ژئوشیمی، پتروگرافی و پتروژنز سنگ‌های آتشفشانی ائوسن منطقه جام (سمنان)

قریشوندی حمید[۱]،مسعودی فریبرز[۲]، قربانی منصور[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد پترولوژی دانشگاه شهید بهشتی

hamidgharishvandi@gmail.com

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

F_masoudi@sbu.ac.ir

چکیده

درمنطقه جام واقع در ۲۵ کیلومتری شرق سمنان مجموعه‌ای از سنگ‌های آتشفشانی ائوسن رخنمون دارند. این منطقه از لحاظ تقسیم بندی ساختاری ایران در بخش جنوبی البرز مرکزی قرار دارد. با توجه به نقشه زمین‌شناسی منطقه و مطالعات پتروگرافی انجام شده، واحدهای اصلی موجود در منطقه گدازه‌های داسیتی، ریوداسیتی و سنگ‌های آذرآواری می‌باشند. بافت غالب سنگ-های آذرآواری میکرولیتیک پورفیری و گاهی کریپتوکریستالین است. بافت عمده گدازه‌های داسیتی منطقه پورفیری و گلومروپورفیری می‌باشد. بر اساس داده‌های ژئوشیمیایی می‌توان این سنگ‌ها را جزء سری‌های کالک‌آلکالن پتاسیم بالا و شوشونیتی با محتوای بالایی از K, Rb, Sr, Th, Ta به شمار آورد. نمودارهای عنکبوتی عناصر کمیاب نرمالیز شده بر پایهٔ گوشته اولیه و مورب، تهی شدگی از عناصر HFSE و غنی شدگی از عناصر LILE و عناصر نادر خاکی سبک LREE را نشان می‌دهند که این ویژگی ژئوشیمیایی شاخصه کمان‌های ماگمایی است. نسبت پایین La/Th و نسبت بالایی از Ba/La و Ba/Nb در نمونه‌ها، گدازه‌های منطقه را از نوع فوران یافته در محیط‌های فرورانش مشخص می‌نماید. به علاوه نمودارهای تکتونیکی و ژئوشیمی عناصر کمیاب بیانگر محیط تکتونیکی فرورانش قاره_اقیانوس می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پتروگرافی، سنگ‌های آتشفشانی، منطقه جام

Geochemistry, Petrography and Petrogenes of Eosen Volcanic Rocks in Jam Area (Semnan).

Abstract

In Jam area located 25 km East of Semnan a complexes of volcanic rocks with the age of Eocene are present. In terms of structural classification of Iran, this area is located in the southern part of Central Alborz . Based on geological map and petrographic studies, the main geological units are rhyodacite, dacite and pyroclastic rocks. Main texture of pyroclastic rocks is microlithic porphyry, but in some cases cryptocrystalline texture is dominant texture. Also The main textures of lava ¬ Dacite are porphyry and glomeroporphyric .On the basis of geochemical data the rocks are calc- alkalin with high amount of potassium and shoshonitic naturewith high content of Ta, Th, Sr, Rb, K series. Spider diagrams of trace elements normalized with primary and tilted mantle shows the depletion of LREE and LILE and enrichment of HFSE elements which are characteristic of magmatic arcs. Low ratio of Ba/Nb and Ba/La and also high ratio of La/Th are a good indicator that rocks of the area are erupted in subduction zone.

