

پترولوژی توده های نفوذی گرانیتوئیدی در غرب شهر بیرجند (خراسان جنوبی)

محمود حاجیان^۱، علی حضرت^۲، علی خان نصر اصفهانی^۳

چکیده :

نفوذی های گرانیتوئیدی مورد مطالعه در غرب شهر بیرجند، در حوضه فلیشی شرق ایران قرار دارند. این نفوذی ها از نظر پتروگرافی دارای ترکیب مدال گرانیتی می باشد و حاوی کانی های اصلی پلاژیوکلاز، کوارتز، فلدسپات پتاسیم است. این نفوذی ها از نظر ژئوشیمیایی ساب آلكالین و پر آلومین با ماهیت کالکوالکالین پتاسیم بالا و از نوع I با منشاء ماگمایی می باشد. غنی شدگی از نظر عناصر نا سازگار سبک نسبت به سنگین، آنومالی مثبت در عناصری همچون Pb, U, Th, Rb, Cs و آنومالی منفی در Ti نشانگر قرار گیری این نفوذی ها در یک موقعیت تکتونیکی مرتبط با فرورانش است. کلید واژه: گرانیتوئید، فرورانش، بیرجند

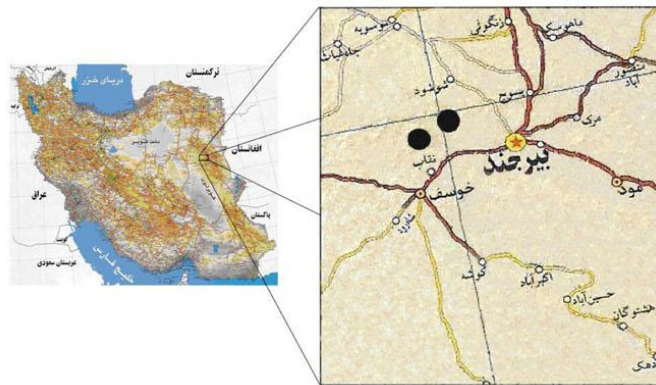
مقدمه:

منطقه مطالعاتی در غرب شهر بیرجند واقع شده است. و شامل دو توده نفوذی در ۵ کیلومتری روستای اشکفتو و دیگری در نزدیکی روستاهای سیوجان و تقاب واقع شده است. (شکل ۱) منطقه مورد مطالعه در شرق ایران در منطقه فلیش و آمیزه رنگین [2] ویا حوضه های فلیشی شرق ایران [3] قرار گرفته است. در این منطقه واحد های سنگی احاطه کننده توده های نفوذی شامل مجموعه آذرآواری (برش، توف)، اولترامافیک ها، مارن و آهک های ائوسن و واحد های آتش فشانی ترشیاری و رسوبات فلیشی می باشد. صوفیانی [6] در رساله دکترای خود تحت عنوان مطالعه متالوژنی کانسار مس قلعه زری، سنگ های آندزیتی منطقه را کالکوالکالین و شوشونیتی دانست و از آن به عنوان دلیلی در توجیه نظریه فرورانش در لبه بلوک لوت یاد کرد. فتوحی راد [7] در رساله دکتری با عنوان پترولوژی و ژئوشیمی افیولیت های دگرگون شده شرق بیرجند به بررسی جایگاه سنگ های دگرگونی به خصوص اکلوزیت ها و شیست های آبی در منطقه پرداخته و فرورانش به سمت شرق را مورد تأکید قرار داده است. قربانی [8] در پایان نامه کارشناسی ارشد خود تحت عنوان بررسی پترولوژیکی بازالت های کواترنری شرق ایران، سنگ های مورد مطالعه را متعلق به سری ماگمایی کالکوالکالین و غنی از پتاسیم دانسته و شواهدی دال بر مشابهت این سنگ ها با سنگ شناسی زون های فرورانش حاشیه قاره بیان داشته است. در این مطالعه، ویژگی های پترولوژی توده های نفوذی گرانیتوئیدی مورد بررسی قرار می گیرد.

^۱ - گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

^۲ - کارشناسی ارشد پترو لوژی دانشگاه شهید بهشتی

^۳ - گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان



شکل ۱) نقشه راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه (محل دو توده با علامت دایره مشخص شده است).

