



## پetrology سنگ‌های آتشفشانی ائوسن جنوب نیشابور با تاکید بر منطقه آستایش

فاطمه صوفی منش<sup>۱</sup>، سید مسعود همام<sup>۲</sup>، علی اصغر سپاهی گرو<sup>۳</sup>

۱- گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد و دانشگاه بوعلی سینا همدان

Email: homam@um.ac.ir

### چکیده

این نوشتار پیرامون مطالعات صحرایی، پتروگرافی، پترولوژی و ژئوشیمیایی محدوده جنوب نیشابور با تمرکز بر روستای آستایش می باشد. واحدهای زمین شناسی مورد مطالعه به سن ائوسن با ترکیب آندزیت، پیروکسن آندزیت، بازالت و داسیت می باشد. دگرسانی در این منطقه به طور گسترده شامل کربناتی شدن، سرسیتی شدن، ادینگزیتی شدن، و آرژلیک می باشد. فنوکریستهای غالب در این سنگ‌ها کانی‌های پلاژیوکلاز، هورنبلند، سانیدین، پیروکسن و ندرتا اولیوین و بیوتیت است. بافت سنگ‌های آتشفشانی عمدتاً پورفیری با زمینه دانه ریز و شیشه ای که در بعضی قسمت‌ها زمینه حالت میکروولیتی نیز نشان می دهد. در بیشتر مناطق علاوه بر بافت پورفیری بافت بادامکی نیز مشاهده می شود. در سنگ‌های مورد مطالعه غنی شدگی واضحی از LREE نسبت به HREE دیده می شود که یکی از خصوصیات بارز تشکیل سنگ‌ها در مناطق فرورانش است. با توجه به نمودار تغییرات عناصر کمیاب بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه بیهنجاری منفی عناصر Nb, Ti, Ta مشاهده شده در سنگ‌های منطقه نشان دهنده شکل گیری سنگ‌ها در منطقه فرورانش است، اما شدت کاهش Nb ممکن است در نتیجه تاثیر پوسته باشد. نمودارهای زمین ساختی و ژئوشیمی منطقه بیانگر محیط کالک الکان بازالت (CAB) است.

کلیدواژه: پترولوژی، سنگ‌های آتشفشانی، ائوسن، جنوب نیشابور، آستایش

## Petrology of Eocene volcanic rocks south of Neishabur with emphasis on Astaish region

Fateme Sufi Manesh<sup>1</sup>, Seyyed Masoud Homam<sup>2</sup>, Ali Asghar Sepahi Gero<sup>3</sup>

### Abstract

This article is about field studies, petrography, petrology and geochemistry of the southern area of Neishabur, focusing on Astaish village. The geological age of the studied units is Eocene with the composition of andesite, pyroxene andesite, basalt and dacite. Alteration in this area widely includes carbonate, sericitization, edingizitization, and argillic. The dominant phenocrysts in these rocks are plagioclase, hornblende, sanidine, pyroxene and rarely olivine and biotite. The texture of the volcanic rocks is mainly porphyry with a fine-grained and glassy background, which in some parts also shows a micro lithic background. Amygdaloidal texture is also observed in most areas in addition to the porphyry texture. In the studied rocks, a clear enrichment of LREE compared to HREE is seen, which is one of the characteristic features of rock formation in subduction zones. According to the chart of normalized trace element changes compared to the primary mantle, the negative anomaly of Ta, Ti, Nb elements observed in the rocks of the region indicates the formation of the rocks in a subduction zone, but the intensity of Nb reduction may be the result of the impact of the crust. The tectonic and geochemical diagrams of the region represent the active calc alkali basalt (CAB) environment.

**Keywords:** petrology, volcanic rocks, Eocene, south of Neishabur, Astaish village

### مقدمه

محدوده مورد مطالعه در نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ زمین شناسی کدکن، واقع گردیده است. محدوده مورد مطالعه به شکل یک شش ضلعی ABCDEF به مساحت حدود ۴۰۰ کیلومتر مربع می باشد. مختصات رئوس این شش ضلعی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مختصات رئوس شش گوشه محدوده مورد مطالعه.

