



بیست و سومین همایش بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران



دانشگاه شیراز

23rd Symposium of Crystallography & Mineralogy of Iran

۸ و ۷ بهمن ماه ۱۳۹۴ دانشگاه دامغان

بررسی ژئوشیمیایی سنگ‌های آتشفشانی غرب فدشک (جنوب

غرب خوسف)، شرق ایران

ترشیزی، محمود^{۱*}؛ زرین کوب، محمدحسین^۲؛ محمدی، سید سعید^۲؛ رجبی عبدالرحمن^۲

^{۱*} - دانشجوی کارشناسی ارشد رشته پترولوژی دانشگاه بیرجند

E-mail address: mahmoodtorshizi@birjand.ac.ir

^۲ - عضو هیأت علمی گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند

چکیده

منطقه مورد مطالعه در غرب روستای فدشک (جنوب غرب خوسف) در استان خراسان جنوبی واقع شده، و از نظر تقسیمات زمین‌شناسی در حاشیه شرقی بلوک لوت قرار دارد. در این منطقه سنگ‌های آتشفشانی ترشیری (ائوسن-الیگوسن تا پلیوسن) با ترکیب آندزیت، تراکی آندزیت، داسیت، ریوداسیت و ریولیت و همچنین نهشته‌های آذرآواری (توف، برش و آگلومرا) رخنمون دارند. سنگ‌های آتشفشانی این منطقه دارای ماهیت کالک‌آلکالن پتاسیم متوسط تا پتاسیم بالا هستند. بالا بودن مقدار SiO_2 (میانگین ۶۷/۰۹٪)، Al_2O_3 (میانگین ۱۷/۶۴٪)، Sr (میانگین ۳۹۲/۱۴ppm) و نسبت Sr/Y (میانگین ۳۶/۰۷)، همراه با پایین بودن مقدار Yb (میانگین ۱/۱۶ppm) و Y (میانگین ۱۰/۷۸ppm) گرایش این مجموعه را به سمت ماگماهای آداکیتی آشکار می‌کند.

کلید واژه: داسیت، ترشیری، خوسف، آداکیت، بلوک لوت



Geochemical study of volcanic rocks in West of Fadeshk (South West of khoosf), East of Iran

ABSTRACT

The study area is located at the west of Fadeshk village in South west of Khoosf town; Southern Khorasan province. The study area is in ester part of Lut block, based on the geological divisions. Tertiary volcanic rocks, (Eocene-Oligocene to Pliocene) in this area, are andesites, Trachy andesite, dacite, rhyodacite and rhyolite with pyroclastic deposits (tuff, breccia and agglomerate). The volcanic rocks in this area have calc-alkaline with medium to high potassium nature. The high amount of SiO₂ (67.09% average), Al₂O₃ (17.67% average), Sr (392.14ppm average) and High Sr/Y ratio (36.7 average) with the low amount of Yb (1.16ppm average), And Y (10.78ppm average), reveal this rocks have adakitic nature.

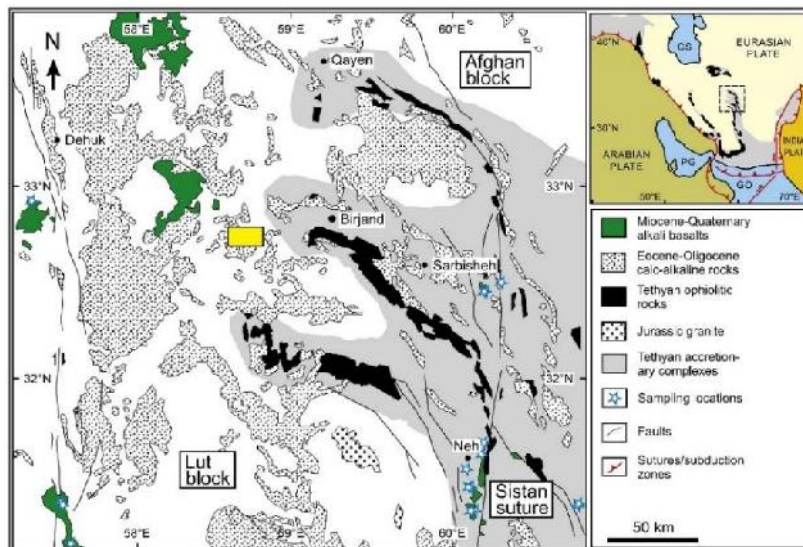
Keywords: Dacite, Khoosf, Tertiary, Adakitic, Lut block

