

دانشکاه بیرجند

# ژئوشیمی و جایگاه تگتونیکی سنگهای آتشفشانی ترشیری منطقه بشگز (شمال غرب سربیشه، خراسان جنوبی)

# **000000**

بهاروندی، آزاده\*!؛ محمدی، سید سعید' ؛ نخعی، ملیحه'؛ زرین کوب، محمدحسین'

۱-گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیر جند

۲-گروه مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی بیرجند

(azadeh.baharvandi@birjand.ac.ir)

#### **000000**

## چکیدہ:

منطقه بشگز در شمال باختری سرییشه (استان خراسان جنوبی) و ۵۰ کیلومتری خاور شهر بیرجند قرار گرفته است. این منطقه از دیدگاه زمین ساختی در مرز ایالت ساختاری سیستان و بلو ک لوت واقع شده است. واحدهای سنگی منطقه عمدتاً شامل تراکی آندزیت، آندزیت و داسیت میباشد. بافتهای اصلی واحدهای گدازمای شامل پورفیری و گلومروپورفیری می باشند. بر اساس مطالعات ژئوشیمی، سنگهای منطقه از لحاظ سری ماگمایی در رده کالک آلکالن پتاسیم متوسط تا بالا و دارای خصوصیات شبه آداکیتی هستند. غنی شد گی عناصر LRE و همچنین غنی شد گی عناصر LIL و میزان پایین HFSE، تشکیل ماگما در یهنه فرورانش را تایید می کنند. براساس نمودارهای تمایز تکتونیکی، محیط زمین ساختی منطقه بررسی شده با مناطق فرورانش حاشیه فعال قارهای مرتبط است.

كليدواژ دها: آندزيت، كالكآلكالن، شبه آداكيت، حاشبه فعال قارواي، بشكّز، بلو ك لوت.

## 0000000

# Geochemistry and tectonic setting of Tertiary volcanic rocks of Boshgaz area (northwest of Sarbisheh, Southern Khorasan)

## **000000**

Azadeh, Baharvandi<sup>1</sup>; Seyyed Saeid, Mohammadi<sup>1</sup>; Malihe, Nakhaei<sup>2</sup>;

Mohammad Hossein, Zarrinkoub<sup>1</sup>

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

2-Department of mining engineering, Birjand university of technology





زمین شناسی س**اختاری ایسران** 

دانشکاه بیر جند

# ۲۲ آذر ۱۳۹۵

#### 

#### Abstract:

Boshgaz area is located in northwest Sarbisheh (Southern Khorasan province) and 50 Kilometers east of Birjand city. Based on geotectonically subdivisions, this area is located in the border of Sistan suture zone and Lut block. Lithologic units are mainly trachyandesite, andesite and dacite. The main textures of volcanic rocks are porphyry and glomeroporphiry. Geochemical data show that studied rocks belong to medium to high-K calc-alkaine series and have adakitic like affinity. Enrichment of LREE and LILE and low HFSE indicate the magma generation in subduction zone. Based on tectonic diagrams, the tectonic setting of investigated area is related to active continental margin.

Keywords: Andesite, Calc-alkaline, Adakite-like, Active continental margin, Boshgaz, Lut block.