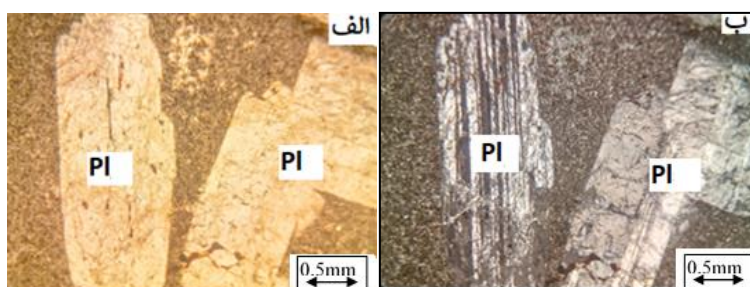
Points	X	Y	Points	X	Y
A	627682	3977964	D	644220	3944157
B	652421	3977964	E	644220	3970467
C	652421	3944157	F	627682	3970467

این محدوده در زیرپهنه ساختاری سبزوار قرار دارد و گسل درونه در جنوب و گسل بینالود در شمال آن واقع است. همگرایی صفحات در انتهای کرتاسه پایانی در زمان بسته شدن اقیانوس نئوتتیس در ایران و ترکیه، نقش مهمی در افزایش شدت ماگماتیسم دوره ائوسن داشته و سبب رخمون فراوان سنگ‌های آذرین در این نواحی شده است. ژئوشیمی سنگ‌های جنوب تا جنوب شرق نیشابور را به نوار ارومیه-دختر شبیه دانسته و آن‌ها را متعلق به سری پتاسیم متوسط تا بالا، با گرایش کالک الکالن و شاخص ماگماتیسم کمان قاره ای در ارتباط با فرورانش در نظر گرفته‌اند. مطالعات قبلی انجام گرفته در محدوده مطالعاتی، در قالب نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ تربت حیدریه (واعظی‌پور و علوی تهرانی، ۱۳۷۰) و نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ کدکن (نادری میقان و ترشیزیان، ۱۳۷۷) قرار گرفته است. هدف از این پژوهش بررسی‌های سنگ‌شناسی تولید داده‌های ژئوشیمیایی و جایگاه زمین ساختی منطقه است.

### پتروگرافی

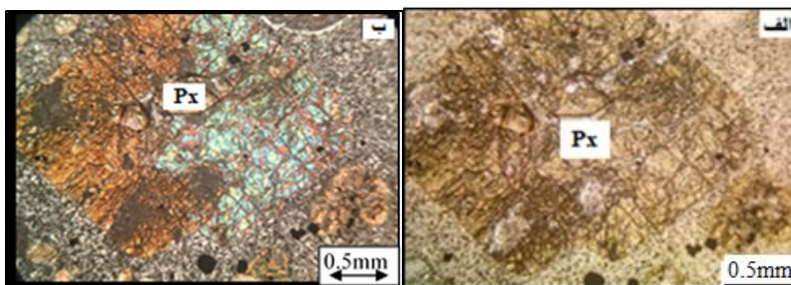
با توجه به مطالعات پتروگرافی انجام شده، سنگ‌های آتشفشانی منطقه به ۵ دسته کلی آندزیت، پیروکسن آندزیت، بازالت، داسیت تقسیم می‌گردند. بافت غالب در نمونه‌ها پورفیری با زمینه دانه ریز و شیشه‌ای که در بعضی قسمت‌ها زمینه حالت میکروولیتی نیز نشان می‌دهد. در بیشتر مناطق علاوه بر بافت پورفیری بافت بادامکی نیز مشاهده می‌شود که حفرات آن توسط کربنات و به مقدار کم با کلریت و اپیدوت پر شده‌است. بافت فرعی گلومروپورفیری و بافت اسفرولیت نیز در این واحدها مشاهده می‌شود.

