0.63	1.03	1.63
Hf	5.91	6.93	4.55	5.48	6.31	6.28	4.92	5.88	4.50	5.43	6.43	5.75	5.18	5.46	3.85	4.96	12.60
Zr	350	330	330	330	555	350	310	340	320	350	300	250	636	437	250	350	519
Th	11.56	11.86	13.05	13.71	17.01	12.18	10.28	13.01	12.15	13.76	10.22	15.78	14.21	13.60	7.93	13.36	20.06
U	1.70	2.89	3.50	3.67	5.59	2.84	1.25	4.33	3.13	3.41	1.68	2.99	2.55	8.84	2.79	3.61	6.90
La	35.66	41.74	31.27	33.78	33.76	31.45	30.18	33.28	29.60	32.57	16.25	30.92	35.03	12.40	24.10	31.22	25.76
Ce	53.00	72.19	57.07	59.43	54.27	60.01	47.46	60.92	58.53	60.39	28.61	48.12	56.56	27.79	48.94	48.43	50.81
Nd	7.00	27.92	22.86	24.07	17.53	20.31	18.06	26.27	15.94	26.44	9.44	15.05	23.08	5	18.24	19.47	12.25
Sm	1.86	5.71	6.22	4.42	3.65	5.57	5.38	5.35	4.12	5.74	2.35	3.02	4.23	4.30	4.71	4.73	5.60
Eu	0.43	1.59	1.45	1.50	1.24	1.47	1.31	1.56	1.17	1.48	1.06	1.10	1.27	1.11	1.37	1.37	1.09
Gd	2.20	2.26	6.81	2.30	1.28	2.40	2	2.30	2.40	4	2.00	2.40	2.40	15.42	5.72	3.34	5.45
Tb	0.40	0.82	0.70	0.92	0.30	0.96	0.61	1.13	0.76	0.48	0.47	0.71	0.64	0.52	0.59	0.33	0.53
Dy	3.58	3.52	3.66	2.96	2.73	3.22	2.94	4.11	3.17	4.01	1.42	3.12	3.01	2.41	2.92	3.91	0.84
Ho	1.25	1.22	1.05	1.40	1.34	1.12	1.12	1.15	1.20	1.09	1.04	1.15	1.25	1.40	1.02	1.30	1.00
Tm	0.53	0.57	0.26	0.50	0.35	0.28	0.54	0.58	0.52	0.24	0.20	0.22	0.48	0.22	0.22	0.61	0.24
Yb	2.22	2.81	3.27	2.53	1.81	3.20	2.04	3.37	2.81	2.72	2.06	3.27	1.74	2.48	2.52	2.41	1.91
Lu	0.38	0.45	0.48	0.43	0.34	0.55	0.35	0.43	0.51	0.44	0.43	0.40	0.43	0.44	0.47	0.37	0.34
Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.39	-	44.77	19.22	1.10	9.23
Or	25.06	29.14	23.76	29.43	42.14	28.25	29.14	28.07	31.56	29.79	34.34	35.22	34.10	29.31	34.45	29.49	53.90
Ab	8.21	10.03	31.73	17.75	23.59	18.16	23.80	18.8	27.28	25.47	19.61	26.32	17.47	8.12	6.18	36.98	19.21
An	16.45	16.02	14.11	8.24	13.05	15.14	13.32	8.63	11.62	12.92	21.81	8.53	12.01	4.75	4.61	7.59	3.83
Di	24.63	18.50	11.58	27.50	4.10	19.51	19.48	23.24	17.07	16.08	5.92	-	17.12	2.27	21.22	-	3.51
Ol	7.89	7.77	1.73	3.92	6.20	7.78	1.35	5.03	3.04	6.92	9.94	-	5.36	-	-	-	-
Il	2.22	1.75	1.84	1.52	1.27	2.09	1.33	1.14	0.66	1.20	1.29	0.99	1.52	0.70	1.08	2.03	1.04
Ne	10.63	9.10	-	8.45	6.84	2.95	5.26	7.69	0.03	2.06	3.72	-	7.91	-	-	-	-

*حروف ایتالیک بر حسب ppm و بقیه بر حسب درصد می باشند.