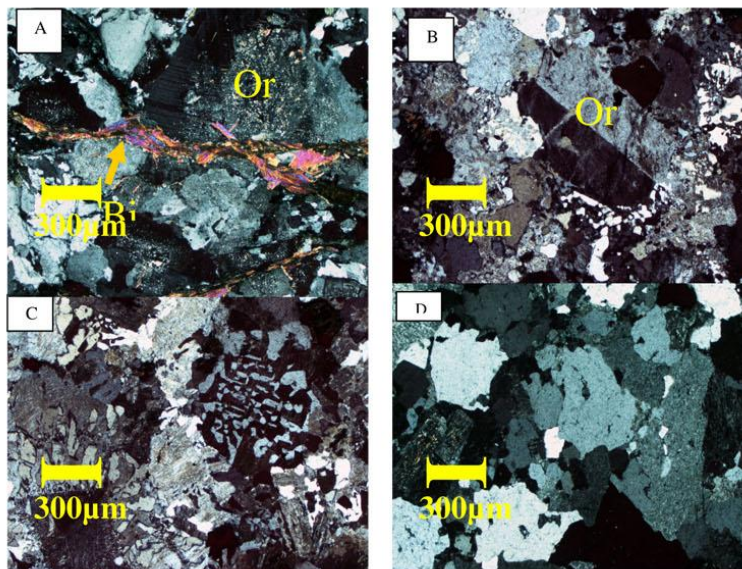
نمونه برداری و روش مطالعه

به منظور شناسایی دقیق سنگ های گرانیتوئیدی منطقه مورد مطالعه تعداد ۸۰ مقطع نازک تهیه و توسط میکروسکوپ پلاریزان مورد مطالعه قرار گرفت. از میان آنها تعداد ۱۰ نمونه جهت انجام آنالیزهای شیمیایی به روش IC3E/M و XRF در شرکت مطالعات معدنی زرآرما انتخاب شد و با استفاده از نرم افزارهای پترولوژیکی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

پتروگرافی توده های مورد مطالعه

سنگ های مورد مطالعه در نمونه دستی دارای رنگ روشن تا خاکستری مایل به قرمز می باشند و دارای بافت تمام بلورین بوده و اندازه قطعات آنها غالباً در حد ریز دانه تا متوسط است. در نمونه دستی کانی های فلدسپات، کوارتز و کانی های فرومنیزین از قبیل بیوتیت در آن ها قابل تشخیص می باشد. در این توده آنکلاو هایی با ابعاد مختلف و به رنگ سبز تیره با مرز های مشخص و گرد در سنگ وجود دارند. توده نفوذی سیوجان در مقاطع میکروسکوپی، معمولاً دارای بافت گرانولار بوده و گاهی مواقع بافت گرافیکی نیز در آنها دیده می شود. (شکل ۲D و ۲C). کانی های اصلی شامل پلاژیوکلاز، کوارتز، فلدسپات پتاسیم دار و کانی های فرعی شامل بیوتیت، زیرکن، اسفن و کانی های اپک می باشد. کلریت، سریسیت و کانی های رسی، کانی های حاصل از دگرسانی این سنگ ها می باشند. پلاژیوکلاز بصورت شکل دار تا نیمه شکل دار بوده و دارای اندازه های مختلفی در سنگ می باشند و گاهی بصورت درشت بلور در بین کانی های دیگر دیده می شود غالباً دارای ماکل پلی سنتتیک و کارلسباد و منطقه بندی ترکیبی است و حاوی ادخالهایی از کانی اپک می باشد که نشانگر تبلور پلاژیوکلاز بعد از تشکیل کانی های اپک اولیه می باشد. پلاژیوکلاز در اغلب موارد، دگرسانی زیادی را متحمل شده و در حال تجزیه به سریسیت می باشد. کوارتز بیش از ۲۰ درصد سنگ را تشکیل می دهد و معمولاً به صورت بی شکل بوده و گاهی با خاموشی موجی غالباً فضای خالی بین کانی های دیگر را اشغال نموده است که این امر نشانگر تبلور کوارتز در مراحل پایانی و بعد از کانی های