فنوکریست‌های موجود در آندزیت‌ها پلاژیوکلاز شکل‌دار است که در بعضی مقاطع دارای ماکل پلی سنتتیک می‌باشد. کانی‌های پیروکسن و هورنبلند نیز در این نمونه‌ها به مقدار خیلی کم دیده می‌شود. در بعضی نقاط پلاژیوکلازها در حال تبدیل به کربنات، اپیدوت، سرسیت و کانی‌های رسی می‌باشند. در آندزیت بازالتی پلاژیوکلازها از نوع آندزین، پیروکسن‌ها از نوع کلینوپیروکسن، دیوپسید، و اوژیت، الیوین‌ها ادینگزیتی شده، هورنبلندها اوپاسیتی شده، و کانی‌های اوپیک مشاهده می‌شود. پیروکسن‌ها در حال تبدیل به کربنات و مقدار جزئی کلریت هستند. پلاژیوکلازها تبدیل‌شدگی به کربنات و اندکی کانی رسی را نشان می‌دهند. این واحد دارای حفراتی است که با کربنات و کلریت پر شده است.



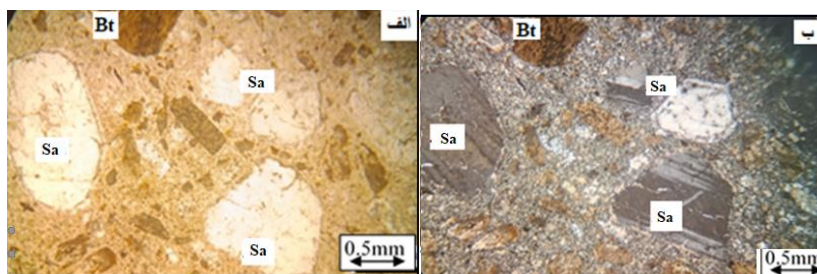
شکل ۱. تصویر بافت پورفیری در سنگ آندزیت. الف در نور PPL ب در نور XPL

پیروکسن آندزیت حاوی پیروکسن، پلاژیوکلاز فلدسپار، بیوتیت و امفیبول است. پلاژیوکلازها عمدتاً از نوع آندزین بوده و در بسیاری از نقاط در حال تبدیل به کربنات و اپیدوت هستند. فنوکریست‌های پیروکسن عمدتاً شامل کلینوپیروکسن به صورت دیوپسید و پیروکسن اومفاسیتی شده‌است که در بسیاری از نقاط در حال تبدیل به کربنات و کانی اوپیک می‌باشد.



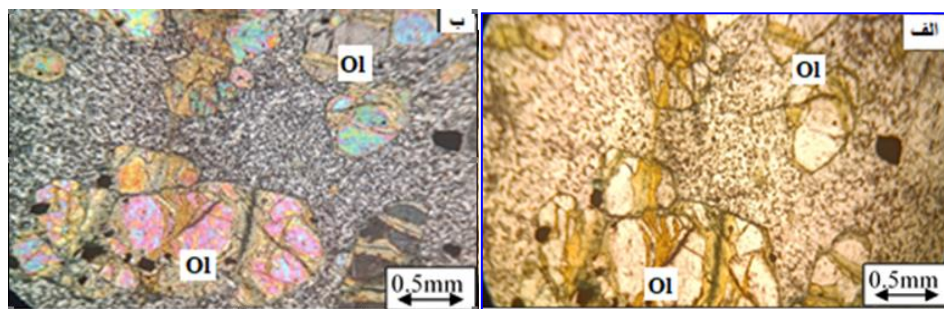
شکل ۲. تصویر میکروسکوپی از واحد پیروکسن اندزیت الف: در نور ppl ب: در نور XPL اختصارات پیروکسن px: (علائم اختصاری از Whitney and Evans, 2010).

داسیت عمدتاً از فلدسپات پلاژیوکلاز، بیوتیت و پیروکسن (اوژیت یا انستاتیت) تشکیل شده است. این سنگ دارای کوارتز به صورت گرد شده می‌باشد. پلاژیوکلاز به صورت فنوکریست و هم صورت دانه ریز در زمینه سنگ وجود دارد. تجمع پلاژیوکلاز منجر به بافت گلمروپورفیری در بعضی نمونه‌ها شده است. پورفیرهای پلاژیوکلاز به دلیل عدم تعادل، دارای حاشیه گرد شده و خوردگی اند ترکیب آن‌ها در حد آندزین تا لیگوکلاز است.



