

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

قریشوندی حمید¹، مسعودی فریبرز²، قربانی منصور²

1- دانشجوی کارشناسی ارشد پترولوژی دانشگاه شهید بهشتی

2- عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

در منطقه جام واقع در 25 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 زمین شناسی منطقه و مطالعات پتروگرافی انجام شده، واحدهای اصلی موجود در منطقه گدازه‌های داسیتی، ریوداسیتی و سنگ‌های آذرآواری می‌باشند. بافت غالب سنگ‌های آذرآواری میکرولیتیک پورفیری و گاهی کریستالین است. بافت عمده گدازه‌های داسیتی منطقه پورفیری و گلوپورفیری می‌باشد. بر اساس داده‌های ژئوشیمیایی می‌توان این سنگ‌ها را جزء سری‌های کالک-آلکالن پتاسیم بالا و شوشونیتی با محتوای بالایی از K, Rb, Sr, Th, Ta به شمار آورد. نمودارهای عنکبوتی عناصر کمیاب نرمالیز شده بر پایه گویشته 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 تکتونیک و ژئوشیمی عناصر کمیاب بیانگر محیط تکتونیک فرورانش قاره-اقیانوس می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پتروگرافی، سنگ‌های آتشفشانی، منطقه جام

مقدمه

روستای جام در شمال شرقی سمنان و بین طول‌های جغرافیایی شرقی های جغرافیایی شرقی $53^{\circ} 45'$ تا $53^{\circ} 55'$ و عرض‌های جغرافیایی شمالی $35^{\circ} 40'$ تا $35^{\circ} 50'$ واقع شده است. از لحاظ تقسیمات زمین شناسی ایران، محدوده مورد مطالعه در حاشیه جنوبی زون البرز مرکزی قرار دارد. با توجه به نقشه زمین شناسی منطقه و مطالعات پتروگرافی انجام شده، واحدهای اصلی موجود در منطقه گدازه‌های داسیتی و سنگ‌های آذرآواری می‌باشند. بر اساس مطالعات انجام گرفته در منطقه توسط علوی نائینی (1351)، ناحیه جام را می‌توان از دیدگاه پارینه جغرافیایی به دو بخش مختلف تقسیم کرد:

-منطقه A یا (ZON A): که در شمال 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 گسترده‌تری نسبت به سایر سنگ‌های آذرین دارند، در این تحقیق پتروگرافی و ژئوشیمی سنگ‌های داسیتی و آذر آواری منطقه جام بررسی می‌شود. بدین منظور پس از مطالعات صحرایی و بررسی پتروگرافی سنگ‌های منطقه، تعداد 15 نمونه جهت اندازه‌گیری اکسیدهای اصلی، عناصر کمیاب و نادر خاکی 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 آذر آواری منطقه

بر پایه مطالعات پتروگرافی صورت گرفته کانی‌های عمده تشکیل دهنده داسیت‌ها و آذر آواری‌های منطقه جام، شامل پلاژیوکلاز، کوارتز و آمفیبول می‌باشند. پلاژیوکلاز از کانی‌های غالب این سنگ‌هاست که نسبتاً درشت بلور و به صورت شکل دار تا نیمه شکل دار می‌باشند. بلورهای پلاژیوکلاز معمولاً دگرسان شده و به سرسیت تبدیل شده‌اند. این کانی در این سنگ‌ها ماکل پلی سنتتیک و زونینگ را به خوبی نشان می‌دهد. کوارتز نیز از فراوان‌ترین کانی‌های موجود در این سنگ‌ها می‌باشد که معمولاً ریز بلور تا متوسط بلور بوده و بی‌شکل است. آمفیبول دیگر کانی اصلی این نوع سنگ‌ها می‌باشد که معمولاً شکل دار و متوسط بلور است، این کانی اغلب در اثر دگرسانی به کانی‌های ثانویه تبدیل شده است.

آلکالی فلدسپار: میزان این کانی در این سنگ‌ها ناچیز می‌باشد، بطوری که می‌توان آنرا کانی ثانویه این سنگ‌ها محسوب کرد. کلسیت نیز از دگرسانی فنو کریست‌ها 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 بیرفرنزانس 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.