دیگر است. اندازه دانه‌های آن ۱ تا ۲ میلی متر بوده و در برخی قسمت‌ها، به اشکال رشته‌ای و کرمی شکل که حاصل رشد توام کوارتز با فلدسپات‌ها است، دیده می‌شود. فلدسپار از نوع ارتوز بوده و ندرتا میکروکلین نیز یافت می‌گردد که به صورت بی‌شکل در سنگ حضور داشته و ۲۰-۱۵ درصد حجمی سنگ را تشکیل می‌دهد. آلکالی فلدسپارها اکثراً به کانولیزنت تجزیه شده‌اند. (شکل ۲A). از کانی‌های فرعی می‌توان به بیوتیت، اسفن، آمفیبول، اشاره نمود. کلریت بوضوح در اکثر نمونه‌ها دیده می‌شود و حاصل دگرسانی بیوتیت می‌باشد. شواهد بافتی از قبیل بافت گرافیکی و گرانوفیری، و زوناسیون ترکیبی در فلدسپات‌ها، نشانگر سرد شدن سریع توده و نیمه عمیق بودن آن می‌باشد.



شکل ۲) A فنوکریست ارتوز تجزیه به کانوینیت (نور XPL)، B فنوکریست ارتوز با ماکل کارلسباد (نور XPL) بافت گرافیک حاصل هم‌رشدی کوارتز و فلدسپات (نور XPL)، C بافت گرانولار (نور XPL)

ژئوشیمی

نتایج تجزیه شیمیایی ۱۰ نمونه از توده گرانیتی در جدول شماره ۱ ارائه شده است. براساس این نتایج به طبقه بندی، ماهیت ماگمای سازنده و جایگاه زمین ساختی - ماگمایی احتمالی تعیین می‌شود.

اولین همایش ملی معدن و محیط زیست

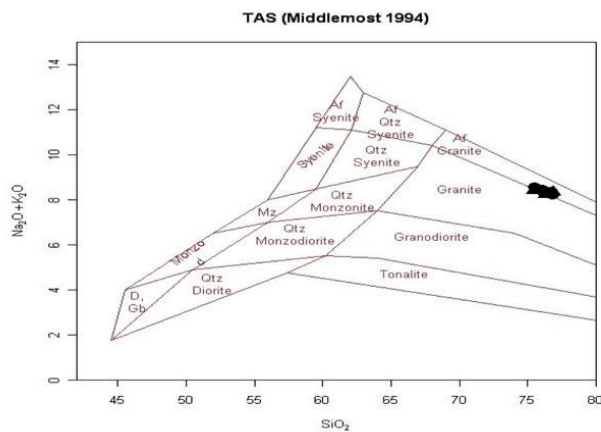
اروین هشت ماهه ۸۸

جدول ۱: نتایج تجزیه شیمیایی عناصر اصلی، عناصر کمیاب و ترکیب نورماتیو نمونه‌های منطقه مورد مطالعه قبل از تصحیحات (حذف مواد فرار و تصحیح نسبت Fe_2O_3/FeO).