شکل ۳. تصویر میکروسکوپی از واحد داسیت الف: در نور ppl ب: در نور xpl اختصارات بیوتیت: Bt سانیدین Sa: (علائم اختصاری از Whitney and Evans, 2010).

از نظر سنگ‌شناسی بازالت‌های منطقه شامل پلاژیوکلاز از نوع لابرادوریت و کلینوپیروکسن (اوژیت-دیوپسید) هورنبلندهای اپاسیتی شده و الیوین‌های ادینگزیتی شده در زمینه از میکروولیت هستند. از کانی‌های فرعی سنگ می‌توان به کانی اپک اشاره نمود. کانی‌های ثانویه سنگ شامل کربنات، کوارتز، سریسیت، کانی رسی و مقداری اپیدوت می‌باشد کربنات نیز به مقدار جزئی از تبدیل پلاژیوکلازها حاصل می‌گردد. کوارتز بصورت پرکننده حفرات خروج گاز در بازالت‌ها مشاهده شد.



شکل ۴. تصویر میکروسکوپی از واحد بازالت الف: در نور ppl ب: در نور xpl اختصارات اولیوین: اولیوین Ol: (علائم اختصاری از Whitney and Evans, 2010).

### ژئوشیمی

از مجموع ۵۶ نمونه برداشت شده از سنگ‌های منطقه با توجه به تنوع سنگ‌ها و حداقل هوازگی ۸ نمونه جهت آنالیز XRF برای اندازه‌گیری اکسیدهای اصلی و آنالیز ICP-MS جهت اندازه‌گیری عناصر فرعی و نادر خاکی تجزیه شدند. در جدول ۲ نتایج تجزیه ژئوشیمیایی عناصر اصلی برحسب درصد (wt%) و عناصر نادر خاکی برحسب قسمت در میلیون (ppm) را مشاهده میکنید.

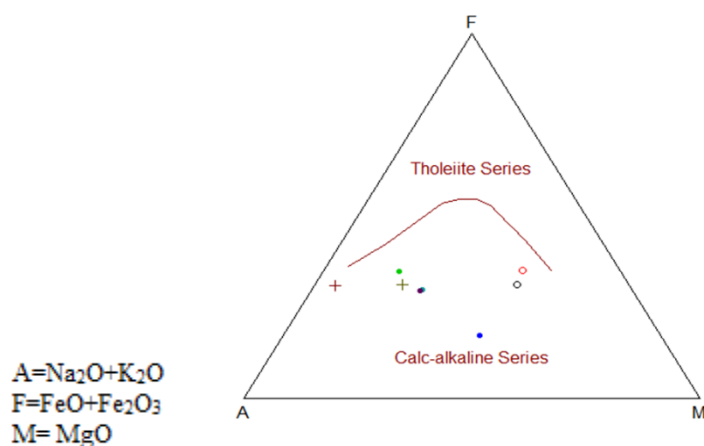
جدول ۲- نتایج تجزیه ژئوشیمیایی عناصر اصلی برحسب درصد (wt%) و عناصر نادر برحسب (ppm).

