

چهارمین همایش ملی زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری ایران

دانشگاه بیرجند

۱۳۹۵ آذر ۲۳

ژئوشیمی و جایگاه تکتونیکی سنگ‌های آتشفسانی توپوگرافی منطقه زولسک، شمال شرق سریشه
(شرق ایران)

کوچی، مریم^{*}; محمدی، سید سعید^۱; نجفی، مليحه^۲; زرین کوب، محمدحسین^۱

۱- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند

۲- گروه مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی بیرجند

Maryamkochi@birjand.ac.ir

چکیده:

منطقه مورد مطالعه در شمال شرق سریشه در استان خراسان جنوبی واقع شده است. براساس مطالعات پتروگرافی واحدهای سنگی منطقه شامل سنگ‌های گدازه‌ای توپوگرافی با ترکیب آندزیت، داسیت و ریولیت و سنگ‌های آذوازی شامل توف و برش هستند. براساس طبقه‌بندی ژئوشیمیابی، سنگ‌های منطقه زولسک در محدوده سری کالک آلکالن پتاسیم بالا قرار می‌گیرند. این سنگ‌ها در نمودارهای عناصر کمیاب و نادر خاکی، از عناصر LIL و REE غنی‌شدگی و از عناصر HFS و HRE تهی‌شدگی نشان می‌دهند. ناهنجاری منفی عناصر Nb, P, Ti و ناهنجاری مثبت از عناصر K, Rb, Cs, Zr نشانگر شکل‌گیری این سنگ‌ها در مناطق فروزانش است. نمودارهای تمایز زمین‌ساختی بیانگر تشکیل گدازه‌های مورد مطالعه در محیط حاشیه فعال قاره‌ای است.

کلیدواژه‌ها: آندزیت، زولسک، کالک آلکالن، حاشیه فعال قاره‌ای، لوت.

Geochimistry and Tectonic Setting of Tertiary Volcanic Rocks of Zoolek area, northeast of Sarbisheh (East of Iran).

Maryam, koochi¹; Seyyed Saeid, Mohammadi¹; Malihe, Nakhaei²; Mohammad Hossein, Zarrinkoub¹

1- Department of geology, faculty of sciences, university of Birjand

2-Department of mining engineering, Birjand university of technology

Abstract:

The study area is located in northeast of sarbisheh, in southern khorasan province. According to petrographic studies, lithologic unites are include of Tertiary lavas such as andesit, dacite, and rhyolite and pyroclastocs rocks including tuff and breccia. Based on the geochemical data, the

چهارمین همایش ملی زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری ایران

دانشگاه بیرجند

۱۳۹۵ آذر ۲۳

rocks of Zoolesk area belongs to high-K calc-alkaline series. In the trace and rare earth elements diagrams, the Zoolesk samples show enrichment in LILE and LREE and depletion in HFSE and HREE. Negative anomalies of Nb, P, Ti elements and positive anomalies of K, Rb, Cs, Zr elements indicate formation of these rocks in subduction zone. Tectonic discrimination diagrams show that these rocks related to active continental margin.

Keywords : Andesite, Zoolesk, Calc alkaline, Active Continental margin, lut.

مقدمه :

منطقه مورد مطالعه در ۱۱ کیلومتری شمال شرق سریشه در استان خراسان جنوبی در پهنه ساختاری لوت قرار دارد (Stockline, 1968). در منطقه زولسک سنگ‌های آتشفسانی عمده با ترکیب آندزیت، داسیت و ریولیت یه همراه سنگ‌های آذراواری نظیر توف و برش مشاهده می‌شود. مagma میسم شرق ایران بیشتر شامل سنگ‌های آتشفسانی اوسن-الیگوسن است که به صورت گدازه و سنگ‌های آذراواری رخمنون داشته (Pang et al., 2013) و سنگ‌های آتشفسانی منطقه در ارتباط با این فعالیتهای magma می‌باشند. با توجه به این که تاکنون مطالعات پترولوجیکی در مورد سنگ‌های آتشفسانی منطقه زولسک انجام نشده است در این پژوهش ویژگی‌های ژئوشیمیایی، خاستگاه magma، روند تکاملی و جایگاه تکتونیکی سنگ‌های آتشفسانی حد واسط و اسیدی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