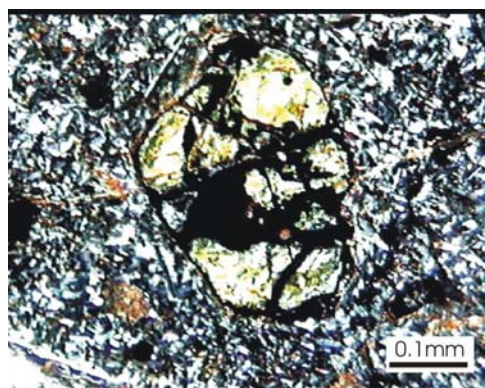
به صورت تپه های منفرد و کاملاً روشن بوده که در آن کوارتز به صورت درشت بلورهای دارای خوردگی خلیج مانند به فراوانی یافت می شود.

آلیوین موجود در آبساروکیت و شوشونیت، اغلب تجزیه شده و فقط اسکلت اپاک از آن باقی مانده است. حفره حاصل از برخی از این الیوینهای دگرسان شده با کوارتز و کلسیت پر شده است (شکل ۳ الف). کلینوپیروکسن (دیوپسید تا هدربرژیت) در همه سنگ ها به جز توسکانیت ها وجود دارد (شکل ۳ الف) و اغلب اجتماعات گلومروپورفیریک تشکیل داده است (شکل ۳ ب). مگنتیت و آپاتیت کانی های فرعی در همه سنگ های این مجموعه می باشند. پلاژیوکلاز (آندزین تا لابرادوریت) دارای ساختار زونه ای و ماکل بوده و معمولاً در مرکز غنی از CaO و Fe₂O₃ با ترکیب لابرادوریت و در حاشیه غنی از K₂O و Na₂O با ترکیب آندزین می باشد (شکل ۳ ب).

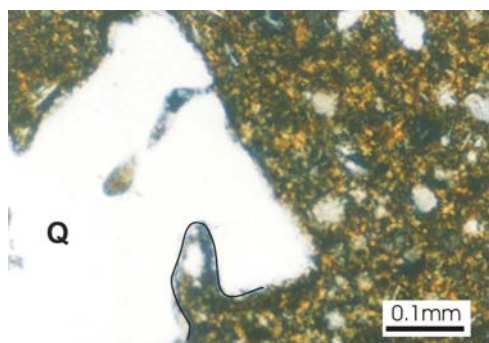
همچنین اکثر پلاژیوکلازها دارای حاشیه سانیدینی (حاشیه پتاسیک) می باشند (شکل ۳ ج). فنوکریست های کوارتز با خوردگی خلیج مانند در سنگ های اسیدی به وفور مشاهده می شود (شکل ۳ د). آلکالی فلدسپات هم در زمینه و هم به صورت فنوکریست وجود دارد. ترکیب شیمیایی میکروولیت های موجود در زمینه در محدوده سانیدین است، این در حالیست که فنوکریست ها دارای ترکیب آلیت هستند که دلیل آن غنی شدگی سانیدین از Na_2O بر اثر فرآیندهای دگرسانی است.