	HM1	T2	GHh2	Gh1	A9.2	A12	A5.2	A8.2
latitude	35°53'35.27"	35°54'10.87"	35°53'57.59"	35°50'33.00"	35°40'19.70"	35°40'15.30"	35°40'28.00"	35°40'21.00"
longitude	58°27'57.53"	58°29'17.19"	58°37'27.83"	58°42'28.00"	58°38'31.50"	58°38'35.70"	58°38'28.00"	58°38'32.00"
SiO <sub>2</sub>	76.93	64.41	62.66	62.44	60.22	54.11	49.89	49.82
TiO <sub>2</sub>	0.38	0.35	0.7	0.72	0.8	0.85	0.78	0.82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.77	14.61	13.38	14.93	17.26	18.28	12.38	12.86
FeO	2.07	2.54	3.32	3.36	3.01	4.24	6.01	6.32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
MnO	0.03	0.05	0.04	0.04	0.02	0.08	0.22	0.13
MgO	0.32	1.71	3.21	3.25	2	2.07	10.76	12.16
CaO	0.77	4.13	4.93	4.95	2.37	5.22	5.85	5.27
Na <sub>2</sub> O	5	4.79	4.64	4.64	5.49	5.12	2.46	3.05
K <sub>2</sub> O	1.56	2.19	3.28	3.29	5.08	3.75	3.37	3.55
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.08	0.15	0.35	0.36	0.46	0.49	0.43	0.46
CO <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0.03	0.05	0.04	0.04	0.05	0.03	0.03	0.03
H <sub>2</sub> O-	0.48	1.92	1.01	1.05	2.06	2.1	6.04	2.38
Ba	184	668	493	500	538	506	275	335
Rb	21	53	58	55	67	73	82	86
Sr	73.4	776.3	1214	1199.4	529.6	707.7	413	445.3
Zr	115	32	104	108	125	134	101	108
Nb	2.7	3.6	7.1	6.7	12.8	15.4	10.2	11.3
Ni	4	39	100	102	24	47	323	373
Co	2.7	8.9	14.8	15.4	4	11.3	31.8	35.1
Zn	63	59	59	58	24	49	66	65
Cr	34	84	101	106	76	88	437	478
La	5	12	29	31	16	17	14	14
Ce	23	30	61	64	39	41	34	34
Pr	1.93	2.61	7.26	6.98	3.56	4.08	3.42	3.29
Nd	11.8	12.3	26.5	26.4	15.8	18.1	15.8	16
Sm	3	1.8	3.8	4.2	2.6	3	2.6	2.8
Eu	0.88	0.79	1.18	1.28	1.11	1.23	0.82	0.81
Gd	3.81	2.63	3.54	3.66	3.22	3.35	3.44	3.3
Tb	0.6	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3
Dy	5.5	1.7	2.1	2.1	3.1	3.5	3.4	3.5
Ho	0	0	0	0	0	0	0	0
Er	3.5	0.8	0.9	0.8	1.8	1.9	1.7	1.8
Tm	0.7	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4
Yb	2.88	0.61	0.83	0.84	1.71	1.95	1.91	2.1
Lu	0.6	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2

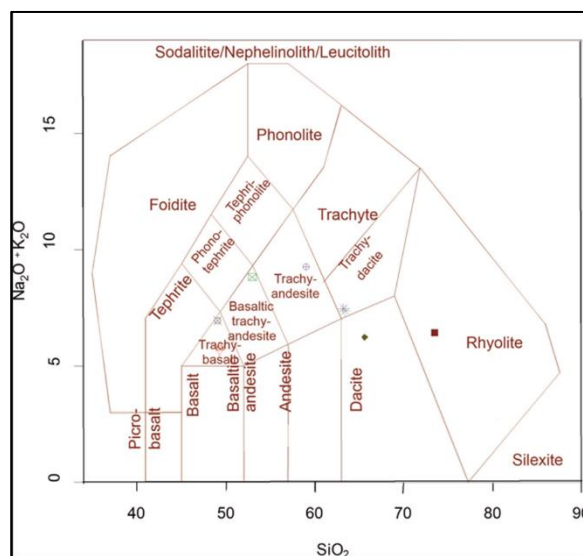
Y	31.2	7.8	7.2	7.4	16.9	16.8	15.3	15.8
Cs	0.5	2	1.4	1.3	2.8	0.8	1.8	3
Ta	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Hf	3.8	2.3	3.8	3.4	3.6	3.8	3.4	3.5

برای نام‌گذاری سنگ‌های آتشفشانی از نمودار درصد اکسید  $\text{SiO}_2$  در برابر مجموع  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  استفاده شده است، این نمودار توسط میدلموست، بدون توجه به منشأ سنگ ارائه شده است. سنگ‌های منطقه مورد مطالعه در محدوده تراکی‌آندزیت، داسیت، تراکی‌داسیت، تراکی‌بازالت، آندزیت‌بازالتی و ریولیت قرار می‌گیرند که در شکل ۵ نشان داده شده است.

همانطور که در شکل ۶ نشان داده شده است از نمودار AFM برای تمایز سری‌های ماگمایی کالک‌آلکان از تولیتی و همچنین روندهای تفریق این دو سری بکار برده می‌شود. نمونه‌های رسم شده در محدوده کالک‌آلکان قرار گرفته و نشان می‌دهد منشأ غیر از تفریق دارند و تشکیل آن‌ها مربوط به منطقه فرورانش می‌باشد.