روش تحقیق:

پس از مطالعات انجام شده بر روی نمونه‌ها و تحلیل پتروگرافی آن‌ها تعداد ۱۵ عدد از نمونه‌های جمع‌آوری شده از منطقه براساس پراکندگی جغرافیایی، نوع واحد سنگی و با کمترین میزان دگرسانی انتخاب و جهت انجام آنالیز ژئوشیمیایی به روش ICP-ES به منظور تعیین عناصر اصلی و روش ICP-MS جهت تعیین میزان عناصر کمیاب و نادر حاکی به آزمایشگاه ACME کانادا ارسال شد. در این پژوهش نمودارهایی جهت تعبیر و تفسیر داده‌های ژئوشیمیایی، محیط تکتونیکی و منشاء ارائه شده‌اند. این نمودارها توسط نرم افزارهای GCDKit ترسیم و سپس توسط نرم افزار Corel draw مجددًا ترسیم شده‌اند.

ژئوشیمی و نامگذاری سنگ‌های آتشفسانی:

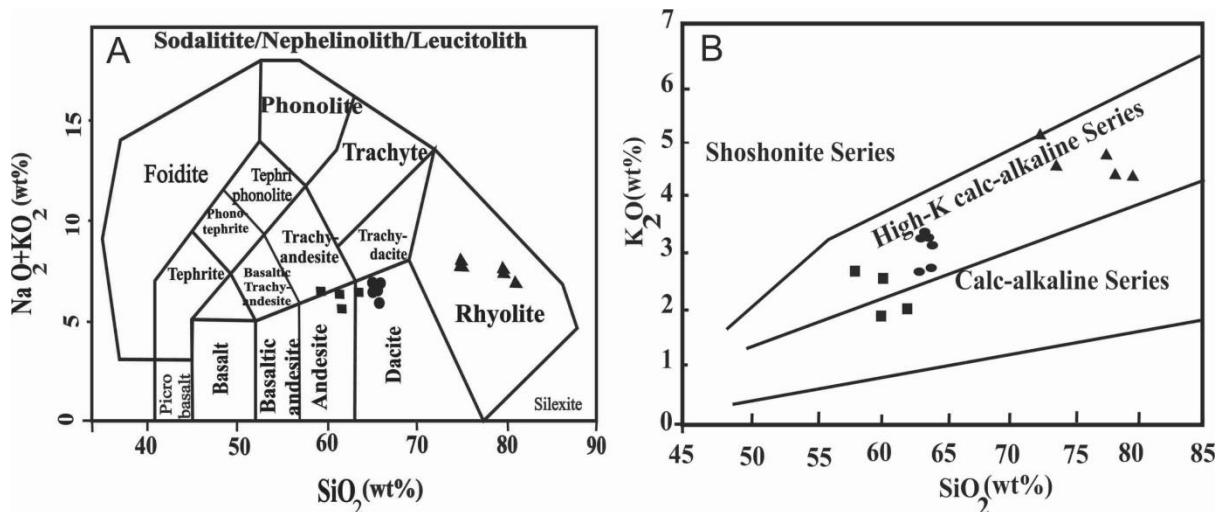
در نمونه‌های منطقه زولسک میزان SiO_2 بین (۷۹/۸۲ تا ۷۹/۵۸) درصد وزنی، Al_2O_3 بین (۱۰/۷۵ تا ۱۶/۹۴) درصد وزنی، CaO بین (۵/۹۹ تا ۰/۴۱) درصد وزنی، MgO بین (۱۲/۰ تا ۳/۴۴) درصد وزنی و میزان اکسید آهن بین (۷/۰۴ تا ۷/۱) درصد وزنی در صدوزنی و مقدار اکسید سدیم و پتاسیم بالاست بطوریکه میزان Na_2O بین (۴/۲۴ تا ۴/۲) درصد وزنی و میزان K_2O