مقدمه:

منطقه مورد مطالعه در جنوب باختر شهر بیرجند، در برجه ۱:۲۵۰۰۰۰ بیرجند (افتخارنژاد، ۱۳۶۹) و ۱:۱۰۰,۰۰۰ خوسف (وحدتی دانشمند و خلقی، ۱۳۶۷) در غرب روستای فدشک (جنوب غرب خوسف) قرار دارد و از نظر جغرافیایی بین طول‌های جغرافیایی ۵۸°،۳۹' تا ۵۸°،۴۶' شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۲°،۴۴' تا ۳۲°،۴۷' شمالی در استان خراسان جنوبی قرار می‌گیرد. بر اساس تقسیمات واحدهای زمین‌شناسی و ساختمانی ایران (آقاناتی ۱۳۸۳)، در خاور خرد قاره ایران مرکزی و در خاور مرکز بلوک لوت واقع شده است (شکل ۱). هدف از انجام این پژوهش بررسی شیمی سنگ‌های آتشفشانی ترشیری منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

روش کار:

جهت انجام این پژوهش، پس از مشاهدات صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی، تعداد ۱۰ نمونه از سنگ‌های آتشفشانی مورد مطالعه براساس حداقل دگرسانی و تنوع ترکیبی انتخاب، و در آزمایشگاه ACME (در کشور کانادا) به روش ICP-MS برای عناصر اصلی و ICP-ES برای عناصر کمیاب مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج حاصل از آن به وسیله نرم‌افزارهای GCDkit و Minpet پردازش شده‌اند. نام نمونه‌ها به همراه مختصات جغرافیایی و علامت اختصاری در جدول ۱ آورده شده است.



شکل ۱: محدوده مورد مطالعه در مرز بین بلوک لوت و زون جوش خورده سیستان (Pang et al., 2012) قرار می‌گیرد، (با مستطیل زرد رنگ مشخص شده است).

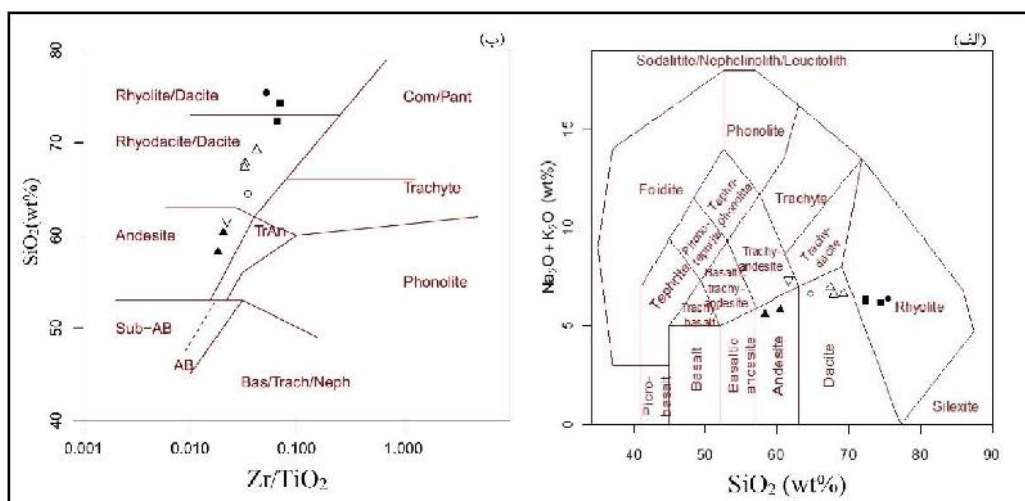
جدول ۱: مختصات جغرافیایی برحسب (UTM) و شماره نمونه‌های سنگی انتخاب شده جهت آنالیز به همراه علائم استفاده شده در نمودارهای ژئوشیمیایی.

