



بررسی زمین‌شیمیایی، سنگ‌شناختی، ژئودینامیک و سن‌یابی پرتوسنجی توده نفوذی آق دره (شمال تکاب) شمال باختر ایران

نویسنده: دکتر محمدحسین خلفی* و دکتر منصور وثوقی عابدینی**

Geochemical, Petrological, Geodynamic and Radiometric Age Dating Investigation of Aqdarreh Intrusion Massive (North of Takab) Northwest of Iran

By: Dr. M. H. Kholghi* and Dr. M. Vossoughi Abedini**

چکیده

توده نفوذی آق دره، باتولیتی است با وسعت حدود 30 کیلومتر مربع که در شمال باختر ایران (34 کیلومتری شمال شهرستان تکاب) واقع است. این توده در زون زمین‌ساختی ایران مرکزی قرار دارد و سنگهای پالئوزویک را بریده است. سن پرتوسنجی باتولیت آق دره به روش K-Ar، 48/38 میلیون سال تعیین شده که با ماگماتیسم ائوسن همزمان است. توده نفوذی آق دره، از تونالیت، گرانودیوریت، فلدسپار قلیایی، گرانیت و مونوزوگرانیت تشکیل شده و کانی تیره آن بیوتیت است. هیچ‌گونه آنکلاوی در آن دیده نمی‌شود.

بررسی ویژگیهای نمونه‌های مورد مطالعه، نشان‌دهنده وجود دوگانگی زایشی بین آنها است. این توده در برخی از نمودارهای زمین‌شیمیایی، ویژگیهای گرانیتوئیدهای تیپ I (کلسیمی- قلیایی) و در برخی از نمودارها، ویژگیهای گرانیتوئیدهای تیپ A (قلیایی) را نشان می‌دهد. علت این امر، به آغشتگی مواد پوسته با ماگمای تشکیل دهنده اولیه این توده نسبت داده شده و ماگمای اولیه گوشته‌ای از نوع قلیایی فرض شده است.

نمودارهای زمین‌شیمیایی عناصر کمیاب نشان می‌دهد که موقعیت زمین‌ساختی توده نفوذی آق دره، با گرانیتوئیدهای پس از کوهزایی (POG) قابل مقایسه است.

کلید واژه‌ها: آق دره، ایران، گرانیت تیپ A آغشته شده، ائوسن، بیوتیت، کلسیمی - قلیایی، قلیایی، متآلومین - پرآلومین، سن پرتوسنجی.

Abstract

Aqdarreh intrusi body with an area of 30 km² is located in 34 km north of Takab, northwest of Iran. This batholith is situated in Central Iran, cutting Paleozoic rocks. Radiometric age of Aqdarreh batholith by K-Ar method is 48.38 m. a., corresponding to Eocene magmatism.

Aqdarreh intrusive body consists of tonalite, granodiorite, alkali feldspar granite and monzogranite in which the main mafic mineral is biotite. Further more, there is not any enclave in these rocks.

Study of the investigated samples shows that Aqdarreh intrusive rocks have two different generations. Part of the collected samples belongs to I-type granite (calc-alkaline) and others represent the A-type granite (alkaline). It seems that this process is created by the contaminaton of alkaline magma by crustal materials.

Geochemistry of the rare earth elements shows that the tectonic setting of the body is compatible with Post Orogenic Granitoids (POG).

Key Word: Aqdarreh, Iran, contaminated A-Type granite, Eocene, biotite, calc-alkaline - alkaline, metaluminous - peraluminous, radiometric age dating.