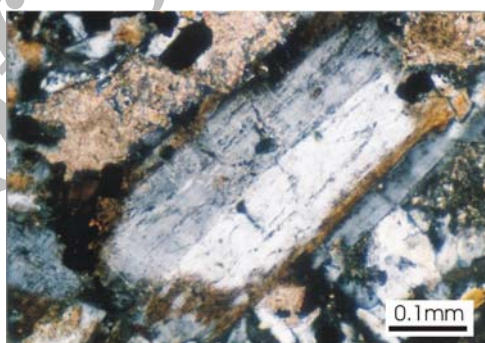
ب



الف

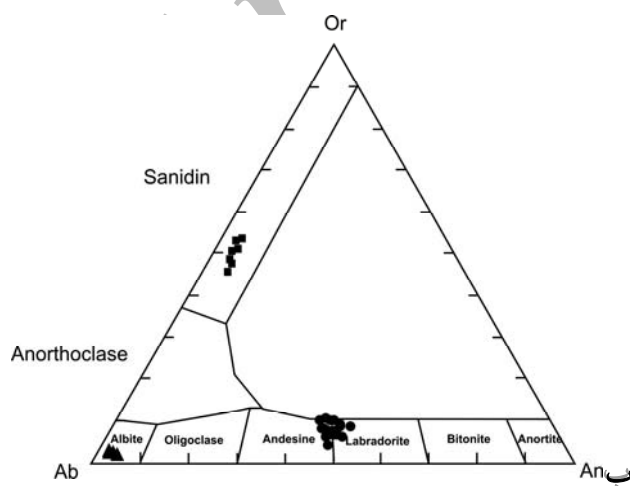


د



ج

شکل ۳ الف- البوین های (OI) بی شکل، با خاموشی موجی و تجزیه شده ب- کلینوپیروکسن (Cpx) اورالیتی شده با بافت تجمعی (گلوپورفیریک) ج- پلاژیوکلاز (Plg) با ساخت منطقه ای، ماکل پلی سینتیک و حاشیه پتاسیک د- کوارتز (Q) با خوردگی خلیجی



الف- کلینوپیروکسن ب- پلاژیوکلاز، آلیت و سانیدین



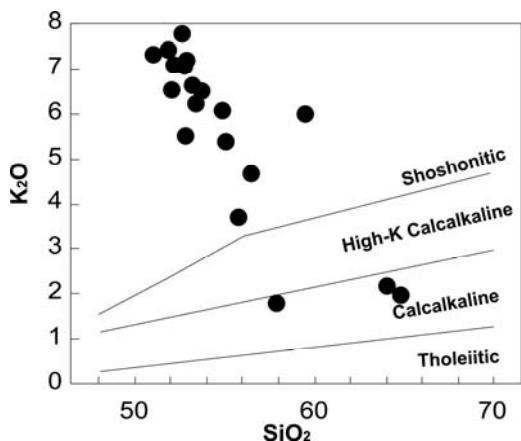
شکل ۴ تعیین نورماتو و ترکیب شیمیایی (۱۸ و ۳)

ژئوشیمی

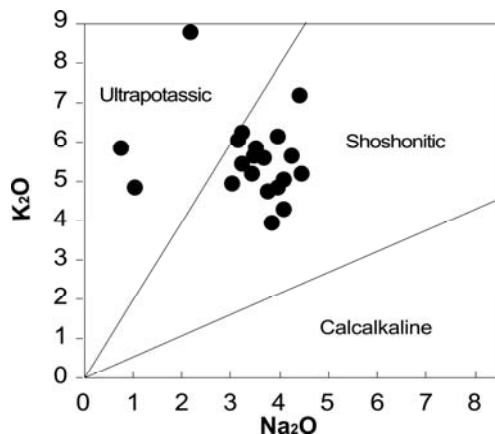
نمونه های منطقه در نمودارهای K_2O-SiO_2 و K_2O-Na_2O در محدوده سنگ های شوشونیتی قرار گرفته اند (شکل ۵ الف و ب). بر اساس نمودار $K_2O+Na_2O-SiO_2$ نمونه ها در محدوده آبساروکیت تا توسکانیت قرار می گیرند (شکل ۶ الف). در نمودار مجموع عناصر آلکالن در مقابل سیلیس (TAS) نمونه ها در محدوده ماگمایی آلکالن (اکثر نمونه ها) و تعدادی نیز بر روی خط جدا کننده و محدوده ساب آلکالن (توسکانیت) قرار می گیرند (شکل ۶ ب).

از نمودارهای هارکر می توان نتیجه گرفت که با افزایش روند تفریق، مقدار K_2O در ماگمای باقیمانده افزایش، Na_2O کاهش یافته (به دلیل تفریق ماگما و تبلور فلدسپات بسمت قطب پتاسیک) و Al_2O_3 در ترم های بازیک بدون تغییر، اما در ترم های اسیدی کاهش می یابد. تبلور کانی های فرومنیزین سبب کاهش MgO و FeO می شود. کاهش CaO به خاطر تبلور پلاژیوکلاز کلسیک می باشد. TiO_2 به دلیل جذب در ساختمان مگنتیت و برخی پیروکسن ها در مراحل اولیه تبلور ماگما و در طول تفریق کاهش می یابد. کاهش P_2O_5 به دلیل تبلور آپاتیت است. میزان LOI به خاطر حضور سرپانتین و کانی های آبدار دیگر بسیار بالاست (شکل ۷ الف). تغییرات عناصر فرعی وابستگی کامل به عناصر اصلی در سنگ دارد که جانشین آن ها می شوند. Cr با افزایش روند تفریق به خاطر جای گیری در کانی های مافیک کاهش می یابد. Rb یک عنصر ناسازگار بوده که معمولاً در فازهای انتهایی ماگما باقی مانده و جانشین K در ساختمان آلکالی فلدسپات ها می شود. این عنصر با افزایش سیلیس افزایش می یابد. Sr طی روند تفریق به خاطر کاهش میزان پلاژیوکلاز کلسیک کاهش می یابد (شکل ۷ ب).