# 

#### مقدمه:

محدوده بشگز در شمال باختری سربیشه (استان خراسان جنوبی) و ۵۰ کیلومتری خاور شهر بیرجند قرار گرفته است. مختصات محدوده بین طول '۳۸°۵۹ تا '۶۴°۵۹ خاوری و عرض '۴۷°۳۳ تا '۵۵°۳۳ شمالی بوده و این منطقه در نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰ سربیشه (نظری و سلامتی، ۱۳۵۸) و در مرز پهنه لوت و سیستان (۲۹۵ مالا الات ( تا ۲۲۵ تا ۱۳۵۵) قرار دارد. در بعضی از پژوهش ها با توجه به کمپلکس های افیولیتی در شرق ایران که بین صفحات لوت و افغان قرار گرفته، فرورانش لیتوسفر اقیانوسی به زیر بلوک افغان مطرح شده است Saccaniet (2010). در شرق ایران که بین صفحات لوت و افغان قرار گرفته، فرورانش لیتوسفر اقیانوسی به زیر بلوک افغان مطرح شده است Saccaniet (2010). در سرق دیگر Arjmandzadad و دامدا) ماگماتیسم های شمال بلوک لوت را نتیجه فرورانش به زیر بلوک لوت دانسته، ولی به عقیده Arjmandzadeh و همکاران (۲۰۱۱) با توجه به داده های جدید عناصر کمیاب و ژنوشیمی ایزو توپی گرانیتوئیدهای بلوک لوت و شواهد ساختاری، فرورانش دوسویه نامتقارن به زیر هر دو بلوک لوت و افغان با سرعت های متفاوت پوسته اقیانوسی در نظر گرفته شده است. فعالیت های ماگمایی در بلوک لوت در ژوراسیک میانی (۲۹۵ – ۱۹۲ میلیون سال) شروع شده و در ترشیری به اوج خود رسیده است. فعالیت های ماگمایی در بلوک لوت در ژوراسیک میانی (۲۹۵ – ۱۹۶ میلیون سال) شروع شده و در ترشیری به اوج خود رسیده است (است داد در در در بلوک لوت در پوش می دهد (2013)). در منطقه مورد مطالعه نیز سنگهای آتشفشانی با ترکیب است (است در بلوک لوت مربع را پوشش می دهد (2013)). در منطقه مورد مطالعه نیز سنگهای آتشفشانی با ترکیب عمدتا آندزیت، تر آکی آندزیت و داسیت همراه با سنگهای آذر آواری نظیر توف و برش مشاهده می شوند که با فعالیت ماگماتیسم انوسن – الیگوسن در بلوک لوت مربط است (Babazadeh and De waver, 2004). در سانه نیز شنگر می باشد. بشگز می باشد.

**زمین شناسی منطقهای و پتروگرافی:** سنگهای رخنمون یافته منطقه بشگز شامل سه نوع واحد سنگی از جمله: واحدهای گدازهای، واحدهای آذرآواری و واحدهای رسوبی میباشند. در مشاهدات صحرایی در منطقه مورد مطالعه واحدهای آتشفشانی به صورت تیره با مورفولوژی برجسته و متناوب با واحدهای آذرآواری (با رنگ روشن) دیده می شوند. براساس مطالعات پتروگرافی سنگهای آذرین در محدوده بشگز شامل پیروکسن آندزیت، آندزیت و داسیت و واحدهای آذرآواری (توف و برش) با ترکیب آندزیتی میباشند.



چهارمین همایسش ملسی زمین سساخت و

زمین شناسی س**اختاری ایسران** 



فانشكاه بيرجنك

آندزیتهای منطقه بیشترین و داسیتها کمترین پراکندگی را در منطقه نشان میدهند. کانیهای اصلی سنگهای مورد مطالعه منطقه شامل پلاژیوکلاز، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت و کوارتز بوده و از نظر بافتی اکثر سنگهای منطقه بافتهای پورفیری (شکل ۲–الف) و گلومروپورفیری دارند (شکل۲–ب).



شکل ۲: تصاویر میکروسکوپی از: الف) بافت پورفیری و ب) بافت گلومروپورفیری سنگ&ای گدازهای منطقه مورد مطالعه.

# **\$\$\$\$\$**

## روش تحقيق:

پس از جمع آوری اطلاعات موجود از منطقه بشگز و تعیین مسیرهای پیمایش، نمونه برداری از واحدهای منطقه مورد مطالعه انجام شد. بیش از ۱۴۰ نمونه از سطح منطقه جمع آوری شد و از این نمونه ها ۸۴ نمونه مقطع نازک تهیه و مورد بررسی قرار گرفت، سپس تعداد ۱۵ نمونه با کمترین دگرسانی و بیشترین پراکندگی برای آنالیز ژئوشیمیایی انتخاب و به شرکت ACME کانادا ارسال شد. عناصر اصلی به روش ICP-ES و عناصر فرعی با روش ICP-MSتحلیل شدند. نمودارهای مورد نیاز به وسیله نرمافزارهای GCDkit و ICP ترسیم و سپس تعبیر و تفسیر شدند.