شکل ۶. نمودار تعیین سری ماگمایی AFM اروین و باراگار (۱۹۷۱)



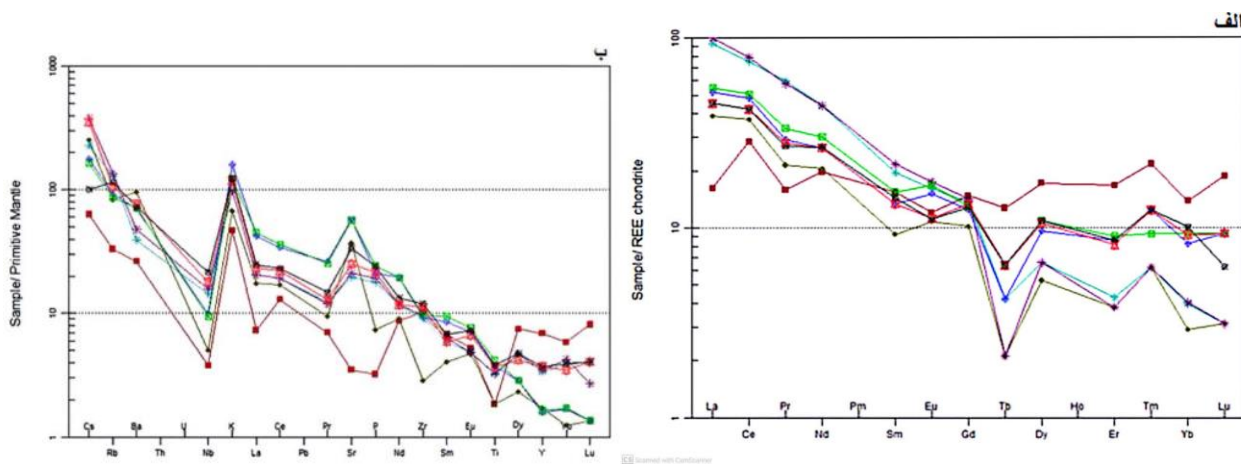
شکل ۵. موقعیت نمونه‌های منطقه بر روی نمودار مجموع درصد وزنی  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  در مقابل درصد وزنی  $\text{SiO}_2$  سنگ کل (میدلموست، ۱۹۹۴).

براساس نمودار بهنجار شده براساس الگوی کندریت به طور کلی غنی‌شدگی واضحی از LREE نسبت به HREE دیده می‌شود. به عقیده وینتر (۲۰۰۱)، غنی‌شدگی LREE نسبت به HREE یکی از خصوصیات بارز تشکیل سنگ‌ها در مناطق فرورانش است. به عقیده رولینسون (۱۹۹۳) سه عامل در این پدیده می‌تواند نقش داشته باشد که بشرح زیر است:

۱- ناشی از حضور گارنت در محل منشأ باشد که با حفظ HREE در ساختمان خود موجب تهی‌شدگی این عناصر در ماگمای ایجاد شده می‌گردد، زیرا ضرایب جدایش REE در این کانی‌ها اختلافات زیادی دارند. از طرفی، این تفریق یافتگی عناصر LREE نسبت به HREE ممکن است به علت حضور کانی‌های الیوین، ارتوپیروکسن و کلینوپیروکسن نیز باشد.