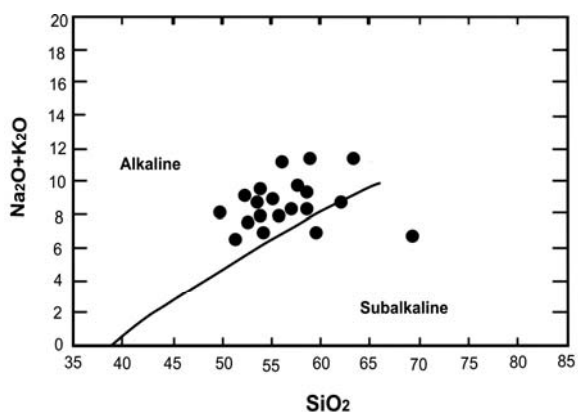
ترکیب شیمیایی نمونه های شوشونیتی نمودارهای چند عنصری بر پایه مقادیر MORB عادی سازی شده اند. این نمودارها نشان دهنده فقیر بودن از نظر Ti ، Nd و Dy و غنی شدگی از نظر K ، U ، Zr ، Sr و Rb بوده که دلیلی بر آرایش ماگمایی می باشد. این غنی شدگی در سنگ های اسیدی بیشتر و در سنگ های بازیک کمتر است به طوری که حتی تهی شدگی نیز نشان می دهند. سنگ های بازیک مقدار عناصر نادر خاکی (LREE) بالاتری از مقدار عناصر نادر خاکی سنگین (HREE) نسبت به انواع اسیدی دارا می باشند. این وضعیت از ویژگی های سنگ های کالکوالکالن و شوشونیتی است (شکل ۸). فراوانی میزان Al ، P ، Ca ، K ، Na و Si همبستگی مستقیم و زیاد K_2O-SiO_2 وجود حاشیه غبار آلود در فلدسپات ها، حضور حاشیه پتاسیک در اطراف پلاژیوکلازها و تحولات شکل پلاژیوکلازها در مسیر تحولات ماگمایی شواهد آرایش ماگمای حاصل از آرایش سنگ منشأ با پوسته قاره ای است.



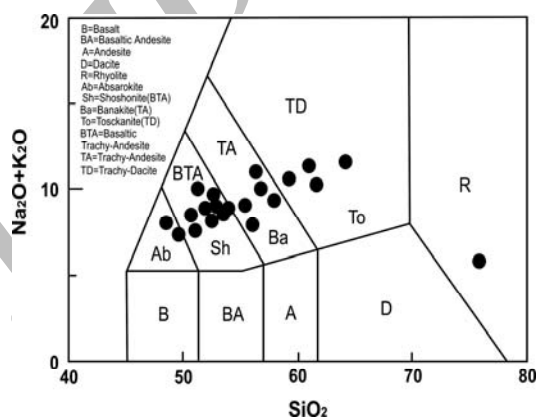
ب- نمودار K_2O-SiO_2 (۹)