Key words: petrography, Volcanic Rocks, Jam area

مقدمه

روستای جام در شمال‌شرقی سمنان و بین طول‌های جغرافیایی شرقی های جغرافیایی شرقی ´۴۵ °۵۳ تا ´۵۵ °۵۳ و عرض‌های جغرافیایی شمالی ´۴۰ °۳۵ تا ´۵۰ °۳۵ واقع شده است. از لحاظ تقسیمات زمین‌شناسی ایران، محدوده مورد مطالعه در حاشیه جنوبی زون البرز مرکزی قرار دارد. با توجه به نقشه زمین‌شناسی منطقه و مطالعات پتروگرافی انجام شده، واحدهای اصلی موجود

Archive of SID
www.SID.ir

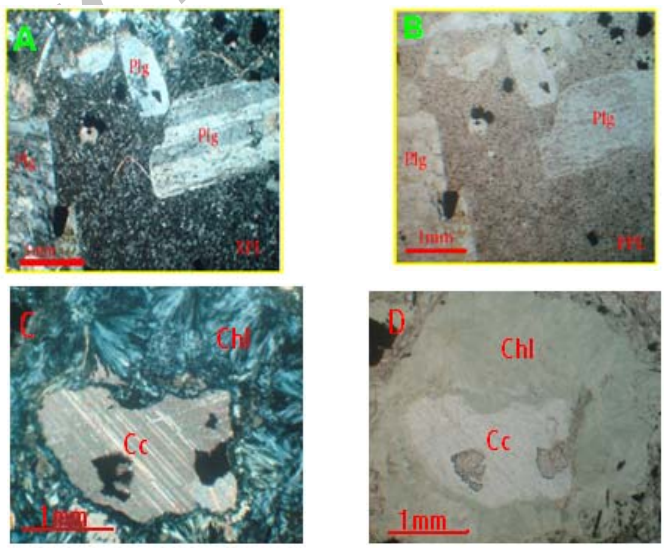
در منطقه گدازه‌های داسیتی و سنگ‌های آذرآواری می‌باشند. بر اساس مطالعات انجام گرفته در منطقه توسط علوی نائینی (۱۳۵۱)، ناحیه جام را می توان از دیدگاه پارینه جغرافیایی به دو بخش مختلف تقسیم کرد:

-منطقه A یا (ZON A) : که درشمال باختری ناحیه قرار گرفته و پیوسته با کوه‌های البرز است.

-منطقه B یا (ZON B) : که در جنوب خاوری منطقه قرار گرفته و پیوسته با کوه‌های ایران مرکزی است که این دو بخش توسط گسل عطاری از یکدیگر جدا می‌شوند که منطقه مورد مطالعه در زون B قرار دارد. با توجه به اینکه سنگ‌های اسیدی و حدواسط در منطقه مورد مطالعه گستردگی بیشتری نسبت به سایر سنگ‌های آذرین دارند، در این تحقیق پتروگرافی و ژئوشیمی سنگ‌های داسیتی و آذرآواری منطقه جام بررسی می‌شود. بدین منظور پس از مطالعات صحرایی و بررسی پتروگرافی سنگ‌های منطقه، تعداد ۱۵ نمونه جهت اندازه‌گیری اکسیدهای اصلی، عناصر کمیاب و نادرخاکی به روش XRF در دانشگاه تربیت معلم تهران آنالیز گردید و سپس نتایج آنالیز برای بررسی پترولوژی این سنگ‌ها استفاده گردید.

پتروگرافی سنگ‌های داسیتی و گدازه‌های آذرآواری منطقه:

بر پایه مطالعات پتروگرافی صورت گرفته کانی‌های عمده تشکیل دهنده داسیت‌ها و آذرآواری‌های منطقه جام، شامل پلاژیوکلاز، کوارتز و آمفیبول می‌باشند. پلاژیوکلاز از کانی‌های غالب این سنگ‌هاست که نسبتا درشت بلور و به صورت شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار می‌باشند. بلورهای پلاژیوکلاز معمولاً دگرسان شده و به سرسیت تبدیل شده‌اند. این کانی در این سنگ‌ها ماکل پلی‌سنتتیک و زونینگ را به خوبی نشان می‌دهد (شکل ۱). کوارتز نیز از فراوان‌ترین کانی‌های موجود در این سنگ ها می‌باشدکه معمولا ریز بلور تا متوسط بلور بوده و بی‌شکل است. آمفیبول دیگر کانی اصلی این نوع سنگ‌ها می‌باشد که معمولاً شکل‌دار و متوسط بلور است، این کانی اغلب در اثر دگرسانی به کانی‌های ثانویه تبدیل شده است.آلکالی فلدسپار : میزان این کانی در این سنگ ها ناچیز می باشد ، بطوری که می‌توان آنرا کانی ثانویه این سنگ‌ها محسوب کرد. کلسیت نیز از دگرسانی فنوکریست‌ها بوجود آمده و به طور گسترده در توف‌های سبز ائوسن منطقه جام همراه با کانی‌های کلریت، کوارتز و سرسیت دیده می‌شود. میزان کانی اپیدوت که با بیرفرنژانس قوی خود مشخص است، در توف‌های منطقه کمتر از سایر کانی‌های ثانویه است. این کانی با اشکال اسفرلیتی و شعاعی در اثر دگرسانی کانی‌های اولیه بوجود آمده است و در قالبی از این کانی‌ها، در خمیره سنگ و نیز در حفرات و فضاهای خالی سنگ اغلب همراه با کلسیت دیده می‌شود (شکل ۱).

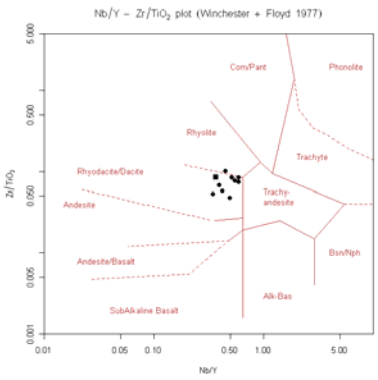


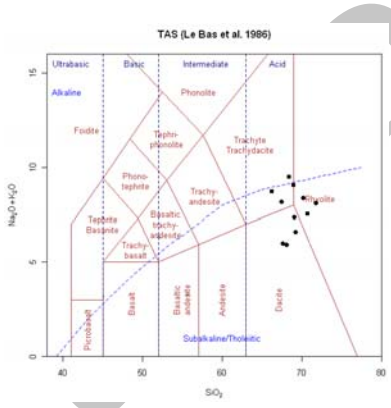
شکل ۱). AوB). بافت گلومروپورفیری در داسیت‌های جام (Plg=پلاژیوکلاز). C, D) تشکیل کانی‌های ثانویه کلریت و کلسیت. (Cc=کلسیت، Chl=کلریت). E و F) توف کریستالین منطقه جام در شرق سمنان(Q = کوارتز، XPL = نور پلاریزه، PPL= نور طبیعی).

Archive of SID
www.SID.ir

ژئوشیمی داسیت‌ها و توف‌های منطقه جام

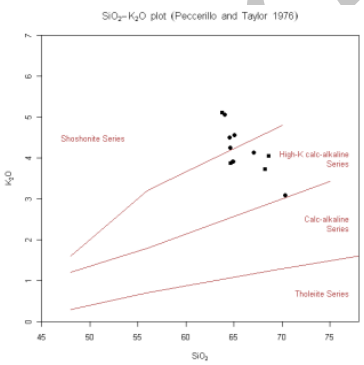
بر اساس مطالعات پتروگرافی، ولکانیک‌های منطقه شامل مجموعه‌ای از داسیت و توف هستند که اطلاعات و نتایج آنالیزهای شیمیایی نمونه‌های سنگی مجموعهٔ مورد نظر و نام‌گذاری آن‌ها با استفاده از شیمی اکسیدهای اصلی و کانی‌های نورم، با مطالعات پتروگرافی هماهنگی کاملی نشان می‌دهد. . بر اساس ترکیب شیمیایی، سنگ‌های ولکانیکی مورد نظر در نمودار (TAS (Le Bas et al. 1986 که بر مبنای درصد وزنی مجموع آلکالن (Na2O+ k2O) در مقابل درصد وزنی سیلیس (SiO_2) رسم شده است، در محدوده داسیت، تراکیت و تراکی داسیت و ریولیت قرار می‌گیرند (شکل۲ –الف). همچنین در نمودار Winchester & Floyd, 1977 که بر اساس عناصر کمیاب (Zr/Ti – Nb/Y) می‌باشد، سنگ‌های مورد مطاعه در محدوده داسیت، ریوداسیت و ریولیت قرار می‌گیرند (شکل ۲–ب).