S\$	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
SiO2	76.81	75.54	76.84	76.05	76.30	76.20	76.34	75.46	76.45	76.85
Al2O3	13.04	13.81	13.01	13.43	12.82	13.29	13.73	13.92	13.40	13.40
CaO	0.43	0.70	0.41	0.69	0.44	0.58	0.63	0.61	0.91	0.51
Fe2O3 t	1.10	0.99	1.29	0.95	1.80	1.38	0.66	1.18	0.64	0.54
Feo	0.73	0.66	0.86	0.63	1.20	0.92	0.44	0.79	0.43	0.36
Fe2O3	0.37	0.33	0.43	0.32	0.60	0.46	0.22	0.39	0.21	0.18
K2O	4.59	4.75	4.37	4.87	4.60	4.43	4.67	4.79	4.81	4.90
MgO	0.05	0.08	0.05	0.08	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.07
Na2O	3.75	3.81	3.84	3.59	3.77	3.85	3.57	3.61	3.41	3.45
P2O3	0.02	0.04	0.02	0.04	0.02	0.02	0.05	0.04	0.03	0.02
TiO2	0.16	0.27	0.15	0.26	0.15	0.17	0.27	0.30	0.24	0.23
MnO	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sr	0.002	0.005	0.004	0.006	0.003	0.005	0.005	0.007	0.007	0.006
Cr	30	10	10	0	10	30	0	30	30	20
Cl	0.012	0.014	0.01	0.01	0.018	0.01	0.015	0.015	0.01	0.011
K	19037.8	19713.5	18115.6	20197.4	19093.3	18396.7	19356.4	19880.6	19966.5	20309.2
Ti	970.3	1644.7	907.6	1575.6	908.3	1035.0	1635.9	1815.8	1462.0	1390.0
P	46.3	79.8	39.6	92.6	39.7	33.2	103.6	85.9	55.4	52.8
Th	15.6	18.6	17.2	20.3	16.4	16.8	17.8	20.2	17	18.7
Cu	10	8	4	10	12	4	10	12	6	6
Ni	4	4	6	2	4	2	2	12	16	8
Zn	28	22	24	36	42	22	30	136	284	40
Sc	4	4	3	3	3	4	3	4	3	3
V	10	15	15	10	20	15	10	15	15	10
S	50	50	0	50	100	50	50	100	50	0
As	6	5	10	8	7	12	5	4	2	2
Mo	1	1.5	1	1.5	2	1	1	1	1	1
Pb	13	13	9	21	21	10	19	23	13	14
Sb	1.4	1	1	1	1.6	1	1	1.2	0.8	0.8
Sr	39	65	49	53	46	51	60	79	82	73
Ba	297	376	305	317	369	394	343	354	344	373
Be	1	0.9	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Sn	4	17	4	4	3	3	6	6	5	6
Rb	201	212	173	213	204	169	200	210	188	199
Y	28	24.8	29.7	24.9	27.5	27.2	24.3	26.6	32	48.7
La	34.8	27.3	32.4	25.2	29.2	31.6	29.4	44.3	39.8	44.2
Nb	8	8	10.5	7.5	10	8	10.5	8	10	10
Ce	61.6	47.8	62.8	41.8	60	62.6	53	86.4	78.1	85
Li	6	5.5	4.5	7.5	5	4.5	8	6	6.5	7
Zr	25	30	32	48	25	35	28	32	52	34
Bi	0.1	0	0	0	0	0.2	0	0.2	1.2	1.3
W	1.5	1	1	1.5	1.5	1.5	2	1.5	1.5	1.5
Cs	8.5	9.5	6.1	9.4	6.4	5.4	6.8	8.4	7.3	7.4
U	1.9	1.9	1.5	2.1	2	2.4	2.5	4.5	3.8	3.6
Tl	0.9	1.1	0.9	1.1	0.8	0.9	1.4	1.4	1.1	1.1

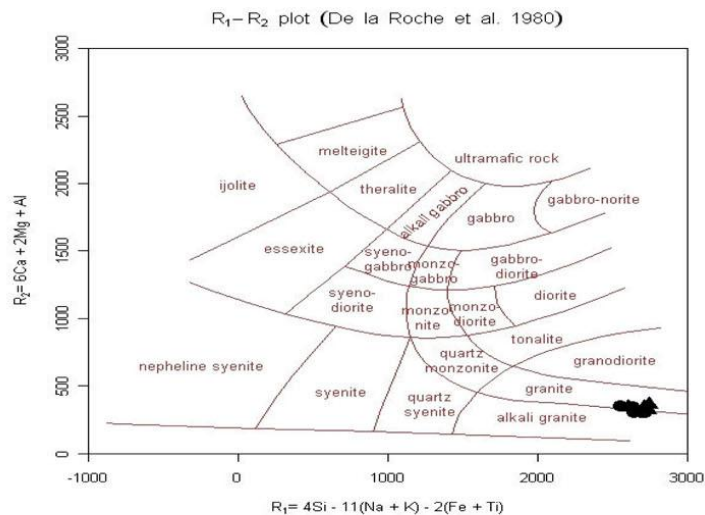
طبقه بندی

یکی از روش های طبقه بندی نورماتیو گرانیتوئیدها ، استفاده از دیاگرام مثلثی آل بیت- ارتوز- آنورتیت می باشد که توسط اکاثر [19]، بارکر [10] و عبدالرحمن [9] مورد استفاده قرار گرفته است. این طبقه بندی در مورد سنگ های با بیش از ده درصد کوارتز نورماتیو بکار می رود. در این نمودار ، نمونه های منطقه مورد مطالعه در محدوده گرانیت قرار می گیرند. در طبقه بندی شیمیایی میدلموست [17] نیز نمونه های مورد مطالعه در محدوده گرافیت و گرانیت آلكالن قرار می گیرند (شکل ۳).