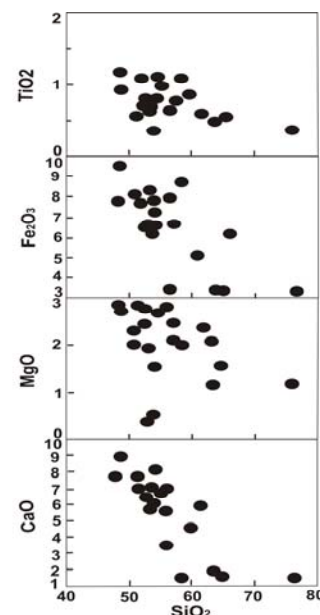
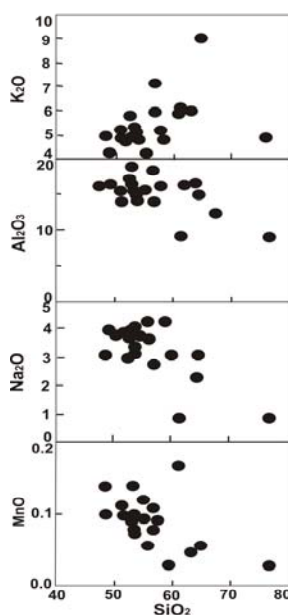
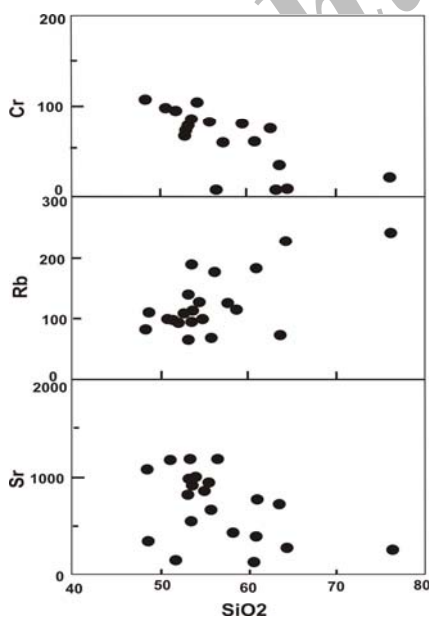
الف- نمودار K_2O-Na_2O (شکل ۵)

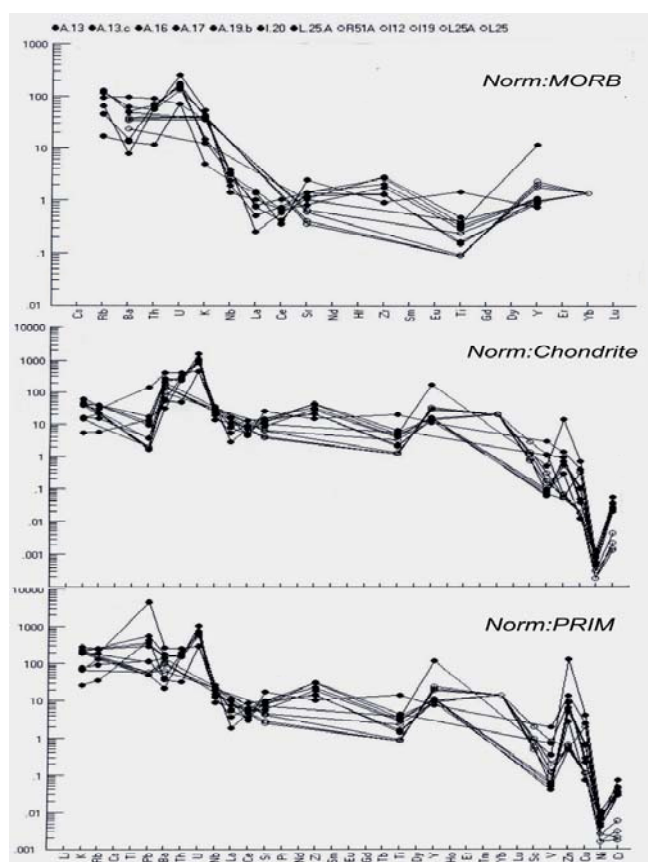


ب- نمودار مجموع آلکالن ها در مقابل سیلیس (TAS) (۱۰)



الف- نمودار های هارکر الف- عناصر اصلی ب- عناصر فرعی (شکل ۷)