ردیف	نمونه شماره	X	Y	علامت در نمودار
1	T-L-1	657298	3628070	▲
2	T-F-5b	660428	3627468	▲
3	T-I-5	656625	3625459	■
4	T-E-6	662327	3625987	■
5	T-D-6	662757	3626641	●
6	T-K-5	657338	3626459	△
7	T-I-1	658011	3624650	△
8	T-D-4	662683	3626713	△
9	T-E-1	662218	3628103	○
10	T-D-5	662673	3626679	▽

بحث:

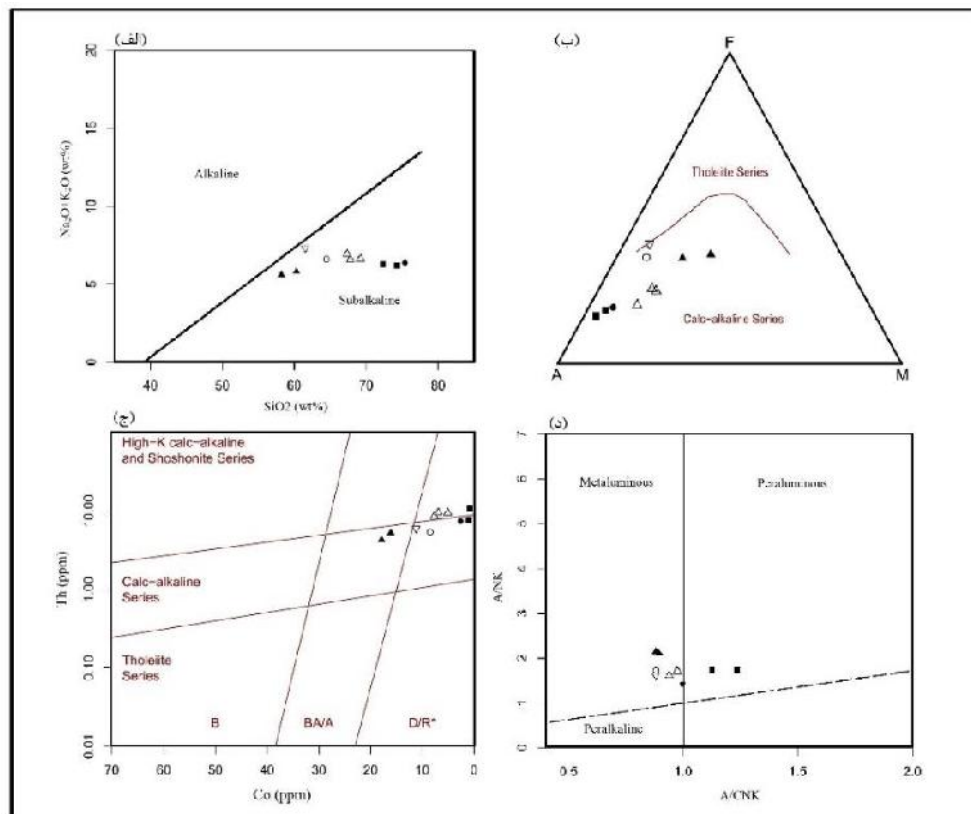
از آنجاکه تبلور و انجماد ماگما تحت تاثیر پدیده‌های متعددی بوده که صرفاً به کمک شواهد پتروگرافی قابل درک نمی‌باشند، استفاده از ترکیب شیمیایی سنگ‌ها که بیشترین شباهت را با ماگمای والد خود دارند ضروری به نظر می‌رسد. به‌طور کلی داده‌های ژئوشیمیایی در چهار گروه اساسی عناصر اصلی، عناصر کمیاب، ایزوتوپ‌های رادیوژنیک و ایزوتوپ‌های پایدار قابل تقسیم هستند، که در این تحقیق فقط نوع اول و دوم در دسترس و استفاده شده است.