#### **\$\$\$\$\$**

#### بحث:

ژئوشیمی: طیف تغییرات اکسیدهای اصلی برحسب درصد وزنی (Wt%)، طبق آنالیز ژئوشیمیایی سنگهای آتشفشانی منطقه بشگز، SiO<sub>2</sub> ژئوشیمی: طیف تغییرات اکسیدهای اصلی برحسب درصد وزنی (Wt%)، طبق آنالیز ژئوشیمیایی سنگهای آتشفشانی منطقه بشگز، SiO<sub>2</sub> (۶۸/۶۸–۵۷/۷۷)، K<sub>2</sub>O (۲/۷۷–۱/۱۹)، K<sub>2</sub>O (۲/۷۷–۲/۹۵)، Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (۳/۹۲– ۶/۹۵)، MgO (۶/۰۲–۰/۹۵)، ۲۵O (۲/۷۷–۱/۰۲)، P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (۵۸/۹–۱/۹۵) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (۵۸–۱/۹۵) P<sub>2</sub>O (۵۸–۱/۹۰)، CaO (۲/۷۳–۳/۷) و MnO (۳/۰-۱/۱۰)، میباشند. به منظور نامگذاری سنگهای مورد مطالعه از طریق تر کیب شیمیایی، از نمودار تغییرات Oca (۲/۳–۲/۹۵) و TAS) SiO<sub>2</sub> (۲۸۹–۱/۹۱) میباشند. به منظور نامگذاری سنگهای مورد مطالعه از طریق تر کیب شیمیایی، از نمودار تغییرات Oca et al., 1971) استفاده شده است ( Cox et al., 1971). یکی از اهداف مطالعات ژئوشیمی سنگها، تعیین سری ماگمایی آنها میباشد. نمونههای مورد مطالعه در نمودار AFM (Trvine and Baragar, 1971) (شکل ۳– پ)، و نمودار پتاسیم در برابر سیلیس (Le Maiter, 1989) (شکل ۳–ت) در سری ماگمایی کالکآلکان پتاسیم متوسط تا بالا قرار می گیرند.



فانشكاه بيرجند



شکل ۳: موقعیت ترکیبی سنگ های آتشفشانی منطقه بشگز بر روی: الف) نمودار مجموع آلکالی در مقابل SiO2 (Cox et al., 1979)، ب) نمودار AFM(A شامل قلياييها (Na2O+K2O)، ۲ شامل اكسيدهاي آهن (FeO +Fe2O3) و M شامل MgOميباشد) (Irvine and Baragar, 1971) و پ) نمودار K2O درمقابل SiO2 ((Le Maiter, 1989)). علائم به کار رفته در این نمودار عبارتند از: 🔳 آندزیت، 🔺 داسیت. این علائم در شکل های بعدی نیز به همین مضمون مورد استفاده قرار گرفتهاند).

منشا و محیط تکتونیکی: نمونه های منطقه مورد مطالعه نسبت به گوشته اولیه (Sun and McDonough, 1989) و کندریت (Boynton, 1984) به هنجار شده اند (شکل های ۴-الف و ب). شکل ۴-الف، نشان دهنده ی غنی شدگی عناصر لیتوفیل بزرگ یون (LILE) نسبت به عناصر با شدت میدان متوسط (HFSE) میباشند. در واقع این بی هنجاری ها و بالا بودن نسبت LILE/HFSE درسنگهای آتشفشانی کالک آلکالن در نتیجه ورود اجزای LILE موجود در صفحه فرورونده به درون گوه گوشتهای بالای آن به وجود مي آيند (Mohamed, 2000). با توجه به نمودار الگوي عناصر نادر خاكي به هنجار شده به كندريت (Boynton, 1984)