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 مجموعه 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 ($\text{Na}_2\text{O} + \text{k}_2\text{O}$) در مقابل درصد وزنی سیلیس (SiO_2) رسم شده است، در محدوده داسیت،

تراکیت و تراکی داسیت و ریولیت قرار می‌گیرند. همچنین در نمودار Winchester & Floyd, 1977 که بر اساس عناصر کمیاب (Zr/Ti – Nb/Y) می‌باشد، سنگ‌های مورد مطالعه در محدوده داسیت، ریوداسیت و ریولیت قرار می‌گیرند. از لحاظ شاخص اشباع آلومین و بر اساس نمودار شاندر (1943)، سنگ‌های مورد مطالعه در محدوده متاآلمین جای می‌گیرند (شکل 3-الف). همچنین بر اساس نمودار K₂O در مقابل SiO₂ اقتباس از Peccerillo & Taylor, 1976 برای تعیین سری ماگمایی، سنگ‌های مورد مطالعه در رده کالک‌آلکان پتاسیم بالا و شوشونیتی قرار می‌گیرند. نمودارهای هارکر نشان می‌دهد که در طی تفریق ماگمایی و همزمان با افزایش مقدار SiO₂، مقادیر MgO, CaO, TiO₂ و FeO روند نزولی خطی مشخصی را با شیب متوسط به نمایش می‌گذارند. ظاهراً کاهش اکسیدهای آهن، نشانه تفکیک اکسیدهای آهن در مراحل ابتدایی تفریق ماگمایی در سری‌های کالک‌آلکان می‌باشد. کاهش نسبتاً سریع TiO₂ در طی تفریق، پایین بودن میزان آندر سنگ‌ها، ارتباط مثبت TiO₂ و P₂O₅ و ارتباط منفی آن با سیلیس، از مشخصات ولکانیسم کالک‌آلکان به شمار می‌رود (Gill, 1981). تغییرات نامنظم Al₂O₃، 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.

نمودارهای عنکبوتی عناصر کمیاب

نمودارهای عنکبوتی عناصر کمیاب نرمالیز شده بر پایه 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. غنی-شدگی Ba, Rb و Th و افت عناصر Nb و Ti در الگوی عناصر کمیاب از ویژگی‌های سنگ‌های وابسته به فرورانش است (ویلسون، 1989). تیلور و مک‌لنن (1985) نیز فراوانی عناصر LILE از قبیل La, K, Rb, U, Th به همراه Pb و تهی شدگی 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 O₂ بالا باشد، دمای زیادتری لازم است تا 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, 1989 اعتقاد 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.

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، 1993). نمودار عناصر نادر خاکی مربوط به سنگ‌های آتشفشانی مورد نظر در (شکل 6) 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 حامل‌های عناصر نادر خاکی، عمدتاً مقادیر بالای (LREE) را در خود متمرکز می‌نمایند، بنابراین تمرکز نسبتاً بالای REE بویژه (LREE) در سنگ‌های مورد مطالعه مرتبط با تمرکز این کانی‌ها است (شکل 6). 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 سنگ‌ها شده است.

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 بازالت-های قوس قاره و بازالت‌های کالک آلکالن قرار می‌گیرند. همچنین در نمودار $MnO - TiO_2 - P_2O_5$ اقتباس از مولن (1983)، سنگ‌های منطقه مورد مطالعه در محدوده بازالت‌های کالک آلکالن جزایر قوسی (CAB)، و تولیت‌های جزایر قوسی (IAT)، جای می‌گیرند.

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 کالک آلکالن 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 غنی‌شدگی در عناصر نادر خاکی سبک مشخص می‌گردد. در این سنگ‌ها جدایش پلاژیوکلاز در طی تفریق بلوری منجر به ظهور تهی‌شدگی EU شده است (Drake, 1975). بالا بودن نسبت LREE/HREE، در نمونه‌های مورد مطالعه نشان دهندهٔ بالا بودن نسبت CO_2/H_2O در منشأ و یا عمق بیشتر تولید ماگما می‌باشد. آنومالی منفی Ti, La و آنومالی مثبت LREE، 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 (1351)، نقشه زمین شناسی 1/100000 جام، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات 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 calcaline 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 discrimination 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.