



خاستگاه و محیط تکتونیکی توده نفوذی دیوریتی جنوب

ظفرقند (شرق روستای ماربین) شمال شرق اصفهان

Petrogenesis and plate tectonic environment of Zafargand diorite (east of Marbin village) NE Isfahan

شیمای رحمتی^۱، علی‌خان نصر اصفهانی^{۲*}، بابک وهابی مقدم^۳
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته پتولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

۲- گروه کارشناسی ارشد پتولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، اصفهان، ایران

چکیده:

توده نفوذی ظفرقند (شرق روستای ماربین)، در جنوب اردستان شمال شرق اصفهان واقع است. این توده در کمربند زمین ساختی ارومیه-دختر قرار دارد. ترکیب این توده نفوذی از دیوریت تا گرانودیوریت تغییر می‌کند. کانی‌های اصلی تشکیل دهنده سنگ شامل، کوارتز، پلاژیوکلاز، فلدسپار قلیایی می‌باشد و کانی‌های فرومن‌زین آن بیشتر آمفیبول و بیوتیت می‌باشد و دارای کانی‌های فرعی کلریت، اپیدوت و سربیسیت است. این توده طبق نمودارهای ژئوشیمیایی ساب آلوکالن، کالکوآلوکالن، سدیک و از گرانیتهای نوع I است. بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی موقعیت زمین ساختی توده نفوذی ماربین، با گرانیتهای نوع کوهزایی قوس آتشفشانی (VAG) قابل مقایسه است. به احتمال زیاد این نفوذی از ذوب بخشی بقایای پوسته اقیانوسی نئوتیس ایجاد شده است.

کلید واژه: ماربین، گرانیتهای تیپ I، ائوسن- الیگومیوسن، کالکوآلوکالن.

مقدمه:

توده نفوذی ماربین بین طولهای جغرافیایی 30' 30° و 52' 30" 22° و عرض‌های جغرافیایی 09' 33° و 00' 33° و در شرق روستای ماربین در جنوب اردستان، شمال شرقی استان اصفهان قرار دارد (شکل 1). این منطقه از نظر تقسیمات زمین‌شناسی بخشی از کمربند ساختاری ارومیه - دختر محسوب می‌شود. این منطقه شامل رخنمون‌هایی در سنگ‌های فلسیک به سن ائوسن-

* عهده دار مکاتبات، پست الکترونیکی: nasr@khuisf.ac.ir



الیگوسن می باشد [1]. نفوذی‌های گرانیتونی‌دی با سن ائوسن- زیرین- میوسن بالایی می باشد [2]. بر روی نواحی اطراف منطقه مورد مطالعه کارهای پژوهشی زیادی انجام شده است. از جمله تحقیقات انجام شده می‌توان به مطالعات زمین‌شناسی پترولوژی توسط شیریان [3] اشاره کرد. به جز توده گرانیتونیدی مورد بحث توده‌های بازیک - متوسط‌گابرو دیوریتی وجود دارند که سن آنها قدیمی‌تر از گرانیتونیدها است. ذکر این نکته ضروری است که سنگهای توده نفوذی منطقه از جهت نوع ترکیب از قطب بازیک (گابرو) تا قطب اسید (گرانیت) در نوسان هستند [4]. بیشترین گسترش نفوذی‌های منطقه مربوط به سنگ‌های دیوریتی تا مونزونیتی است [2].

روند عمومی نفوذی‌های گرانیتونیدی در ناحیه اردستان، شمال باختری- جنوب خاوری بوده و به طور کلی از روند اصلی شکستگی‌های موجود در منطقه تبعیت می‌کند [1]. نواحی اطراف آن بدلیل حضور دگرسانی‌های گرمایی، می‌تواند از نظر اقتصادی بسیار با ارزش باشد. در این پژوهش بر اساس مطالعات پتروگرافی و شیمی سنگ خاستگاه این نفوذی، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

روش کار:

طی بازدیدهای صحرایی از بخشهای غیر دگرسان شده، حدود 46 نمونه سنگی از توده دیوریتی ماربین برداشت شد و پس از تهیه مقاطع نازک و مطالعه آنها با میکروسکوپ پلاریزان، 7 نمونه به روش ICP-MS در آزمایشگاه ALS Chemiex کانادا، تجزیه عناصر اصلی، فرعی و نادر خاکی به عمل آمد (نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌ها قابل ارائه توسط نویسندگان می‌باشد).