شکل ۳) طبقه بندی ژئوشیمیایی سنگ های نفوذی با استفاده از نمودار مجموع آلكالی در مقابل سیلیس [17] کلیه مقادیر بر حسب درصد وزنی است.

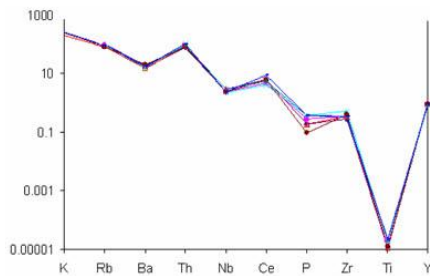
بر طبق طبقه بندی R_2-R_1 دلارش و همکاران [12] نمونه های مورد مطالعه در محدوده گرانیت و آلكالی گرانیت قرار می گیرند (شکل ۴).



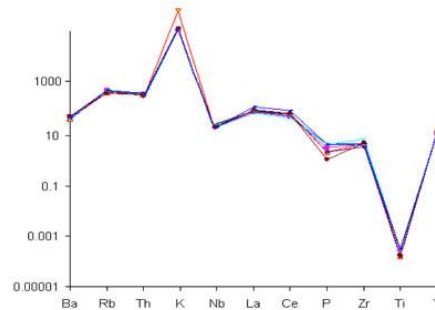
شکل ۴) موقعیت نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در نمودار طبقه‌بندی سنگهای نفوذی با استفاده از پارامترهای R_1-R_2 [12]

دیاگرام های عنکبوتی

نمونه‌های سنگی منطقه در دیاگرام‌های عنکبوتی چند عنصری تامپسون [24] و سان و همکاران [23] که نسبت به کندریت بهنجار شده‌اند. در این نمودارها مقادیر Th و Ba ، Rb ، K ، $LREE$ ، تغییر در مقادیر این عناصر عمدتاً در ارتباط با دگرسانی رخ داده در سنگ‌های منطقه و تحرک بالای این عناصر می‌باشد و Ti آنومالی منفی نشان می‌دهد. آنومالی منفی Ti در رابطه با تبلور بخشی تیتانو مگنتیت در مذاب گرانیتهی در مرحله سرد شدن بوده است. این امر نشانگر شرایط اکسیدان در زمان جایگیری توده‌های گرانیتهی بوده است، که این امر می‌تواند نشانگر عمق کم (پوسته بالایی) جایگزینی توده‌های گرانیتهی باشد. Zr دارای آنومالی مثبت است که مشاهدات پتروگرافی نیز این مورد را تایید می‌کند (شکل ۵).



ا



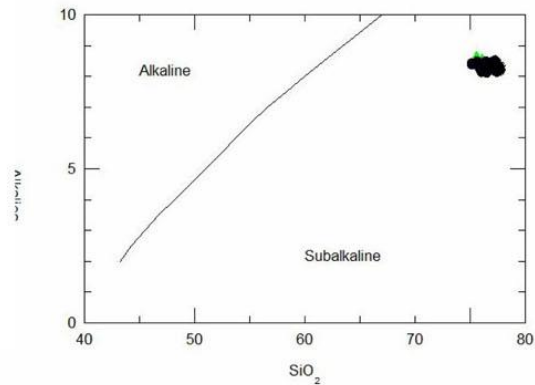
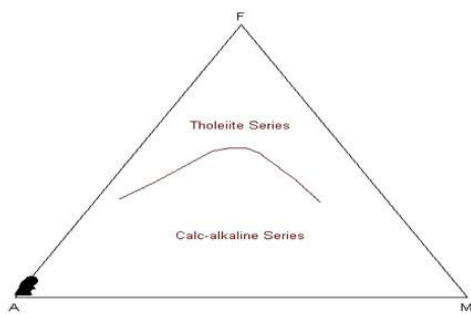
الف

شکل ۵) نمودار های عنکبوتی چند عنصری به هنجار شده (الف)نسبت به کندریت [24] (ب) نسبت به MORB [23]

جایگاه زمین ساختی-ماگمایی

در نمودار $SiO_2 - (Na_2O+K_2O)$ ابروین و باراگار [14] بر اساس درصد وزنی مجموع آلکالی در برابر سیلیس نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در محدوده ساب آلکالن قرار می‌گیرند (شکل الف ۶). سنگ های آذرین ساب آلکالن می‌توانند از نوع تولیتی یا کالکو آلکالن باشند. جهت تفکیک آنها می‌توان از نمودار سه تایی ابروین و باراگار [14] یا ویلسون [25] بهره برد. بر اساس این نمودار، سنگهای منطقه در محدوده ی سری کالکوآلکالن قرار میگیرند (شکل ب ۶).