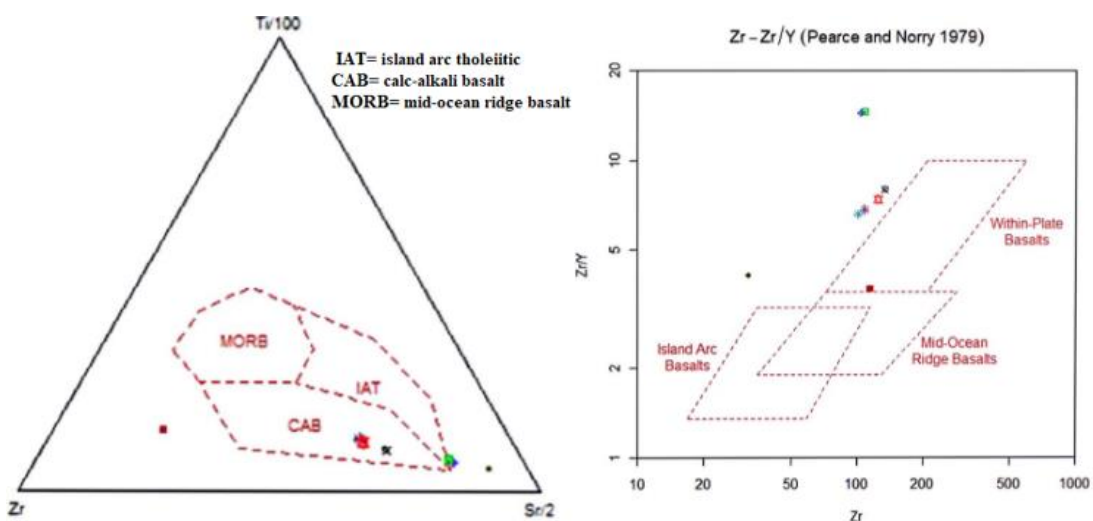
۲- آرایش ماگما با مواد پوسته‌ای (پوسته قاره‌ای و رسوبات دریایی روی پوسته اقیانوسی فرورونده)

۳- متاسوماتیزم گوه‌گوشته‌ای بر اثر تراوش سیالات حاصل از آزدایی پوسته اقیانوسی فرورونده باشد.



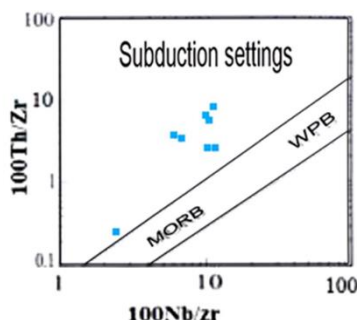
شکل ۷ الف موقعیت نمونه‌های جنوب نیشابور روی نمودار عناصر نادر خاکی بهنجار شده نسبت به کندریت، (باینتون، ۱۹۸۴). شکل ۷ ب موقعیت نمونه‌های جنوب نیشابور بر روی نمودار عناصر کمیاب بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه (سان و مک دونوف، ۱۹۸۹).

در نمودارهای بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه بی‌هنجاری منفی عناصر Ta، Nb، Ti نشان‌دهنده شکل‌گیری سنگ‌ها در یک منطقه فرورانش است (Sesoo2000)، اما شدت کاهش Nb ممکن است در نتیجه تاثیر پوسته باشد (Lan et al 1996). آنومالی منفی آشکار Nb نشان تاثیر سیال‌های جداسازی از اسلب فرورو در بخش بالای پهنه فرورانش و نیز دخالت پوسته‌ای در تکامل ماگماست. مشابه بودن این الگوها در سنگ‌های آتشفشانی نشان‌دهنده هم‌منشا بودن آنهاست اما آنچه در این الگو قابل مشاهده است غنی‌شدگی از K، Sr و غنی‌شدگی نسبی از Ba، Rb و عناصر نادر سبک می‌تواند با تفریق یافتگی یا آلیایش پوسته‌ای ماگما در ارتباط باشد. نمونه‌های برداشت شده از محدوده مورد مطالعه در نمودار دوتایی Zr در برابر Zr/Y (Pearce and Norry, 1979) در محدوده بازالت‌های جزایر کمانی قرار می‌گیرند که در شکل ۸ نشان داده شده است. طبق دیاگرام (Pearce and Cann, 1973) که در شکل ۹ نشان داده شده نمونه‌های مورد مطالعه در محدوده کالک الکالی بازالت یا همان CAB قرار می‌گیرند.



شکل ۸. نمودار Zr در برابر Zr/Y (Pearce and Norry, 1979). شکل ۹. دیاگرام Ti/100-Zr-Sr/2 (Pearce and Cann, 1973).

برای نشان دادن وابستگی سنگ‌های منطقه به پهنه فرورانشی نمودار Th/Zr نسبت به Nb/Zr به کار برده شده است جایگاه نمونه‌ها در این نمودار (شکل ۱۰) ارتباط آن‌ها با محیط فرورانشی را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار تمامی نمونه‌ها در منطقه فرورانش واقع شده اند.