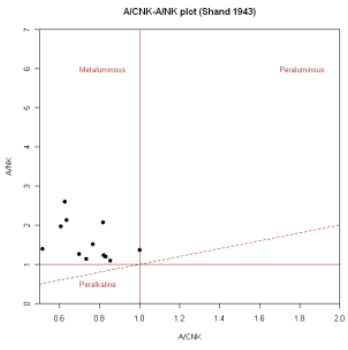




شکل۲. الف). نمودار(TAS (Le Bas et al. 1986 شکل ۲. ب). نمودار Zr/Ti – Nb/Y اقتباس از Winchester and Floyd, 1977

از لحاظ شاخص اشباع از آلومین و بر اساس نمودار شاند (۱۹۴۳)، سنگ‌های مورد مطالعه در محدوده متاآلومین جای می‌گیرند (شکل ۳- الف). همچنین بر اساس نمودار K_2O در مقابل SiO_2 اقتباس از Peccerillo & Taylor, 1976) برای تعیین سری ماگمایی، سنگ‌های مورد مطالعه در ردهٔ کالک‌آلکالن پتاسیم بالا و شوشونیتی قرار می‌گیرند (شکل ۳- ب).



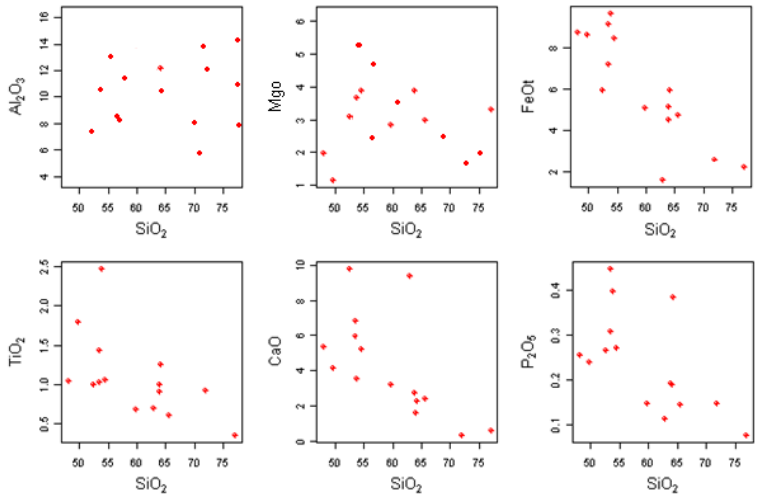


شکل ۳- الف) نمودار تعیین شاخص اشباع از آلومین. شاند، ۱۹۴۳ شکل۳- ب) نمودار K2O در مقابل SiO_2 اقتباس از Peccerillo & Taylor, 1976

نمودارهای هارکر نشان می‌دهد که در طی تفریق ماگمایی و همزمان با افزایش مقدار SiO_2، مقادیر TiO_2, CaO, MgO و FeO روند نزولی خطی مشخصی را با شیب متوسط به نمایش می‌گذارند. ظاهراً کاهش اکسیدهای آهن، نشانه تفکیک