سنگ‌های آتشفشانی منطقه مورد مطالعه در نمودار $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ در مقابل SiO_2 (Middlemost, 1994)، (شکل ۲ الف) سنگ‌های منطقه مورد مطالعه براساس این نمودار در محدوده تراکی‌اندزیت، آندزیت، داسیت و ریولیت قرار می‌گیرند. و در نمودار Zr/TiO_2 در مقابل SiO_2 (Winchester and Floyd., 1977) در محدوده آندزیت، ریوداسیت-داسیت و ریولیت-داسیت قرار می‌گیرند (شکل ۲ ب).



شکل ۲: الف) نمودار رده‌بندی سنگ‌های آذرین (TAS) (Middlemost, 1994). ب) نمودار رده‌بندی سنگ‌های آذرین درصد وزنی SiO_2 به مقادیر Zr/TiO_2 (Winchester and Floyd., 1977) جهت طبقه‌بندی سنگ‌های آتشفشانی منطقه.

نمونه‌های مورد مطالعه در نمودار درصد وزنی مجموع عناصر آلکالن ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) در مقابل SiO_2 (Irvine & Baragar, 1971) در محدوده ساب‌آلکالن (شکل ۳ الف)، و در نمودار AFM (Irvine & Baragar, 1971) در محدوده سری کالک‌آلکالن قرار می‌گیرند (شکل ۳ ب). سنگ‌های آتشفشانی مورد مطالعه در نمودار Th به Co (Hastie et al., 2007) در میدان سری کالک-آلکالن پتاسیم متوسط تا شوشونیتی قرار می‌گیرند (شکل ۳ ج)، شاخص دیگری که با استفاده از داده‌های ژئوشیمیایی می‌توان تعیین نمود شاخص اشباع از آلومین می‌باشد، که به این منظور از نمودار A/NK در مقابل A/CNK (Shand, 1943) استفاده گردید، با توجه به این نمودار که در (شکل ۳ د)، نشان داده شده است، هشت نمونه از سنگ‌ها در محدوده مت‌آلومین، و دو نمونه در محدوده پرآلومین قرار گرفته‌اند. سنگ‌های نوع پرآلومین ممکن است ناشی از تفریق بلورین هورنبلند (Huang et al., 2013) یا ذوب بخشی سنگ‌های مافیک (Chapple et al., 2012, Huang et al., 2013) باشند.



شکل ۳: (الف) نمودار درصد وزنی مجموع عناصر آلکان (Na₂O+K₂O) در مقابل SiO₂ (Irvine & Baragar, 1971)، (ب) نمودار AFM (Irvine & Baragar, 1971) و موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه بر روی آن، (ج) نمودار Co در مقابل Th و موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه، در این نمودار منظور از B بازالت، BA/A آندزیت بازالتی/ آندزیت و D/R داسیت / ریولیت می‌باشد (Hastie et al., 2007)، (د) موقعیت سنگ‌های آذرین منطقه در نمودار (Shand, 1943).