شکل ۱۰. تعیین موقعیت زمین ساختی با استفاده از عناصر کمیاب  $^{100}\text{Th}/\text{Zr}$  نسبت به  $^{100}\text{Nb}/\text{Zr}$

### نتیجه گیری

سنگ‌های آتشفشانی منطقه دارای ترکیبی از مافیک تا حدواسط هستند و در سری ماگمای آلکان و ساب‌الکان قرار می‌گیرند. بافت‌های غالب در سنگ‌های ولکانیکی شامل گلو مریوپور فیری، پور فیری با خمیره میکرو لیتی، و بادامکی می‌باشد. سنگ‌های منطقه در رده ماگماتیسیم کالک آلکان حاشیه قاره‌ای هستند که پدیده فرورانش نقش اساسی در تشکیل آن‌ها داشته است. با توجه به نمودارهای عنکیوتی غنی‌شدگی از LREE و عناصر شدیداً ناسازگار و تهی‌شدگی از HREE مشاهده شد. روند موازی تغییرات عناصر نادر خاکی و بالا بودن مقادیر LILE در این نمودارها و نمودارهای تغییرات اکسیدهای عناصر اصلی، ناسازگار و سازگار نسبت به یکدیگر بیانگر منشأ واحدهای آذرین منطقه و نقش تبلور تفریقی در تحول ماگمای سازنده سنگ‌های منطقه است. سنگ‌های منطقه مورد مطالعه در رده ماگماتیسیم کالک آلکان حاشیه قاره‌ای هستند. بی‌هنجاری منفی عناصر Nb، Ti، Ta و همچنین نمودارهای مربوطه نشان‌دهنده شکل‌گیری سنگ‌ها در یک منطقه فرورانش است.

### منابع

نادری میقان، ن.، ترشیزیان، ح. (۱۳۷۷). نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ کدکن. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ایران.  
واعظی پور، م.ج.، علوی تهرانی، ن. (۱۳۷۰). نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ تربت حیدریه. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ایران.

- Boynton, W.V. (1984). Geochemistry of Rare Earth Elements: Meteorite Studies. In: Henderson, P. (ed.), rare Earth Element, *Geochemistry Elsevier New York*, 63-114.
- Irvin, T. and Baragar, W.R.A. (1971). A guide to the Chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of earth Science Letters* 8, 523-548
- Lan, C. Y., Lee, T., Wang Lee, C. 1996, The Rb–Sr isotopic record in Taiwan gneisses and its tectonic implication. *Tectonophysics*, v. 183, p. 129-143
- Middlemost, E.A.K. (1994). Naming materials in the magma igneous rock system. *Earth Science Reviews* 37, 215-224.
- Soesoo, A., 2000, Fraction crystallization of mantle derived melt as a mechanism for some I-Type granite petrogenesis: An example from Iachlan fold belts, *Australia Journal of the geological Society*, Candon, v. 157, p. 135-149.
- Pearce, J.A. and Cann, J.R. (1973). Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planetary Science Letters* 19, pp 290-300.
- Pearce, J.A. and Norry, M.J. (1979). Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology Springer* 69, 33-47.
- Rollinson, H.R. (1993). Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. Longman Scientific & Technical. 352 pp.
- Sun, S.S. and McDonough, W.F. (1989). A chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implication for mantle composition and processes. In: Saunders, A. D., Norry M. J. (ed.), *Magmatism in oceanic basins. Geology. Soc. London. Spec. Pub* 42, 313 – 345.
- Whitney, D.L. and Evans, B.W. (2010). Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist* 95 (1), 185-187.
- Winter, O. 2001. An introduction of igneous and metamorphic petrology. Department of Geology Whitman College. Pp. 697.
- Lan, C. Y., Lee, T., Wang Lee, C. 1996, The Rb–Sr isotopic record in Taiwan gneisses and its tectonic implication. *Tectonophysics*, v. 183, p. 129-143.



# شانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی اقتصادی ایران

۱۹ و ۲۰ شهریور ۱۴۰۳