www.SID.ir

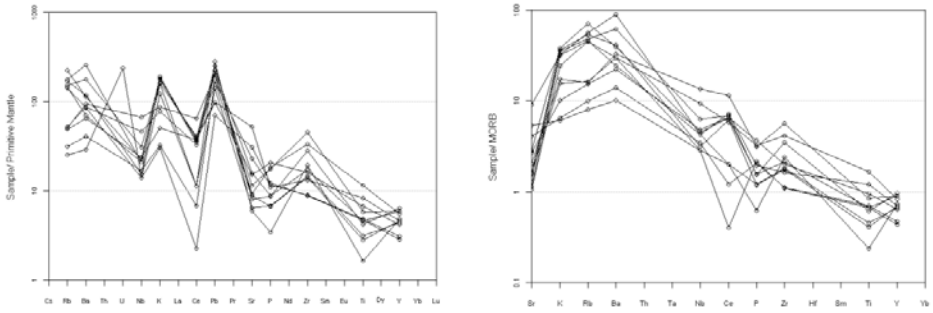
اکسیدهای آهن در مراحل ابتدایی تفریق ماگمایی در سری‌های کالک‌آلکالن می‌باشد. کاهش نسبتاً سریع TiO_2 در طی تفریق، پایین بودن میزان آندر سنگ‌ها، ارتباط مثبت TiO_2 و P_2O_5 و ارتباط منفی آن با سیلیس، از مشخصات ولکانیسم کالک‌آلکالن به شمار می‌رود (Gill, 1981). تغییرات نامنظم Al_2O_3، بیشتر تابع PH موجود در سنگ‌هاست. با این حال تاحدودی به سمت سنگ‌های اسیدی مقدار آلومین افزایش می‌یابد که این می‌تواند نشانه تعلق این سنگ‌ها به مناطق کوهزایی باشد (شکل ۴).



شکل ۴) نمودارهای هارکر

نمودارهای عنکبوتی عناصر کمیاب:

نمودارهای عنکبوتی عناصر کمیاب نرمالیز شده بر پایهٔ گوشته اولیه و مورب، تهی شدگی از عناصر HFSE (Zr, Nb, P, Ti, Y) و غنی شدگی از عناصر LILE (K, Rb, Ba, Pb, Sr, Th) و عناصر نادر خاکی سبک LREE را نشان می‌دهند که این ویژگی ژئوشیمیایی شاخصه کمان‌های ماگمایی است.غنی‌شدگی Ba, Rb و Th و افت عناصر Nb و Ti در الگوی عناصر کمیاب از ویژگی‌های سنگ‌های وابسته به فرورانش است (ویلسون، ۱۹۸۹). تیلور و مک لنان (۱۹۸۵) نیز فراوانی عناصر LILE از قبیل La, K, Rb, U, Th به همراه Pb و تهی‌شدگی عناصر Ta, Ti, Nb را به مذاب با منشأ پوسته‌ای نسبت داده‌اند.Edwards et al, 1994 معتقدند که دلیل تخلیه Ti در ماگماتیسم مرتبط با فرورانش و فوگاسیته اکسیژن می‌باشد. وقتی فوگاسیته O_2 بالا باشد، دمای زیادتری لازم استتا فازهای حاوی Ti، در مذاب‌های مشتق شده از منطقه فرورانش تخلیه گردد، بنابراین عدم تخلیه Ti صورت گرفته و این عنصر آنومالی منفی نشان می‌دهد. همچنین آنومالی منفی Ti منعکس کننده نقش اکسیدهای Fe-Ti است (Rollinson, 1993).Wilson, 1989اعتقاد دارد گودی مشخصی که در الگوی نمودارهای عنکبوتی در محل Nb و Ti وجود دارد، مشخصه‌ای برای تمام ماگماهایی است که توسط سنگ‌های پوسته قاره‌ای آلوده شده‌اند.