بحث:

پتروگرافی:

در نمونه دستی سنگ‌های دیوریتی درشت بلور و دارای رنگ روشن تا خاکستری می‌باشد. توده نفوذی ماربین از نظر مودال دارای ترکیب دیوریت تا گرانودیوریت است. بر اساس مطالعات میکروسکوپی، مهمترین بافت‌ها در نمونه‌ها شامل، بافت دانه ای (گرانولار)، میکروگرانولار، پوئی کیلیتی ک، و بافت میرمکیت می‌باشد. کوارتز، فلدسپار قلیایی و پلاژی وکلاز، کانی‌های اصلی در این نفوذی است. کانی‌های فرومنیزین



در نمونه‌ها بیوتیت و آمفیبول است (شکل 2، الف). این کانی دارای خاموشی موجی بوده و معمولاً فضایی بین سایر بلورهای اولیه را پر نموده است، البته به صورت رگچه‌های سیلیسی نیز در متن سنگ قابل مشاهده می‌باشد. تعداد زیادی از فلدسپارها به طور بخشی به سری‌سیت تجزیه شده است. بیوتیت شکل دار تا نیمه شکل دار با رنگ قهوه‌ای تا قهوه‌ای سوخته می‌باشد. آمفیبول فراوانتر از بیوتیت بصورت شکل دار تا نیمه شکل حضور دارد و معمولاً با رنگ سبز زیتونی دیده می‌شود. کانی آمفیبول به صورت یک کانی مهمان در پلاژیوکلاز جای گرفته است (شکل 2). علاوه بر کانی‌های فرومنیزین، سرسیت، کلریت، اپیدوت که اغلب کانی‌های دگرسانی هستند نیز حضور دارد. کانی اپاک بصورت کانی پرکننده فضای خالی در این توده می‌باشد. بلور پلاژیوکلاز اغلب زون بندی از خود نشان می‌دهد، نیز از هم‌رشدی کانی پلاژیوکلاز و کوارتز بافت میرمکیت حاصل شده است.

نام گذاری سنگ :

سنگهای توده نفوذی مورد مطالعه علاوه بر نامگذاری مدال، بر اساس ترکیب شیمیایی نامگذاری شده‌اند. بر اساس نمودار اشترکایزن به نقل از [4] نمونه‌ها در محدوده دیوریت و گراوندیوریت قرار می‌گیرند (شکل 3). طبق نمودار درصد وزنی اکسیدهای قلیایی و سیلیس [5] که برای تفکیک سنگهای آتشفشانی استفاده می‌شود نمونه‌ها در محدوده آندزیت که معادل بیرونی دیوریت است، قرار می‌گیرند (شکل 4). برای بررسی سری ماگمایی و یا ماهیت ماگمای تشکیل دهنده سنگهای مورد مطالعه از نمودارهای [6] و [7] استفاده شده است. گرانیئوئیدهای کالکوالکالن است. بر اساس مطالعات شاخص آلومین [8] که بر اساس A/CNK در مقابل A/NK می‌باشند، نمونه‌ها در محدوده متاآلومین تا کمی پیاآلومین که متعلق به سنگهای کالکوالکالن است، قرار می‌گیرند. نمونه‌های بررسی شده در محدوده ساب‌آلکالن بوده و از نوع سدیک است [10].

تعیین محیط تکتونیکی:

در نخستین گام جهت مطالعه محیط تکتونیکی توده دیوریتی ماریین بر اساس روش محاسباتی آگراوال [13] که با استفاده از درصد اکسیدهای عناصر اصلی سنگ صورت می‌گیرد، ارتباط با محیط‌های کوهزایی با غیر



کوهزایی تعیین می شود . وی با استفاده از روش آنالیز تفکیک چند متغیره بر روی این اکسیدها توانست گرانیتهای کوهزایی را از غیر کوهزایی مجزا نماید. معادله تفکیک خطی حاصل عبارتست از:

$$D_i = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_p X_p$$

در این فرمول، D_i عدد تفکیک، B ضریب ثابت و X درصد عناصر اصلی و B_0 عدد ثابت می

باشد. در جدول (1) مقادیر ثابت این پارامتر ارائه گردیده است. پس از محاسبه عدد تفکیک (D_i) می بایست قانون میانگین R از طریق فرمول زیر محاسبه شود:

$$R = (D_i - C_i) / (M_i - C_i)$$

در این فرمول، D_i عدد تفکیک بدست آمده در مرحله اول و M_i و C_i ضرایب ثابتی هستند که برای انواع گرانیتهای محاسبه و در جدول (1) ارائه شده است. به این ترتیب اگر $R > 0$ باشد، توده گرانیتهای نوع کوهزایی و اگر $R < 0$ باشد از تیپ غیر کوهزایی تلقی می گردد. میزان R برای نمونه های مورد مطالعه بزرگتر از صفر است (جدول 2). پس توده دیوریتی ماربین می تواند در ارتباط با فرآیندهای کوهزایی تشکیل شده باشد.