فانشكاه بيرجنك

(شکل۴–ب) روند غنی شدگی در LREE نسبت به HREE شاخص مذابهای تشکیل شده در یهنه فرورانش می باشد (Asiabanhaet al., 2012). تهی شدگی عناصر از چپ به راست در این نمودارها از ویژگی های بارز نواحی کوهزایی است (Castillo, 2006). برخی از محققین (Goss and Kay, 2009) معتقدند که غنی شدگی سنگ های ماگمایی قوس ها از LILE و LREE ناشی از متاسوماتیسم گوشتهای با سیالات ناشی از آبزدایی ورقه اقیانوسی بوده در حالی که برخی دیگر Prouteau et) al., 2001) علت غني شد كي را آلايش ما كما با يوسته قارهاي مي دانند. فقدان آنومالي مشخص Eu در الكوي عناصر نادر خاكي، نشان دهنده شرایط اکسایش ماگما طی تبلور میباشد (زراسوندی و همکاران، ۱۳۹۱) و همچنین موید حضور گارنت و نبود پلاژيو کلاز در ناحيه منشا مي باشد (قدمي و همکاران، ۱۳۹۴).



شکل ۴: سنگهای آتشفشانی منطقه مورد مطالعه بر روی: الف) نمودار چند عنصری به هنجار شده نسبت به ترکیب گوشته اولیه ,Sun and McDonough) (1989 و ب) نمودار چند عنصري عناصر كمياب خاكي به هنجار شده نسبت به كندريت (Boynton, 1984).

برای شناسایی محیطهای زمین ساختی سنگهای آتشفشانی محدوده مورد مطالعه، از نمودارهای مختلفی استفاده شده است. براساس نمودار Groves و Muller (۱۹۹۷) تمامی نمونه ها در گستره ی قوس های آتشفشانی قرارمی گیرند (شکل ۵-الف). عناصر Th ،Yb ،Th و Hf از عناصر غیرمتحرک هستند، بنابراین شاخصهای مناسبی جهت تفکیک محیطهای تکتونیکی میباشند. در نمودار (Schandl&Gorton, 2002)، که بر اساس نسبتهای لگاریتمی Th/Yb در مقابل Ta/Yb رسم شدهاند (شکل ۵-ب)، نمودار سنگهای مورد مطالعه به دليل تهي شدگي از Ta، در محدوده حاشيه فعال قارهاي (ACM) قرار مي گيرند.





شکل ۵: موقعیت ترکیبی سنگهای آتشفشانی منطقه مورد مطالعه بر روی: الف) نمودار Zr/Al2O3 در مقابل Groves and Mullar, 1997) Tio2/Al2O3 (و ب) نمودار نسبتهای لگاریتمی Th/Yb در مقابل Schandl& Gorton, 2002) Ta/Yb).

مقایسه نمونه های مورد مطالعه با آداکیت ها: واژه آداکیت برای تعریف سنگهای آذرین درونی و بیرونی غنی از سیلیس با نسبت های Sr/Y و Sr/Y بالا که در اثر ذوب بخشی پوسته اقیانوسی جوان فرورونده در مناطق فرورانش شکل می گیرند، به کار برده می شود (Castillo, 2006). به عقیده Castillo (۲۰۱۲) غنی شدگی LREE نسبت به HREE و نبود آنو مالی منفی Eu از ویژگی های آداکیت ها بوده که در مورد سنگهای منطقه مورد مطالعه صدق می نماید. جدول ۱ مقایسه سنگهای منطقه مورد مطالعه با معیارها و ویژگی های ژئو شیمیایی ارائه شده توسط Castillo, 2015) برای آداکیت ها را نشان می دهد. نمودار Yr در مقابل Y (Castillo, 2012) (شکل ۶-الف) و همچنین نمودار <sub>N</sub> (La/Yb) در مقابل Martin, 1986) (شکل ۶-ب) نشان می دهد که نمونه های مذکور در محدوده ی بینابین آداکیت و کالک آلکالن قرار گرفته است، بنابراین می توان واژه شبه آداکیت را برای سنگهای منطقه مورد مطالعه به کار برد.