شکل ۸) نمودارهای عنکبوتی

نتایج و بحث

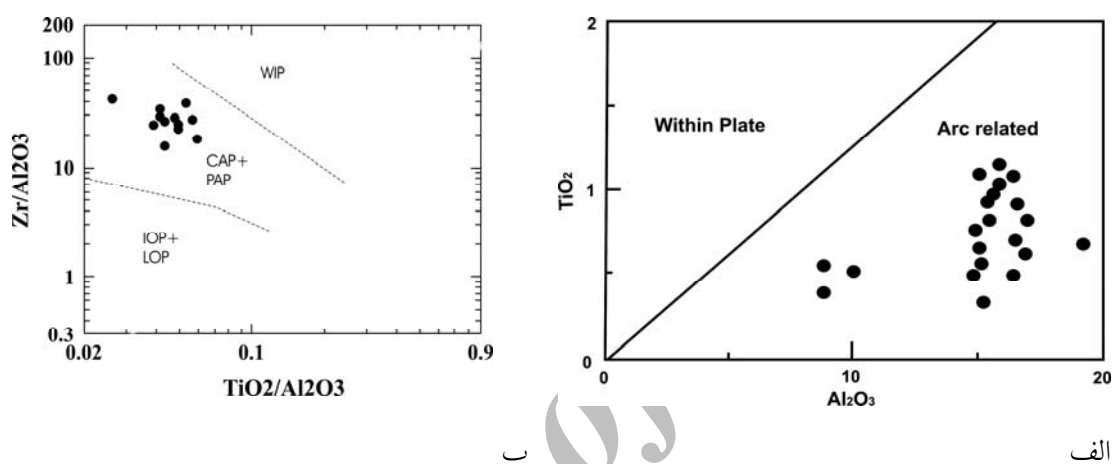
با توجه به مطالعات انجام شده می توان گفت که سنگ های آکالن مورد مطالعه حاصل انجماد ماگمای شوشونیتی آرایش یافته با پوسته قاره ای هستند. پترولوژیست ها معتقدند از ذوب بخشی سنگ منشأ مجموعه های شوشونیتی یک آکالی بازالت حاصل می گردد که به سمت ترازهای بالاتر ضمن تفریق با پوسته قاره ای آرایش می نماید. معمولاً توسکانیت ها روند متفاوتی نسبت به بقیه سنگهای مجموعه شوشونیتی از خود نشان می دهند. در واقع توسکانیت را می توان گدازه کالکوالکالن با پتاسیم بالا خواند که حاصل آرایش ماگمای شوشونیتی با پوسته قاره ای است. (۱۱،۶و۱۲)

با توجه به نتایج حاصل همچون مقادیر بالای LILE، مقادیر متوسط LREE و مقادیر پایین HFSE، K، بالا، Ti کم و Al متغیر مجموعه شوشونیتی جنوب روستای عشین با جایگاه تکتونیکی کمان قاره ای مطابقت داشته و جزء مناطق مرتبط با سیستم فرورانش به حساب می آید (شکل ۹ الف و ب).

بر اثر حرکات فشاری اواخر کرتاسه کافت های ایجاد شده در بین میکروپلیت های ایران مرکزی شروع به بسته شدن نموده (۱۴و۱۳) و به دلیل وجود بلوک بسیار مستحکم در سمت شرق و حضور فشارجهت دار از سمت غرب پوسته اقیانوسی ایجاد شده در محل کافت گسل درونه به سمت شرق فرو رانده شده است. شاهد این مسئله وجود

افیولیت های ناین- زوار (مجموعه افیولیتی که از ناین تا روستای زوار کشیده شده است) به سن کرتاسه پایانی در محل گسل می باشد. فوران های گدازه ای کالکوالکان و شوشونیتی نیز در این مکان در اثر فرورانش به وجود آمده اند.

یکی از ویژگی های مهم مجموعه شوشونیتی جنوب روستای عشین همراهی آن ها با کانسارهای گرمایی مس، نیکل و کبالت می باشد. علاوه بر کانسارهای مسکنی و طالمسی، اندیس های معدنی زیادی همچون گودمرا، سبرز، چاه شوره، عشین و قبله در این مجموعه گزارش شده است. ویژگی های کانه زایی این مجموعه تطابق کامل با یک مدل توصیفی کانسارهای مس نوع آندزیتی دارد. (۱۵)



شکل ۹) نمودار های تعیین محیط تکتونیکی سنگ های آتشفشانی جنوب روستای عشین الف- نمودار TiO₂-Al₂O₃ برای تفکیک جایگاه های کمان قاره ای از اقیانوسی و درون صفحه ای ب - نمودار Zr/Al₂O₃-TiO₂/Al₂O₃ برای تفکیک کمان های قاره ای بعد از تصادم (PAP) از جایگاه های درون صفحه ای، اقیانوسی. (۱۶۳)

نتیجه گیری

سنگ های شوشونیتی جنوب عشین دارای طیف گسترده ای از نظر SiO₂ (۷۶/۲۷-۴۸/۵۷) بوده و شامل گدازه های آبساروکیت، شوشونیت، باناکیت و توسکانیت می باشند. ترکیب کانی شناسی ای مجموعه عبارت است از کانی های اصلی: الومین، پیروکسن، پلاژیوکلاز و فلدسپات آلکان، کانی های فرعی: مگنتیت و آپاتیت و کانی های ثانویه همچون کلسیت (به صورت رگه ای)، کوارتز (به عنوان پرکننده اصلی حفرات) و زئولیت. به سمت سنگ های اسیدی از میزان کانی های مافیک کاسته شده و بر میزان کوارتزافزوده می شود.