چهارمین همایش ملی زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری ایران

دانشگاه بیرجند

۱۳۹۵ آذر ۲۳

بین (۴/۷۰ تا ۱/۹۴) درصد وزنی است. به منظور طبقه‌بندی نمونه‌های مطالعه شده از نمودار (Middelmost, 1994) استفاده شده است (شکل ۱-A). براساس این نمودار نمونه‌ها در محدوده آندزیت، داسیت و ریولیت قراردارد. برای تعیین ماهیت ماقمای تشکیل‌دهنده از نمودار SiO_2 در مقابل K_2O (Peccerillo and Taylor, 1976) استفاده شد. بر اساس این نمودار نمونه‌ها در محدوده کالک‌آلکالن پتاسیم بالا قراردارد (شکل ۱-B).



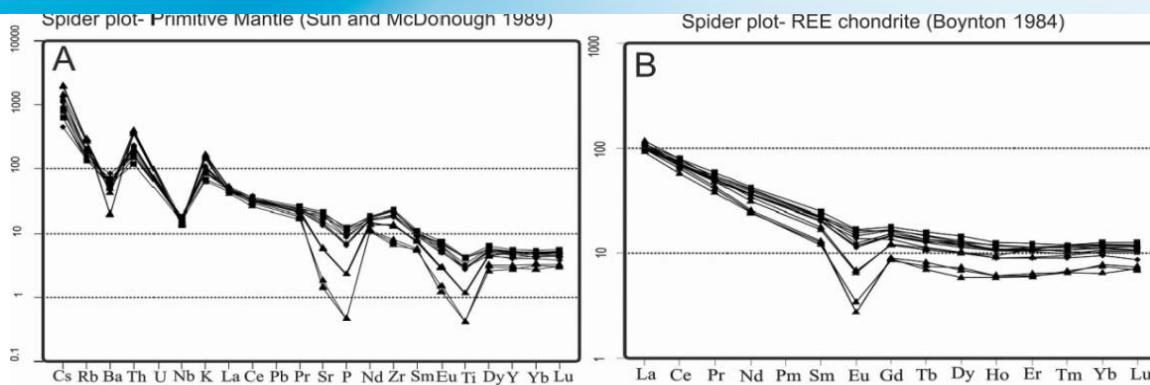
شکل ۱) موقعیت ترکیبی سنگ‌های آتشفشاری منطقه زولسک (جنوب شرق بیرجند). A) نمودار مجموع آلکالی در برابر سیلیس (Middlemost, 1994)؛ B) نمودار K_2O در برابر SiO_2 (Peccerillo and Taylor, 1976). علائم به کار رفته در این نمودار عبارتند از: ▲ ریولیت، ■ آندزیت، ● داسیت. این علائم در شکل‌های بعدی نیز به همین مضمون مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

نمونه‌های منطقه مطالعه شده نسبت به گوشه‌های اولیه (Sun and McDonough, 1989) بهنجارشده اند (شکل ۲-A). در این نمودار عناصر P، Ba، Eu، Nb، Sr، Ti، Th، Cs، Rb، Zr و K غنی شدگی و عناصر HFS تهی شدگی در همه نمونه‌ها نسبت به گوشه‌های اولیه بطور کلی در عناصر LIL به استثنای باریم غنی شدگی و عناصر HFS تهی شدگی در همه نمونه‌ها نسبت به گوشه‌های اولیه دیده می‌شود. این غنی شدگی می‌تواند ویژگی ماقمای مربوط به فرورانش باشد (Gill, 2010).

چهارمین همایش ملی زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری ایران

دانشگاه بیرجند

۱۳۹۵ آذر ۲۳



شکل ۲- (A) نمودار عنکبوتی بهنجارشده نسبت به گوشه اولیه (Sun and McDonough, 1989)، برای سنگ‌های منطقه بررسی شده، (B) نمودار عناصر نادر خاکی بهنجارشده سنگ‌های منطقه نسبت به کندریت (Boynton, 1984).