نمونههای منطقه مورد مطالعه	میانگین آداکیتها
55.67 - 68.68	SiO₂≥ 56 Wt%
15.31 - 17.27	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≥ 15 Wt%
0.82 - 6.02	MgO< 3 Wt%
2.95-3.92	Na <sub>2</sub> o> 3 Wt%
371.09 - 554.1	Sr> 300 ppm
11.08 - 20.5	Y < 10 ppm
0.21 - 2.02	Yb<1 ppm
20.61 - 33.91	Sr/Y>20
13.63 - 22.18	La/Yb> 20
Low HFSE	Low HFSE
No anomaly of Eu	No anomaly of Eu

جدول ۱: مقایسه برخی خصوصیات ژئوشیمیایی سنگ های آتشفشانی بشگز با آداکیت ها (Castillo, 2012).





شکل ۶: موقعیت ترکیبی سنگهای آتشفشانی منطقه مورد مطالعه بروی: الف) نمودار Sr/Y در مقابل Y (Castillo, 2012) و ب) نمودار ۸(La/Yb) در مقابل Martin, 1986) Ybn).

#### **\$\$\$\$\$**

# نتیجه گیری:

ترکیب سنگهای آتشفشانی منطقه بشگز شامل تراکی آندزیت، آندزیت و داسیت میباشند. بافت غالب در سنگهای آتشفشانی منطقه پورفیری و گلومروپوفیری میباشد. براساس دادههای ژئوشیمیایی عناصر اصلی و فرعی، سنگهای منطقه از لحاظ سری ماگمایی جزو سری کالک آلکالن پتاسیم متوسط تا بالا هستند. براساس دیاگرامهای تکتنوماگمایی و دیاگرامهای چند عنصری نرمالیز شده بر اساس گوشته اولیه و کندریتها، سنگهای ولکانیکی منطقه مورد مطالعه به فرورانش حاشیه فعال قارهای مرتبط به بسته شدن اقیانوس سیستان ، وابسته بوده و خصوصیات شبه آداکیتها را نشان میدهند.

## **\$\$\$\$\$**

# منابع فارسی:

- ✓ زراسوندی، ع.، پورکاسب، ساکی، ع. و کاروانی، م.، ۱۳۹۲، بررسیسنگ شناسی، زمین شیمی و جایگاه زمین شناسی ولکانیک های منطقه کاسیان
  شمال شرق خرم آباد، مجله پترولوژی، سال چهارم، شماره چهاردهم، ص. ۴۹-۶۴.
- ✓ قدمی، غ.، عبادی، س.، پوستی، م.، ۱۳۹۴، سنگنگاری و زمین شیمی توده های آتشفشانی میو-پلیوسن شمال شهر بابک، با نگرشی بر ماگماتیسم
  آداکیتی نئوژن، مجله پترولوژی، سال ششم، شماره بیست و یکم، ص. ۱۰۵–۱۲۰.
- 🗸 🛛 نظری، ح . و سلامتی، ر.، ۱۳۷۸، نقشه زمین شناسی سربیشه با مقیاس ۱۰٬۱۰۰۰، ورقه ۷۹۵۵ سربیشه، سازمان زمین شناسی واکتشافات معدنی کشور.