توده نفوذی ماربین بر اساس نمودارهای تفکیک کننده محیط تکتونیکی که توسط پیرس و همکاران [14] پیشنهاد شده در محدوده گرانیتهای قوس آتشفشانی (VAG) قرار می گیرد (شکل 6).

در نمودار Zr در برابر نسبت Ga/Al [13] همه نمونه های این توده نفوذی با محدوده گرانیتهای تیپ I مطابقت دارند (شکل 10). بالا بودن نسبت Ga/Al در این گرانیتهای بدین علت است که Al به صورت مقدم در شبکه پلاژیوکلاز حبس می شود در حالیکه Ga در مذاب به صورت ساختاری $Ga Fe_3$ پایدار می ماند (شکل 5). با استفاده از درصد وزنی عناصر اصلی Na_2O و K_2O گرانیتهای نوع I از گرانیتهای نوع S را می توان متمایز کرد [16]، روش دیگر جدایش گرانیتهای نوع I از گرانیتهای نوع S از طریق درصد وزنی Si_2O بر عناصر فرعی است [17]، در این مطالعه دیوریت ماربین در هر دو نمودار در محدوده I-type قرار می گیرد (شکل 6).



مایناروپیکدلی [9] با استفاده از عناصر اصلی و کمیاب گرانیتوئیدها را به هفت گروه تقسیم کرده اند. از میان هفت گروه، گروههای IAG, CAG, CCG, POG در رده گرانیتوئیدهای کوهزایی و گروههای CEUG, RRG در رده گرانیتوئیدهای غیر کوهزایی قرار می گیرند. براساس تقسیم بندی های بالا، نمونه های توده نفوذی مورد مطالعه به قطب گرانیتوئیدهای کوهزایی (VAG) تمایل دارند. این ویژگی، تا حدودی در نمودار تغییرات پارامترهای R_1 و R_2 برای تفکیک محیط زمین ساختی گرانیتوئیدها [18] نیز تأیید می شود (شکل 7). در این نمودار نمونه ها در محدوده گرانیتهای قبل از برخورد قرار می گیرند.

نتیجه گیری:

توده نفوذی شمال غرب در کمربند ساختاری ارومیه-دختر واقع است. این توده عمدتاً دارای ترکیبی عمدتاً از دیوریت تا گرانودیوریت می باشد. این توده در نمودارهای زمین شیمیایی، ویژگیهای گرانیتوئیدهای تیپ I (کلسیمی-قلیایی) را نشان می دهد. لذا این توده نفوذی از دیدگاه زمین ساختی با گرانیتوئیدهای تیپ I (VAG) قابل مقایسه است. ترکیب شیمیایی بیوتیت ها نشانگر ماگمای کالکو آلکالن نواحی کوهزایی است و محیط موثر در شکل گیری یک قوس ماگمایی مرتبط با زون فرورانش است. احتمالاً این نفوذی بر اثر ذوب بخشی بقایای گوشته اقیانوسی نئوتتیس در زیر پوسته قاره ای ایران مرکزی ایجاد شده است.

منابع:

- [1] نصر اصفهانی، علیخان. حاجیان، محمود.، 1386، زمین شناسی کانسار منگنز بغم (جنوب اردستان) با تأکید بر ویژگی های پترولوژی سنگ میزبان آتشفشانی فلسیک، اولین کنگره زمین شناسی کاربردی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد. صفحه 86 تا صفحه 89.
- [2] رادفر، ج.، 1376، نقشه زمین شناسی اردستان 1:100000. تهران: انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [3] شریان، ف.، "پتروژنز گرانیتوئیدها و انکلاوهای کوه هیمند (شمال غرب نطنز)"، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته پترولوژی، دانشگاه اصفهان (1385).



[4] حاجیان، محمود (1386)، پتولوژی سنگ های آتشفشانی فلسیک در جنوب غرب اردستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

[5] Le Maitre R.W., Batman P., Dudek A., Keller J., Lameyre Le Bas M.J., Sabine P.A., Schmid R., Sorensen H., Streckeisen A., Wooley A.R. and Zanettin B., "A classification of igneous rocks and glossary of terms". Blackwell, Oxford, (1989).