تهی شدگی از (Nb, Ti) شاخص ماغماهای کالک‌آلکالن وابسته به مناطق فروزانش در یک حاشیه فعال قاره‌ای است (Edwards et al., 1994). آنومالی منفی Ba در فازهای اسیدی می‌تواند در ارتباط با تفریق فلدسپارها باشد (Arsalan and Aslan, 2006). تهی شدگی P می‌تواند میان جدایش آپاتیت در مراحل اولیه تفریق کریستالی باشد (ملک‌زاده شفارودی و همکاران ۱۳۹۵). تهی شدگی از Ti نشانگر تبلور بخشی اکسیدهای Ti-Fe یا کلینوپیروکسن در مراحل اولیه تفریق می‌باشد (Edwards et al., 1994). آنومالی مثبت Zr نشان می‌دهد که این عنصر بعلت بارکتریکی بالاً و شعاع نسبتاً بزرگ وارد کانی‌های سنگ‌ساز رایج نشده و در فاز خاصی (عموماً زیرکن) حضور می‌یابد (رولینسون ۱۹۹۷).

به منظور بررسی رفتار عناصر نادر خاکی در نمونه‌های منطقه از نمودار عنکبوتی بهنجار شده با کندریت استفاده گردیده است (Boynton, 1984). (شکل ۲- B). پیدایش آنومالی منفی Eu نمونه‌ها می‌تواند حاصل تفریق پلاژیوکلاز از مذاب یا باقی‌ماندن آن در سنگ منشأ باشد (Girardi et al., 2012). غنی شدگی LREE نسبت HREE می‌تواند در اثر عملکرد دو فرآیند حاصل شود (الف) آلدگی پوسته‌ای ب) ذوب بخشی گوشه غنی شده توسط سیالات متاسوماتیزم کننده حاصل از ورقه فرورونده (Barbarian 1999).

محیط تکتونیکی و منشأ:

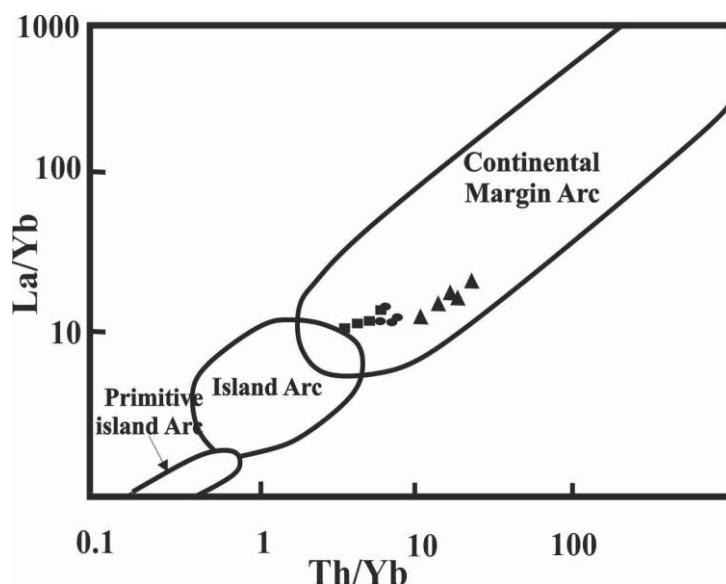
نمودارهایی که بر اساس عناصر کمیاب غیر متحرک که شده‌اند بیشترین کاربرد را برای تعیین ماغماهای مادر و محیط تکتونیکی داشته، زیرا این نمودارها برای سنگ‌های دگرسان و یا دگرگون شده می‌توانند بکار گرفته شوند. با توجه به

چهارمین همایش ملی زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری ایران

دانشگاه بیرجند

۱۳۹۵ آذر ۲۳

نمودار نسبت Th/Yb در مقابل La/Yb که توسط (Condi, 1989) ارایه شده است نمونه‌های منطقه بررسی شده مربوط به قوس حاشیه قاره می‌باشند (شکل ۳).