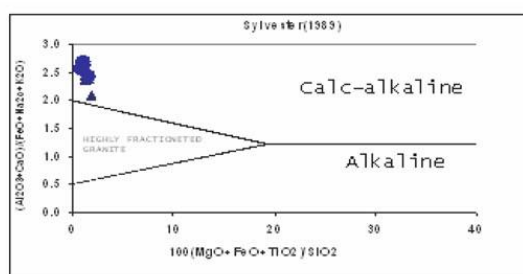
AFM plot (Irvine and Baragar 1971)



شکل ۶) موقعیت نمونه های مورد

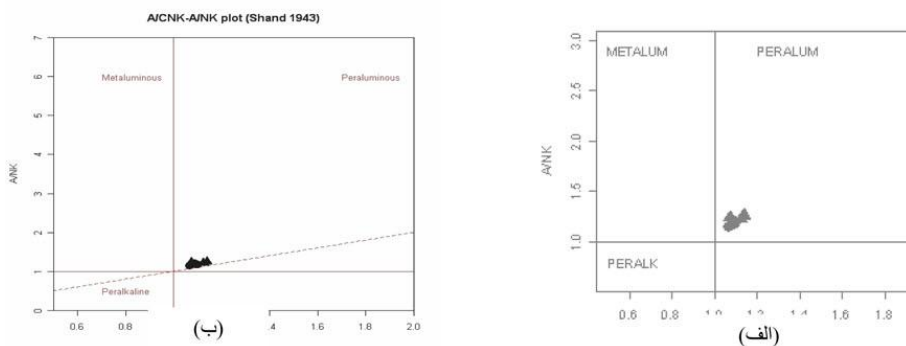
مطالعه بر روی نمودار های پترولوژیکی الف) نمودار $\text{SiO}_2 - (\text{aO} + \text{K}_2\text{O})$ - ابروین و باراگار [14] جهت تفکیک قلمروهای سری های آلکان و ساب آلکان ب) نمودار سه تایی $\text{Fe} - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{MgO}$ ابروین و باراگار [14] جهت تفکیک محدوده- های تولییتی و کالکوالکان

در نمودار [22] $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} / \text{FeO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ در مقابل $100 * (\text{MgO} + \text{FeO} + \text{TiO}_2) / \text{SiO}_2$ تمامی نمونه های منطقه مورد مطالعه در محدوده کالکوالکان قرار می گیرند (شکل ۷).



شکل ۷) دیاگرام سیلوستر [22] جهت تمایز گرانیت های شدیداً تفریق یافته از گرانیت های کالکوالکان و آلکان.

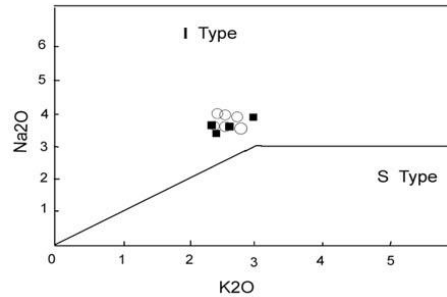
مطابق دیاگرام مانیار و پیکولی [16] و شند [21] که بر اساس A/CNK در مقابل A/NK ترسیم شده، نمونه های مورد مطالعه در قلمرو پر آلومین واقع شده اند (شکل ۸).



شکل ۸) دیاگرام مانیار و پیکولی [16] الف) و شند [21] ب) بر اساس A/CNK در مقابل A/NK جهت تعیین درجه اشباع از آلومین

بنظر می رسد گرانیتوئیدهای مورد مطالعه از گرانیتوئیدهای نوع I بوده که یک مرحله اختلاط ماگمایی را متحمل شده اند. وجود ولکانیک ها در اطراف توده شاهدهی بر این مدعاست که گرانیتوئیدهای مذکور از نوع I می باشند.