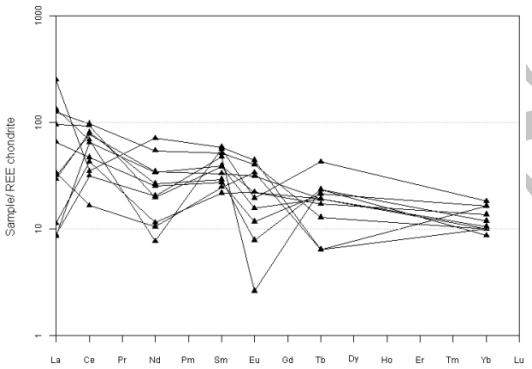


شکل۵.). دیاگرام عنکبوتی عناصر کمیاب سنگ‌های داسیتی و آذرآواری منطقه جام، نرمالیز شده بر پایهٔ مورب و گوشته اولیه

Archive of SID
www.SID.ir

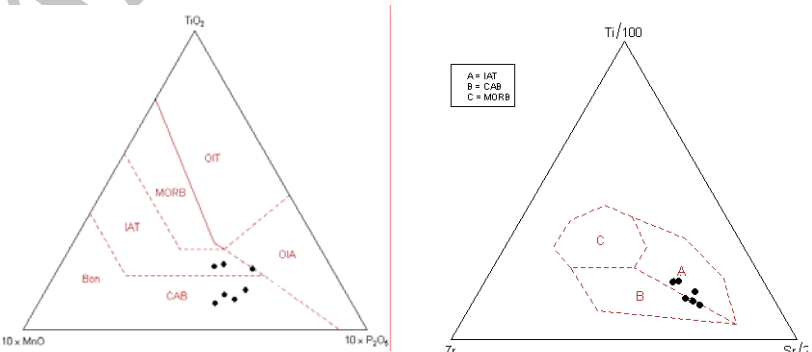
نمودار عنکبوتی عناصر نادر خاکی:

عناصر REE نسبت به سایر عناصر به مقدار کمتر در معرض هوازدگی و آلتراسیون هیدروترمال قرار می‌گیرند، بنابراین الگوی فراوانی آن‌ها می‌تواند نشانه‌هایی از منشاءهای آذرین سنگ‌ها را اثبات کند (رولینسون، ۱۹۹۳). نمودار عناصر نادر خاکی مربوط به سنگ‌های آتشفشانی مورد نظر در (شکل ۶) آمده است. به طور کلی مقدار REE این سنگ‌ها بالا بوده که این خود با نتایج مطالعات پتروگرافی و شیمی عناصر اصلی و کمیاب، سازگاری خوبی نشان می‌دهد، در بررسی‌های پتروگرافی کانی‌های آپاتیت و اسفن، مهمترین کانی‌های فرعی سنگ‌های آتشفشانی مورد نظر محسوب می‌شوند و با توجه به اینکه این کانی‌ها به عنوان حامل-های عناصر نادر خاکی، عمدتاً مقادیر بالای (LREE) را در خود متمرکز می‌نمایند، بنابراین تمرکز نسبتا بالای REE بویژه (LREE) در سنگ‌های مورد مطالعه مرتبط با تمرکز این کانی‌ها است (شکل ۶). آنومالی Eu به حضور کانی پلاژیوکلاز و آمفیبول بستگی دارد. فراوانی پلاژیوکلاز در سنگ‌های مورد مطالعه، منجر به ظهور شدن آنومالی منفی Eu و محو شدن آنومالی مثبت Eu در این سنگ ها شده است.



شکل۶). نمودار عنکبوتی عناصر نادر خاکی سنگ‌های آذرین منطقه جام، نرمالیز شده بر پایهٔ کندریت؛ اقتباس از (Nakamura, 1974).