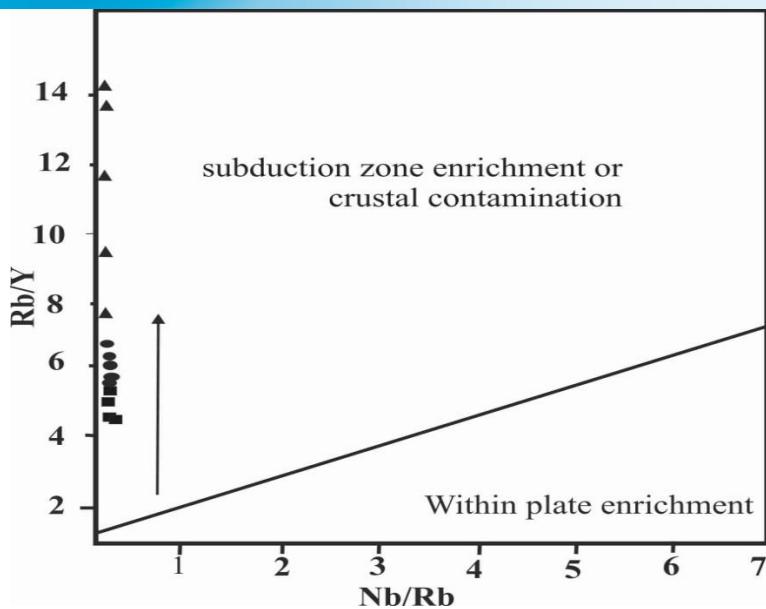
شکل ۳) نمودار La/Yb در مقابل Th/Yb (Condie, 1989)

عناصری مانند Zr و Y در مقابل سیالات غیرمتحرک بوده و قادرند که اطلاعاتی را در مورد منع گوشه‌ای و میزان غنی شدگی و تهی شدگی در اختیار ما قرار دهند (Tatsumi et al., 1986). برپایه نسبت بالای Zr/Y در نمونه‌های منطقه موردمطالعه، که بین (5/7-11/66 ppm) می‌باشد همه نمونه‌ها در محدوده گوشه غنی شده واقع شدند (Sun and Macdonough, 1989). براساس نمودار Rb/Y در مقابل Nb/Y (Temel and Gondogdu, 1998)، غنی شدگی منشأ توسط سیالات مرتبط با فرورانش و نیز تاثیرات آلودگی پوسته بالایی از جمله فرآیندهای موثر در تشکیل این سنگ‌ها بوده است. (شکل ۴). با توجه به ویژگیهای ژئوشیمیابی نمونه‌های مطالعه شده و نمودارهای ترسیم شده می‌توان چنین نتیجه گرفت که در خاستگاه این گذازه‌ها ازین اجزای فرورانشی، متناسو-ماتیسم مربوط به رسوبات فرورونده بالاترین نقش را داشته و نمونه‌ها در راستای روند مربوطه قرار گرفته‌اند (Ersoy et al., 2010).

چهارمین همایش ملی زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری ایران

دانشگاه پیر جند

۱۳۹۵ آذر ۲۳



شکل ۴) نمودار Nb/Rb در مقابل Rb/Y (Temel and Gondogdu, 1998)، غنی شدگی در زون فروزانش بوسیله سیالات و یا آلدگی پوسته‌ای نمونه‌های حدواتط و اسیدی.

نتیجه گیری:

ترکیب سنگ‌های آتشفشنای منطقه مورد مطالعه آندزیت، داسیت و ریولیت می‌باشند. نمودارهای بهنجار شده عناصر کمیاب و نادر خاکی در سنگ‌های منطقه نسبت به گوشه اولیه و کندریت، خاکی از غنی شدگی عناصر لیتوфیل بزرگ یون و عناصر نادر خاکی سبک و تهی شدگی از عناصر نادر خاکی سنگین می‌باشد، که این ویژگی شاخص ماقماهای کالک‌آلکالن حاشیه فعال قاره‌ای است. غنی شدگی گوه گوشه‌ای توسط سیالات و آلایش ماقما با مواد پوسته‌ای در هنگام صعود از فرآیندهای مهم موثر در تکامل ماقمای سازنده گدازه‌های منطقه زولسک می‌باشد.