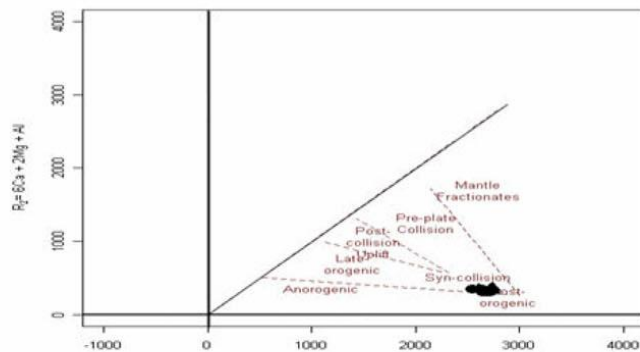
در نمودار K_2O در مقابل Na_2O چپل و وایت [11]، نمونه‌ها در محدوده گرانیت‌های نوع I قرار دارند (شکل ۹).



شکل ۹) نمودار K_2O در مقابل Na_2O جهت تفکیک گرانیتوئیدهای نوع I و S از چپل و وایت [11]

جایگاه تکتونیکی گرانیت‌های مورد مطالعه بر اساس عناصر اصلی

در نمودار کاتیونی R_1, R_2 توسط دلارش [12] نمونه‌ها در گروه گرانیتوئیدهای بعد از کوهزایی و همزمان با برخورد قرار می‌گیرند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰) نمودار کاتیونی R_1, R_2 دلارش [12] جهت تفکیک انواع گرانیتوئیدها بر اساس محیط تکتونیکی

اعمال رژیم کششی در اواسط مزوزوئیک در ایران باعث پیدایش کافت در ناحیه و زایش پوسته اقیانوسی در شرق ایران شده و برگشت این رژیم به فشاری که در کرتاسه فوقانی باعث اعمال فشار بر حوضه های تکیل شده و شکست پوسته اقیانوسی و رانده شدن آن بر روی پوسته قاره ای شده است که همزمان با حرکات فشاری و برخاستگی حوضه، فلیش های کرتاسه برجای گذاشته می شود. با ادامه فرآیند که همراه با گسلش می باشد کوتاه شدگی حوضه را می بینیم. اوج برخاستگی با بسته شدن کامل حوضه های اقیانوسی در پایان پالئوژن صورت گرفته و رخساره مولاس بعد از کوهزایی نشوون در بخش های مختلف

تشکیل گردیده است. کلیه مطالعات انجام شده قبلی در منطقه شرق ایران وقوع پدیده فرورانش برای این منطقه را تایید می کند.

بحث و نتیجه گیری کلی

- نتایجی که از جمع بندی این مطالب به دست می آید در زیر بیان می شوند:
- (۱) از نظر پتروگرافی توده های مورد مطالعه دارای ترکیب سنگ شناسی گرانیت بوده و سنگ های مورد نظر غالباً بافت گرانولار داشته، گرچه در برخی از سنگ ها بافت های پرتیتی، گرانوفیری و هم رشدی گرافیکی مشهود است که حاکی از سرد شدن این توده در اعماق کم است. کانی فرومنیزین غالب در سنگ های نفوذی از نوع بیوتیت می باشد که از کانی های آبدار بوده و نشانگر تبلور ماگما در حضور آب می باشد.
 - (۲) براساس دیاگرام های طبقه بندی نورم و شیمیایی استفاده شده، سنگ های منطقه مورد مطالعه در محدوده گرانیت و از نوع پرآلومین قرار می گیرند.
 - (۳) در نمودارهای ژئوشیمیایی این توده دارای ماهیت کالکوالکالن پتاسیم بالا می باشد.
 - (۴) غنی شدگی از عناصر ناسازگار سبک در نمونه ها از ویژگی های بارز سنگ های کالکوالکالن قوس آتشفشانی زون های فرورانش حاشیه قاره است.
 - (۵) بر اساس الگوی پراکندگی عناصر کمیاب (نرمالیزه نسبت به گوشته اولیه) می توان گفت که هر دو توده مورد مطالعه هم منشا می باشند.
 - (۶) آنومالی مثبت در Cs, Rb, Th, U, K, Pb، به علاوه آنومالی منفی در Ti نشانگر قرار گیری توده های نفوذی مورد مطالعه در یک موقعیت تکتونیکی مرتبط با فرورانش است.