[6] Irvine T.N. and Baragar W.R.A., "A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks". Can. J. Earth Sci., (1971), 8, 523-548.

[7] Rickwood P.C., "Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements". Lithos, (1989), 22, 247-263.

[8] Maniar, P.D. and Piccoli, P.M., "Tectonic discrimination of granitoids", Geol. Soc. Am. Bull., (1989), 101: 635-643.

[9] De la Roche H., Leterrier J., Grande Claude P. and Marchal M., "A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagrams and major element analyses-its relationships and current nomenclature". Chem. Geol., (1980) 29, 183-210.

[10] Barker F., "Trondhjemite: Definition, environment and hypotheses of origin." In: Barker F. (ed.), Trondhjemites, dacites and related rocks. Elsevier, Amsterdam, (1979), pp. 1-12.

[11] Sun S.S. and McDonough W.F., "Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders A.D. and Norry M.J.

[13] Agrawal, S., "Discrimination between late-orogenic, post-orogenic and inorganic granites by major element composition." J. Geol., (1995), 103, 529-537.

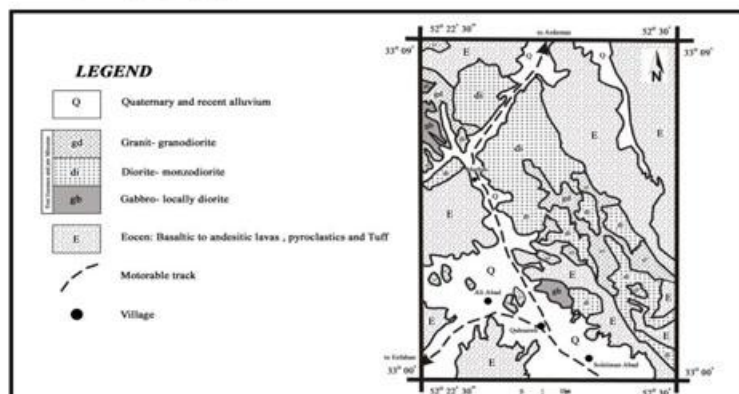
[14] Pearce, J.A., Harris, N.B.W. and Tindle, A.G., "Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks." Geol. Soc. Spec. Publ., (1984), 7, 14-24.

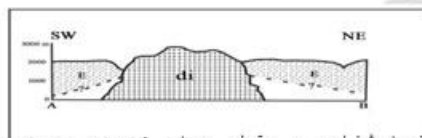
[15] Best M.G., "Igneous and metamorphic Petrology", W.H. Freeman and Co. (1982), pp. 630.

[16] Whalen, J. B., Currie, K. L., and Chappell, B. W., "A-type Granites, geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. Contrib. min. Pet., (1987), 95, 407-419.

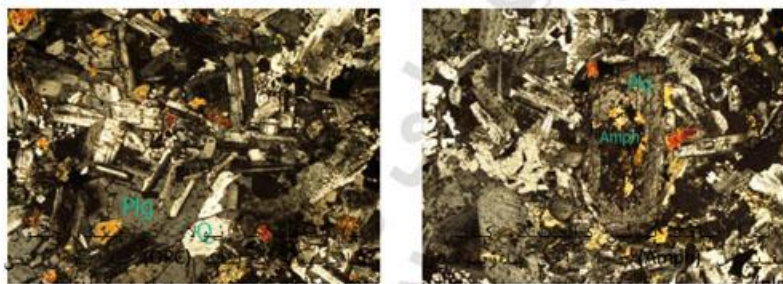
[17] Chappell, B. W., "Granitites from Moonbi district, New England Batholiths, Eastern Australia", Jour. Geol. Soc. Aust., (1987), 25, 267-283.

[18] Coolins, L. G., "K- and Si - metasomatism in the Donegal granites of North West Ireland, ISSN 1526-5757, Electronic Internet Publication (1997), 66-72.