منابع فارسی:

- ملکزاده شفارودی، ا. کریم‌پور، م، ح. و زارعی، ا.، ۱۳۹۵، سنگ‌شناسی، ژئوشیمی و جایگاه تکتونیکی سنگ‌های آتشفشنای و توده‌های نفوذی ترسیری شمال شهر فیروزه (شمال شرق ایران)، مجله پترولولوژی، سال هفتم، شماره ۲۵، ۱۵۷-۱۷۵.

References:

- Arsalan, M. and Aslan, Z., 2006, Mineralogy, Petrography and whole - rock geochemistry of the Tertiary granitic intrusions in the Eastern Pontides, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, V.27, n.2, p.p 177-193.
- Barbarian, B. (1999) A review of the relations between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. *Lithos* 46: 605-626.
- Boynton W.V., "Cosmochemistry of rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, p. (Ed.), Rare Earth Element Geochemistry ", Elsevier, Amsterdam(1984) 63-114.
- Condie, K. C. (1989) Geochemical changes in basalts and andesites across the Archean Proterozoic boundary: identification and significance. *Lithos* 23: 1-18.
- Edwards, C. M. H., Menzies, M. A., Thirlwall, M. F., Morrid, J. D., Leman, W. P. and Harmon, R. S. (1994) The transition to potassic alkaline volcanism in island arcs: the Ringgit- Beser complex, east Indonesia. *Journal of Petrology* 35: 1557-1595.
- Ersoy, Y., Helvac, C., 2010, FC-AFC-FCA and mixing modeler: a Microsoft® Excel© spreadsheet program for modeling geochemical differentiation of magma by crystal fractionation, crustal assimilation and mixing. *Computers and Geosciences* v.36, pp.383–390.
- Gill, R., 2010, Igneous rocks and processes, Wiley-Blackwell, 428p.
- Girardi, J. D., Patchett, P. J., Ducea, M. N., Gehrels, G. E., Cecil, M. R., Rusmore, M. E., Woodsworth, G. J., Pearson, D. M., Manthei, C. and Wetmore, P. (2012) Elemental and isotopic evidence for granitoid genesis from deep-seated sources in the Coast mountains batholith, British Columbia. *Journal of Petrology* 53:1505-1536.
- Middlemost, E. A. K. (1994) Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth Science Reviews* 37: 215–224.
- Pang, K. W., Chung, S. L., Zarrinkoub, M. H., Khatib, M. M., Mohammadi, S. S., Chu, C. H., Lee, H. Y. and Lo, C. H. (2013) Eocene-Oligocene post-collisional magmatism in the Lut-Sistan region, eastern Iran: Magma genesis and tectonic implications. *Lithos* 87-88: 231-245.
- Peccerillo, A., Taylor, S.R., 1976, Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 58, pp. 63-81.
- Rollinson, H., 1993, Using geochemical data: evaluation. Presentation ,interpretation: Singapore.Ongman, 352 p.
- Stöcklin, J. (1968) Structural history and tectonics of Iran: a review. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin* 52: 1229–1258.
- Sun S.S., and McDonough W.F., 1989, Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders A.D. and Norry M.J. (eds.), Magmatism in ocean basins. *Geol. Soc. London Spec. Pub.* 42, pp. 313-345.
- Tatsumi, Y., 1989, Migration of fluid phases and genesis of basalt magmas in subduction zones. *Journal of Geophysical Research* 94, p.p 4697–4707.
- Temel, A., Gondogdu, M.N., 1998, Petrological and Geochemical Characteristics of Cenozoic High-k calc-alkaline volcanism in Konga, Central Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, V. 85, p.p 357-377.

چهارمین همایش ملی زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری ایران

دانشگاه بیرجند

۱۳۹۵ آذر ۲۳