حجم آبساروکیت ها نسبت به بقیه گدازه ها بیشتر بوده، همه گدازه ها دارای بافت پورفیری و جریانیه هستند. وجود حاشیه غبار آلود در فلدسپات ها، حاشیه پتاسیک در اطراف پلاژیوکلازها، نایکناخت بودن و تغییرات CaO و K₂O از مرکز به حاشیه پلاژیوکلاز شواهد آرایش ماگما با پوسته قاره ای است. گدازه های این مجموعه با دارا بودن مقادیر بالای LILE، مقادیر متوسط LREE، مقادیر پایین HFSE، میزان K بالا و Ti کم و Al متغیر بر طبق نظریه مولروهمکار (۱۹۹۸) از نظر ژئوشیمیایی جزء مناطق مرتبط با سیستم فرورانش بوده و با جایگاه های کمان قاره ای بعد از تصادم بیشتر تطابق دارد. (۱۷)

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از طرح پژوهشی پترولوژی مجموعه سنگ های شوشونیتی در شمال غرب انارک (شرق اصفهان) می باشد لذا از آقای ابراهیم بهداد معاون محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان به خاطر کمک های ارزنده و امکانات مالی که برای انجام این پژوهش مهیا نمودند کمال تشکر را داریم.

References:

1. Foley, S., *Lithos.*, **28**, 178 (1992).
2. Xianhua, Li., Hanwen, L. Ying, L., Chi-yu, s and Chenhong, c., 2000, *Shoshonitic intrusive suite in SE Guangxi: Petrology and Geochemistry*, NOTES, 653 (2000).
3. Muller, D., Rock, N. M. S. and Groves, D. I., *A Pilot study, Min and Pet.*, **46**, 259 (1993).
4. Llambias, E., Quenardelle, .S and Moneegro, T., *Journal of South American Earth Sciences*, **16**, 243 (2003).
5. Redwood, S. D., and C. M. Rice, *Journal of South American Earth*, **10**, 203 (1997).
6. Muller, D., and Groves, D. i., *Igneous Potassic Rocks and Associated Copper*, Gold Mineralization: Springer, 240 (1998).
7. Davoudzadeh, M., Soffel, H. and Schmidt, K., *N. J. b. Geol. Palaontol.*, **3**, 180 (1981).
8. Sharkovski, M., Susov, M., Krivyakin, B., Morozov, L. and Kiristaev, *Outline of Metallogeny of Anarak Area*, Central Iran: Printed in Leningrad, USSR., 136 (1984).
9. Wilson, M., *Igneous Petrogenesis*, Union Hyman, London, 466 (1989).
10. Irvine, T. N., and Bargar, W. R. A., *Canadian J Earth Science*, **8**, 523 (1971).
11. Greenough, J. D., *Chemical Geol.*, **69**, 177 (1988).
12. Conceicao, R. V. and D. H., *Green, Derivation of Potassic (shoshonitic) Magmas by Decompression Melting of Phlogopite+Pargasite lherzolite*, LITHOS-01006, 21 (2003).
13. Aftabi, A., Atapour, H., *Episodes*, **23** (2), 119 (2000).
14. Berberian, F., Berberian, M., *Himalaya. Geodynamic Evolution. American Geophysical Union*, Washington, DC, 5 (1981).
15. Guilbert, J. m., and Park, C. F., *The Geology of ore Deposites*: W. H. Freeman and company, 985 (1986).
16. Le Maitre, R. W., (Editor) Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, J., Le Bas, M. J., Sabine, P. A., Schmid, R., Sorenson, H., Streckeisen, A., Woolley, A. R. and Zanettin, B., *A Classification of Igneous Rocks and Glossary*, Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks, Blackweel Scientific Publications (1989).
17. Morrison, G. W., *Lithos.*, **13**, 97 (1980).
18. Martin, H., *Lithos.*, **46** (3), 411 (1999).