منابع

- ۱- ازیک ا.ک. میدل موسست، ۱۳۷۷، ماگما و سنگ های ماگمایی، ترجمه درویش زاده، ع، آسیابانها.
- ۲- اشتوکلین، ی. و افتخار نژاد، ج. هوشمند زاده، ع. ۱۳۵۲، بررسی مقدمات مرزلوت مرکزی، شرق ایران، سازمان زمین شناسی کشور، گزارش شماره ۲۲، ف، ۸۶ ص.
- ۳- آقاباتی، س. ع، ۱۳۸۱، زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی، ۵۸۶ ص.
- ۴- زرین کوب، م. ح، ۱۳۷۲، بررسی مواد معدنی با تأکید و واکنش و پدیده لیستونیته شدن در منطقه سهل آباد- بیرجند، دانشگاه تربیت معلم، ۵۳۹ ص.
- ۵- ژان دیدیه، برنارد، ب، ۱۳۸۰، آنکلاوها و پترولوزی گرانیت، ترجمه ولی زاده، م، صادقیان، م، اکرمی، م، انتشارات دانشگاه تهران

- ۶- صوفیانی، ف. مطالعه متالورژی کانسار مس قلعه زری، ۱۹۷۳، پایان نامه دکتری.
- ۷- فتوحی راد، ح، پترولوژی و ژئوشیمی افیولیت های دگرگون شده شرق بیرجند، ۱۳۸۳، پایان نامه دکتری.
- ۸- قربانی، م.، مبنای آتشفشان شناسی با نگرشی بر آتشفشان های ایران، ۱۳۸۲، انتشارات آیین زمین ۷- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ چهار گوش بیرجند سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- 9-Abdol Rahman, A.M., 1990. Petrology of early-orogenic diorite, tonalities and post orogenic trondhjemites in Nubian shield Journal Petrology 31, 1285-1312.
- 10-Barker,F(1970)composition of gragophyre , mymerkite and graphic granhte Geol.soc.Am.Bull,81,3339-50.
- 11-Chappell, B.W.,White. A.J.R, 1974.Two contrasting granite types pacific geology, vol.8,173-174.
- 12-Delaroche, H., 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagrams and major element analyses- its relationship and current homenculture. Chem. Geol., 29, 183-210.
- 13-Didier, J., Duthou, J.L., 1982. Mantel and crustal granites: genetic classification of orogenic granites and the nature of their enclaves. J. Volcano1. Geotherm. Res.,14: 125-132.
- 14-Irvin.T.N., Baragar,W.R.A., 1971. Aguide to the classification of the common volcanic roks, can. Jour. Earth. Sci., No.8,pp.235-458.
- 15-Frost, P. 2001. A geochemical classification for granitic rocks. Journal of Petrology. 42. PP.19-41.
- 16-Mainar, P.D. and Picool, P.M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids, Geo. Soc. Of Am. Bull., Vol. 101, P. 635-643.104.
- 17-Middlemost E.A.K., 1985, Magmas and magmatic roks. An introduction to igneous .
- 18-Miyashiro, A., 1978. Nature of volcanic roks series. Contrib. Mineral. Petrol.,66,91- 104.
- 19-Oconnor, J. T., 1965. A classification for quartz-rich igneous rocks based on feldspar reaction. Us. Geol. Sur. Prof., paper 522: PP49-84.
- 20-Pearce, J.A., 1983. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In: Hawkesworth, C.J., and Norry, M.J. (eds), Continenta l basalts and mantle xenoliths. Shiva, Nantwich., 230-249.
- 21-Shand. S.J. 1949. Eruptive rocks. Their genesis, composition, classification and their relation to deptsits. Thomas Murby and co., London , 488pp.
- 22-Sylvester,P.J.,1989,Post-collisional alkaline granites.J.Geol.97,261-280.
- 23-Sun s.s and McDonugh W.F., 1989 ,chemical and isotopic systematic of oceahic basalts : implicatiol for mantee composition and processes .In :saunders A.D. and Norry M.J.(eds),Magmatism in ocea basins.Geo/.Soc.Londoh.Sepec.pub.42,pp.313-345.
- 24- Theompson R.N.,1982,British Tertiary Volcahic provihce .Scott. J. Geo. ,18,49-107
- 25- Wilson, M., 1989. Igneous petrogenesis a global tectonic approach. Unwin Hyman Ltd. London, 466p.