الگوهای تغییرات عناصر خاکی نادر سنگ‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد (شکل ۴) که در سنگ‌های منطقه مورد مطالعه عناصر کمیاب خاکی سبک (LREE) نسبت به عناصر کمیاب خاکی سنگین (HREE) غنی‌شدگی بیشتری نشان می‌دهند. این غنی‌شدگی می‌تواند بر اثر تفرق کانی هورنبلند یا وجود گارنت در منشأ رخ داده باشد (Jahangiri, 2007). فراوانی عناصر خاکی نادر سنگین در نمونه‌های آندزیتی و تراکی آندزیتی بسیار بیشتر از نمونه‌های داسیتی و ریولیتی است. این ویژگی‌ها بیانگر آن است که سنگ‌های ریولیتی، داسیتی نسبت به سنگ‌های آندزیتی - تراکی آندزیتی تفریق یافته‌تر هستند و دارای فراوانی کمتری از این عناصر می‌باشند. با توجه به ترکیب سنگ‌های منطقه انتظار می‌رود که Eu آنومالی مثبتی نشان دهد که همانطور که مشاهده می‌گردد رفتار Eu مشابه با سایر عناصر کمیاب خاکی بوده که این می‌تواند در نتیجه تشکیل و تبلور سنگ‌های منطقه در فوگاسیته بالای اکسیژن باشد، نبود آنومالی مثبت از خصوصیات آداکیت‌ها می‌باشد (Castillo, 2012).



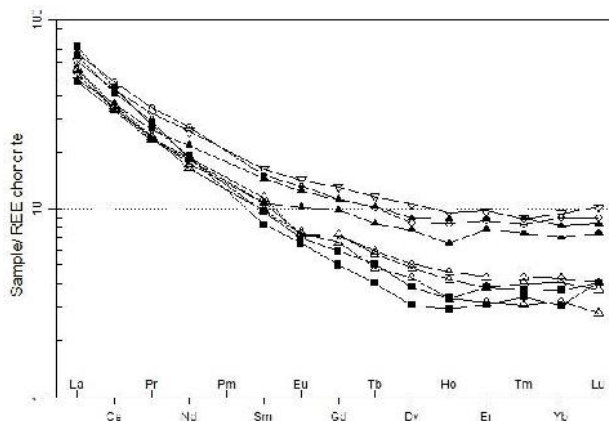
بیست و سومین همایش بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران



دانشگاه اصفهان

23rd Symposium of Crystallography & Mineralogy of Iran

۸ و ۷ . بهمن ماه ۱۳۹۴ دانشگاه اصفهان

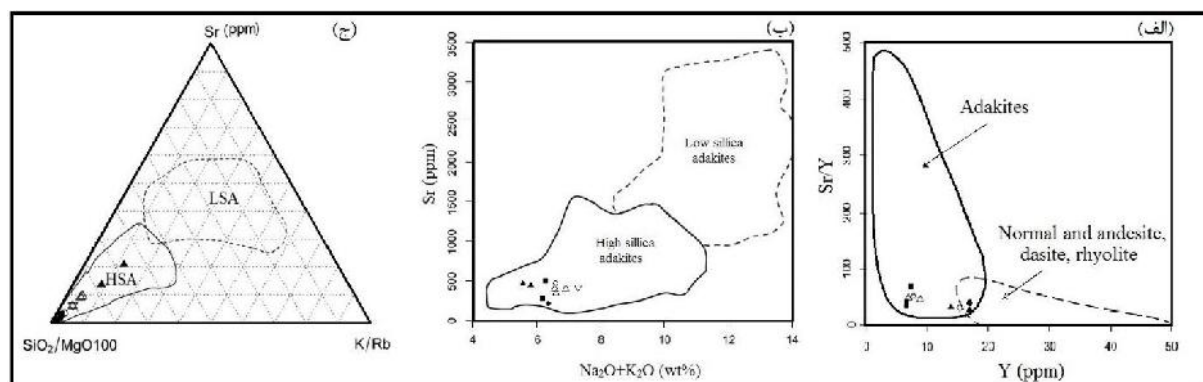


شکل ۴: نمودار چند عنصری عناصر کمیاب خاکی به هنجار شده با کندریت (Boynton, 1984).