# **\$\$\$\$\$**

#### **References:**



- ✓ Arjmandzadeh, R., Karimpour, M. H., Mazaheri, S. A., Santos, J. F., Medina, J. M. and Homam, S. M., 2011, Twosided asymmetric subduction; implications for tectonomagmatic and metallogenic evolution of the Lut block, eastern Iran. Journal of Economic Geology 1(3). p.1-14.
- ✓ Asiabanha, A., Bardintzeff, J. M., Kananian, A. and Rahimi G., 2012, Post-Eocene volcanics of the Abazar district, Qazvin, Iran: Mineralogical and geochemical evidence for a complex magmatic evolution. Journal of Asian Earth Sciences 45, p.79–94.
- Babazadeh, S.A., De Wever, P., 2004, Early Cretaceous radiolarian assemblages from radiolarites in the Sistan Suture (eastern Iran). Geodiversitas 26, p.185-206.
- ✓ Boynton W.V., 1984, "Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: HENDERSON, P. (ed), Rare Earth Element.
- ✓ Castillo, P, R, 2012, adakitepetrogenesis. Lithos 134-135, p.304-316.
- ✓ Castillo, P. R., 2006, An overview of adakitepetrogenesis, Chinese Science Bulletin 51, p.258–268.
- ✓ Cox, K.G.B., Bell, J.D., Pankhurst R.J., 1979, The interpretation of igneous rocks, George, Allen and Unwin, London.
  ✓ Eftekharnezhad, J.,1981, Tectonic division of Iran with respect to sedimentary basins. Journal of IranianPetroleum Society 82. p. 19-28 (in Persian).
- ✓ Goss A.R., Kay S.M., 2009, "Extreme high field strength element (HFSE) depletion and nearchondriticNb/Ta ratio in Central Andean adakite-like lavas (28°S, 68° W)", Earth andPlanetary Science Lettres.
- ✓ Irvine T. N., Baragar W.R.A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, Canadian Journal of Earth Science, v. 8, p.523-548.
- ✓ Karimpour. M. H., Stern. C. R., Farmer. L., Saadat. S., Malekezadeh. A., 2011, Review of age, Rb\Sr geochemistry and petrogenesis of Jurassic to Quaternary igneous rocks in Lut Block, Eastern Iran. Geopersia, 19–36.LE Maiter, R.W.,1989, A classification of agneous rocks and glossary of terms: Blackwall, Oxford, p.456.
- ✓ LE Maiter, R.W., 1989, A classification of agneous rocks and glossary of terms: Blackwall, Oxford, p. 456.
- ✓ Manya, Sh., Maboko, M.A.H., Nakamur, E., 2007, "The geochemistry of high-Mg andesite and associated adakitic rocks in the Musoma-Mara Greenstone Belt, northern Tanzania: Possible evidence for Neoarchaean ridge subduction?", Precambrian Research 159, p.241–259.
- ✓ Martin, H., 1986. Effect of steeper Archaean geothermal gradient on geochemistry of subduction-zone magmas. Geology 14, 753–756.Mohamed, F. H., Moghazi, A. M. and Hassanen, M. A., 2000, Geochemistry, petrogenesis and tectonic setting of late NeoproterozoicDokhan-type volcanic rocks in the Fatira area, eastern Egypt. International Journal of Earth Sciences 88, p.764-777.
- Mohamed, F. H., Moghazi, A. M. and Hassanen, M. A., 2000, Geochemistry, petrogenesis and tectonic setting of late NeoproterozoicDokhan-type volcanic rocks in the Fatira area, eastern Egypt. International Journal of Earth Sciences 88: 764-777.
- ✓ Muller, D., Rock, N. M. S., Groves, D. and Groves, D. I., 1997, Geochemical discrimination between shoshniticpotassic volcanic rocks from fifferent tectonic setting: a pilot study. Mineralogy and Petrology 141, p.259-287.
- Pang, K.N., Chung, S.L., Zarrinkoub, M.H., Khatib M.M., Mohammadi S.S., Chiu, H.Y., Chu, Ch,H., Lee, H.Y., and Lo Ch.H., 2013, Eocene-Oligocene post-collisional magmatism in the Lut-Sistan region, eastern Iran: Magma genesis and tectonic implications. Lithos, 180-181, p.234-251.
- Prouteau G., Scaillet B., Pichavant M., Maury R., 2001, "Evidence for mantle metasomatism byhydrous silicic melts derived from subducted oceanic crust", Nature 410, p.197-200.
- ✓ Saccani, E., Delavari, M.,Beccaluva, L. and Amini, S. A., 2010, Petrological and geochemical constraints on the origin of the Nehbandanophiolitic complex (eastern Iran): implication for the evolution of the
- ✓ Schandl, E .S; Gorton, M. P., 2002, Application of high field strength elements to discriminate tectonic setting in VMS environments .Economic Geology, Vol. 97, p. 629-642. Sistanocean. Lithos 117: 209-228.
- 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. Londoa. Spec. Pub. 42, p. 313-345.
- ✓ Tirrul, R., Bell, I. R., Griffis, J. R. & Camp, V. E., 1983, The sistan suture zone of Eastern Iran. G. S. A. Bulletin, 94, p.134 – 150.