تعیین محیط تکتونیکی: برای تعیین موقعیت تکتونیکی سنگ‌های منطقه از نمودارهای مختلفی استفاده شد. بطور مثال در دیاگرام تغییرات Ti- Zr-Sr اقتباس از Pearce & Cann, (1973). سنگ‌های مورد مطالعه در محدوده بازالت‌های قوس قاره و بازالت‌های کالک آلکالن قرار می‌گیرند(شکل۷- الف). همچنین در نمودار $MnO - TiO_2 - P_2O_5$ اقتباس از مولن(۱۹۸۳)، سنگ‌های منطقه مورد مطالعه در محدوده بازالت‌های کالک‌آلکالن جزایر قوسی(CAB)، و تولئیت‌های جزایر قوسی(IAT)، جای م



شکل ۷-الف . نمودار تقسیم بندی محیط‌های تکتونیکی بر اساس عناصر کمیاب از پیرس و کن ۱۹۷۳. ب) نمودار تفکیک محیط تکتونیکی اقتباس از مولن(۱۹۸۳).

Archive of SID
www.SID.ir

نتیجه گیری

سنگ‌های آتشفشانی منطقه جام مشتمل بر گدازه‌های اسیدی، شامل داسیت، ریوداسیت و توف‌های اسیدی می‌باشند که بر اساس داده‌های ژئوشیمیایی می‌توان این سنگ‌ها را جزء سری‌های کالک‌آلکالن پتاسیم بالا و شوشونیتی با محتوای بالایی از K, Rb, Sr, Th, Ta به شمار آورد. الگوی عناصر نادر خاکی عادی شده نسبت به کندریت در سنگ‌های اسیدی منطقه. با آنومالی منفی EU و غنی شدگی در عناصر نادر خاکی سبک مشخص می‌گردد. در این سنگ‌ها جدایش پلاژیوکلاز در طی تفریق بلوری منجر به ظهور تهی شدگی EU شده است (Drake, 1975). بالا بودن نسبت LREE/HREE، در نمونه‌های مورد مطالعه نشان دهندهٔ بالا بودن نسبت CO2/H2O در منشأ و یا عمق بیشتر تولید ماگما می‌باشد. آنومالی منفی Ti, La و آنومالی مثبت LREEها، گدازه‌های منطقه را از نوع فوران یافته در محیط‌های فرورانش مشخص می‌نماید. به علاوه نمودارهای تکتونیکی و ژئوشیمی عناصر کمیاب بیانگر محیط تکتونیکی فرورانش قاره_ اقیانوس می‌باشد.

منابع

-علوی نائینی، م (۱۳۵۱)، نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ جام، انتشارات سازمان زمین شناسی واکتشافات معدنی کشور.

- Drak, M.J. The the oxidation state of europium as an indicator of oxygen fugacity. Ceochemica et Cosmochemica Acta. 39, 55-64, (1975).
- Le Bas, M. J., Le Maiter, R. W., Strecheisen, A., Zanettin, B. 1986. A Chemical Classification of volcanic Rocks Based on the Total-Alkali-silica Diagram. J. pet., 27; 745-750.
- Pearce, J.A. and Cann, J. R. 1973. Tectonic setting of basic colcanic rocks and determined using trace element analyses. Earth end planet. Sci. Letters. 19, p. 290-300.
- Wilson, M. 1989, Igneous Petrogenesis. Unwin. Hyman. 466 PP.
- Edwards, C., Menzeies, M., Thirwoll, M., (1994). Evidence from muriah, Indonesia, for interplay of Supra-subduction zon and inter place processes in the genesis of potassic alkaline magmas. Journal of petrology, 32, pp. 555-592.
- Gill, J.B., 1981, Orogenic andesites and plate tectonics: New York, Springer- Verlag, 390 p.
- Peccerillo, A., Taylor, S.R. 1976. Geochemistry of the Eocene calcalcaline Volcanic rocks from the kastamonu area, Northern Turkey, cont Min. pet., 58; 63-81.
- Rollinson, H., 1993, Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation, Singapore, Longman, 352 p.
- Winchester, J. A., and Floyd, P. A., (1977). Geochemical discrimintation of different Magma Series and their differentiation products, Using Immobile Elements, Chem, Geol. 20, 325-343.
- Harker A., 1909, The natural history of igneous rocks. Methneu, London. 344p.

Archive of SID

www.SID.ir