مقایسه ویژگی‌های ژئوشیمیایی آداکیت‌ها (Castillo, 2006 & Richards and Kerrich., 2007) نشان می‌دهد که این سنگ‌ها بسیاری از ویژگی‌های ژئوشیمیایی آداکیت‌ها را دارند (جدول ۲). آداکیت‌ها از طریق فرآیندهای مختلفی حاصل می‌شوند: ذوب منبعی با مقادیر بالایی از La/Y و Sr/Y ، ذوب در اعماق زیاد با حضور مقدار زیادی گارنت باقیمانده، تبلور بخشی همراه با هضم (AFC) و یا واکنش مذاب‌های فلسیک با گوشته که سبب غنی‌شدگی Sr و LREE نسبت به HREE می‌شود (Moyen, 2009). نمودار نسبت Sr/Y در مقابل Y (Defant et al., 1990) متمایز کننده سنگ‌های آداکیتی بوده که بر این اساس سنگ‌های منطقه مورد مطالعه در محدوده آداکیت‌ها واقع شده‌اند (شکل ۵الف). همچنین آداکیت‌ها را می‌توان بر اساس میزان سیلیس به دو دسته آداکیت‌های سیلیس بالا (HSA) و آداکیت‌های سیلیس پایین (LSA) تقسیم‌بندی کرد (Martin et al., 2005). بر این اساس سنگ‌های منطقه مورد مطالعه در محدوده آداکیت‌های سیلیس بالا قرار می‌گیرند (شکل ۵الف، ج). لیتوسفر بازالتی فرورانده شده ذوب می‌شود و با پریدوتیت‌های گوهی گوشته‌ای واکنش می‌دهد، ماگمای حاصل از این واکنش خصلت آداکیتی سیلیس بالا دارد. در نقطه مقابل این سنگ‌ها آداکیت‌های سیلیس پایین قرار دارند. این سنگ‌ها از ذوب پریدوتیت‌های گوه گوشته‌ای که با ماگمای فلسیک پوسته فرورانده تعدیل شده است تشکیل می‌شوند (Martin et al., 2005).

جدول ۲: مقایسه ویژگیهای ژئوشیمیایی سنگهای مورد مطالعه با ویژگیهای ژئوشیمیایی مطرح شده توسط ریچارد و کریش (۲۰۰۷) و کاستیلو (۲۰۰۶) برای آداکیت‌ها.

ردیف	معیارهای شناخت آداکیت‌ها (Richards and Kerrich., 2007)	میانگین آداکیت‌ها (Castillo, 2006)	میانگین نمونه های منطقه مورد مطالعه
1	$SiO_2(wt\%) \geq 56$	$SiO_2 > 56wt\%$	$SiO_2=67.09$
2	$Al_2O_3(wt\%) \geq 15$	$Al_2O_3 > 15wt\%$	$Al_2O_3=17.64$
3	$MgO(wt\%) \leq 3$	$MgO < 3wt\%$	$MgO=1.43$
4	$Na_2O(wt\%) > 3/5$	-	$Na_2O=4.64$
5	$K_2O(wt\%) > 3$	-	$K_2O=1.79$
6	$K_2O/Na_2O \sim 0.42$	-	$K_2O/Na_2O=0.41$
7	$Cr(ppm) \leq 65$	-	$Cr=46$
8	$Sr(ppm) \leq 400$	$Sr > 300ppm$	$Sr=392.14$
9	$Y(ppm) \leq 18$	$Y < 15ppm$	$Y=10.78$
10	$Yb(ppm) \leq 1.9$	$Yb < 1.9ppm$	$Yb=1.16$
11	$La/Yb \geq 20$	$La/Yb > 20$	$La/Yb=15.33$
12	-	$Sr/Y > 20$	$Sr/Y=36.07$
13	-	No Eu anomaly	No Eu anomaly



شکل ۵: نمودار نسبت Sr/Y در مقابل Y (ppm) (Defant et al., 1990). (ب، ج) نمودارهای متمایز کننده آداکیت‌های پرسیلیس از کم‌سیلیس (Martin et al., 2005).