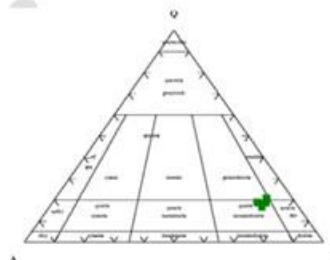
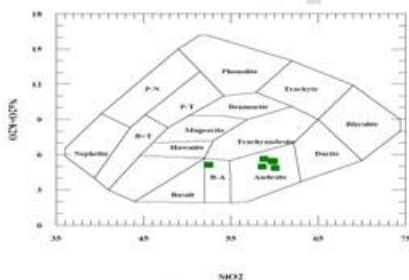




شکل (1) نقشه زمین شناسی و مقطع عرضی محدوده مورد مطالعه (به نقل از رادفر (1376) با تغییرات) [3]



شکل(2) تصاویر میکروسکوپی مقاطع نازک توده دیوریتی ماربین (X40 Xpl)



شکل (4) طبقه بندی ژئوشیمیایی و نامگذاری سنگها با استفاده از نمودار مجموع الکالی در مقابل سیلیس [5].

شکل (3) موقعیت قرارگیری نمونه های توده QAP [4] ماربین در دیاگرام

جدول (1) ضرایب و اعداد ثابت جهت تفکیک گرانیتوئیدهای کوهزایی از غیر کوهزایی آگروال (1995).

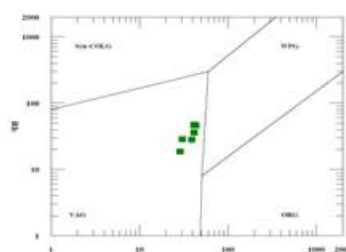
X	B	Mi - Mean Score	Ci - cut of Valve	B ₀ (Constant)
Fe ₂ O ₃	0.92924			
MgO	-2.57031	-0.4898	0.2915	-11.7542
Na ₂ O	1.24635			



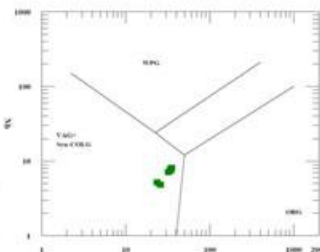
K ₂ O	1.26657			
------------------	---------	--	--	--

جدول (2) نتایج محاسبات انجام شده Di,R برای گرانیتهای مورد مطالعه و تفکیک انواع کوهزایی از غیرکوهزایی.

Sample	Di	Di - Ci	Mi - Ci	R
Mar ₂	-4.5484771	4.8399771	0.1983	24.40734796
Mar ₄	-5.3087379	5.6002379	0.1983	28.24124004
Mar ₇	-3.8602062	4.1517062	0.1983	20.93649117
Mar ₉	-3.938171	4.229671	0.1983	21.32965709
Mar ₁₀	-3.9376502	4.2291502	0.1983	21.32703076
Mar ₁₁	-4.2159528	4.5074528	0.1983	22.73047302
Mar ₁₄			0.1983	



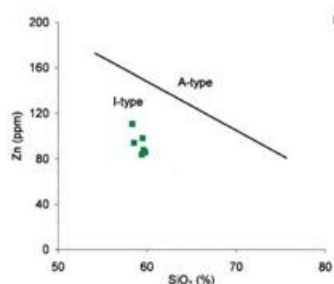
Y-Nb



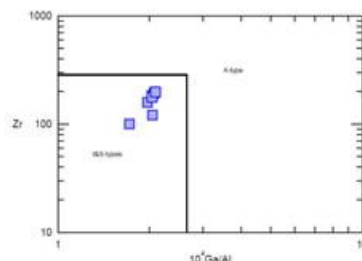
Y

شکل (6) نمودار تمایزی Y+Nb در مقابل Rb و موقعیت نمونه های ماربین در این دیاگرام (پیرس 1984).

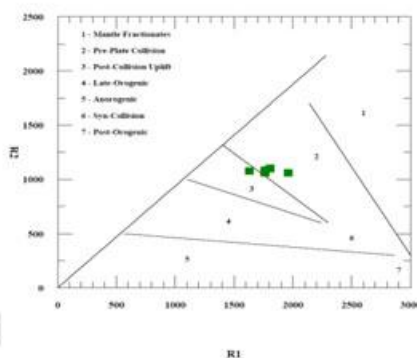
شکل (5) نمودار تمایزی Y در مقابل Nb و موقعیت های ماربین نمونه



شکل (6) نمودار متمایز کننده گرانیت‌های نوع I از گرانیت‌های نوع S بر حسب درصد وزنی SiO_2 به Zn و Zr. [17]



شکل (5) نمودار Zr در برابر نسبت Ga/Al از متمایز کننده گرانیت‌های تیپ I از A,S (آکراوال 1995) [15].



شکل (7) دیاگرام تغییرات پارامترهای R1,R2 جهت تفکیک محیط تکتونیکی گرانیتوئیدها [18].