بیست و سومین همایش بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران



دانشگاه دامغان

23rd Symposium of Crystallography & Mineralogy of Iran

۸ و ۷ . بهمن ماه ۱۳۹۴ دانشگاه دامغان

نتیجه‌گیری:

سنگ‌های مورد مطالعه دارای طیف ترکیبی از آندزیت، تراکی آندزیت، داسیت، ریوداسیت و ریولیت می‌باشند. این سنگ‌ها دارای ماهیت کالک‌آلکالن پتاسیم متوسط تا بالا بوده و در مجموع دارای ماهیت متآلومین می‌باشند. با توجه به نمودار Sr/Y در مقابل Y سنگ‌های مورد مطالعه در زمره آداکیت‌ها همچنین با توجه به نمودارهای مختلف ارائه شده (در شکل ۶) جهت تفکیک آداکیت‌های سیلیس‌بالا و سیلیس‌پایین، آداکیت‌های منطقه در گروه آداکیت‌های سیلیس‌بالا قرار می‌گیرند.

منابع و مأخذ:

- Castillo p.r., 2012. Adakite petrogenesis. V 134-135, pp. 304-316
- Castillo P.R., 2006. An overview of adakite petrogenesis. Chinese Science Bulletin, 51, pp. 257–268
- Chappell B.W., Bryant C.J., Wyborn., 2012. Peraluminous I-type granites. Lithos, 153, pp. 142-153
- Defant M.J., Drummond M.S., 1990. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere. Nature 347, pp. 662– 665.
- Hang X.L., Yu Y., Li J., Tong L.L., 2013. Geochronology and petrogenesis of the early Paleozoic I-type granite in the Thiashan area, south china, middle-lower crustal melting during orogenic collapse. lithos, 177, pp. 268-284
- Hastie A.R., Kerr A.C., Pearce J.C., Mitchell S.F., 2007. Classification of altered volcanic island arc rocks using immobile trace elements: development of the Th-Co discrimination diagram. J.Petrol, 48, pp. 2341-2357
- Irvine T.N., and Baragar W.R.A., 1971. A guide to chemical classification of the common volcanic rocks. Can.J.Sci, 8, pp. 523-548
- Jahangiri, A. 2007. Post-collisional Miocene adakitic volcanism in NW Iran: geochemical and geodynamic implications. Journal of Asian Earth Sciences 30, pp. 433-447.
- Kuno H., 1968. Origin of andesite and its bearing on the island arc structure. Bull, Vol 32, pp. 141-176.
- Martin H., Smithies R.H., Rapp R., Moyen J.F., & Champion D., 2005. An overview of adakite, tonalite–trondhjemite–granodiorite (TTG), and sanukitoid: relationships and some implications for crustal evolution. Lithos, 79, pp. 1–24
- Middlemost E.A.K., 1994. Naming materials in the magma/igneous rock System Longman Groun u. k, pp.73-86.
- Moyen J.F., 2009. High Sr/Y and La/Yb ratios: The meaning of the “adakitic signature. lithos 112, pp. 556–574
- Pang K.N., Chung S.L., Zarrinkoub M.H., Mohammadi S.S., Yang H.M., Chu C.H., Lee H.Y., Lo C.H., 2012. Age, geochemical characteristics and petrogenesis of Late Cenozoic intraplate alkali basalts in the Lut–Sistan region, eastern Iran. Chemical Geology, v. 306-307, pp. 40-53.
- Richards J.P., and Kerrich R., 2007. Adakites: their diverse origin and questionable role in metallogenesis. Econ. Geol, 102, pp. 537–576.
- Shand S.J., 1943. Eruptive rocks, Their Genesis, Composition, Classification, and Their relation to Ore-Deposits with a chapter on Meteorite. New York: Johan Wiley & Sons.
- Winchester J.A., and Floyd P.A., 1977. Geochemical discrimination of different magma Series and their differentiation products, using immobile elements, Chem Geol, 22, pp. 325-343