- مقدمه

صورت رگچه‌هایی نیز در متن سنگ قابل مشاهده است که قسمتهایی از آنها در اثر نیروهای زمین‌ساختی به صورت بودیناژ ظاهر شده است. فلدسپارهای قلیایی عمدتاً به صورت درشت بلور بوده و اندازه آنها بزرگ‌تر از 3 میلی‌متر است. این بلورها، در سنگهای مختلف کم و بیش به صورت شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار و از نوع ارتوکلاز، میکروکلین و اورتوز پرتیت هستند. مقدار ارتوکلاز پرتیت بیشتر از دیگر فلدسپارهای قلیایی است. پلاژیوکلازها دارای ترکیب شیمیایی سدیمی از گونه الیگوکلاز هستند. پلاژیوکلازها شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار هستند و اندازه بلورها از 0/5 تا 2 میلی‌متر است. فلدسپارها نزدیک به 35 تا 65 درصد حجم کل سنگ را تشکیل می‌دهند. در بخشهایی از توده نفوذی، مقدار فلدسپارهای قلیایی، به حد قابل توجهی زیاد شده و میزان پلاژیوکلازها به کمتر از 10 درصد می‌رسد و بدین ترتیب توده نفوذی به سمت آلکالی فلدسپار گرانیات (حاشیه توده نفوذی) متمایل می‌شود. بخشهایی از فلدسپارها به کانیهای رسی و سریسیت تجزیه شده‌اند. سریسیتها، در اثر نیروهای زمین‌ساختی، تبلور دوباره یافته و به مسکوویت تبدیل شده‌اند. بیوتیت تنها کانی فرومنیزین این سنگهاست که نیمه شکل‌دار بوده واز گونه بیوتیت‌های سبز و قهوه‌ای است. اندازه بیوتیت 0/2 تا 1 میلی‌متر است و بخشهایی از آنها خردشده است. بیوتیتها، 2 تا 7 درصد حجم کل سنگ را تشکیل می‌دهند. در نمونه‌های مورد بررسی توده نفوذی آق دره، آمفیبول وجود ندارد. سریسیت، مسکوویت، کلریت، کانیهای رسی و کانیهای تیره، کانیهای فرعی را تشکیل می‌دهند.

در توده نفوذی آق دره دایک‌هایی ناشی از تفریق ماگمای گرانیوتییدی به صورت آپلیت و رگه‌های سیلیسی ملاحظه می‌شود و ضمناً ماگمای بازی منطقه به شکل دایکهای بازی‌تر در توده نفوذی آق دره قابل مشاهده است. هیچ‌گونه آنکلاوی در سنگهای این توده نفوذی جود ندارد.

3- نامگذاری

سنگهای توده نفوذی آق دره، علاوه بر نامگذاری مودال، با استفاده از تجزیه شیمیایی (جدول شماره 1) نیز نامگذاری شده است. در نامگذاری شیمیایی، از نمودار Le QAP (Maitre 1989) براساس کانیهای نورماتو، پارامترهای R2, R1 (De La Roche et al. 1980)، نمودارهای Middlemost (1985) و Anderiva et al. (1981) براساس درصد وزنی اکسیدهای قلیایی و سیلیس استفاده شده است (شکل‌های 3، 4، 5، 6). انواع نامگذاری در جدول

توده نفوذی آق دره بین طولهای جغرافیایی 46 درجه و 56 دقیقه تا 47 درجه و 2 دقیقه خاوری و عرضهای جغرافیایی 36 درجه و 40 دقیقه تا 36 درجه و 44 دقیقه شمالی و به مساحت تقریبی 30 کیلومترمربع در 34 کیلومتری شمال باخترشهرستان تکاب در شمال باختر ایران قرار دارد (شکل 1). این توده نفوذی، در زون ساختاری ایران مرکزی و زیر زون البرز - آذربایجان جای دارد. توده نفوذی آق دره، در نقشه زمین شناسی با مقیاس

1 : 250,000 تکاب، به پرکامبرین (Alavi - Naini, M., 1982) در نقشه زمین‌شناسی با مقیاس 100,000 : 1 شاهین دژ، با توجه به مشاهدات صحرایی و شواهد چینه نگاری، بخش باختری آن به سن پس از پرکامبرین - پالئوژن و با احتمال زیاد به الیگوسن (خلقی خسرقي، 1373) و در نقشه زمین‌شناسی با مقیاس 100,000 : 1 تخت سلیمان به ژوراسیک (؟) (باباخانی و قلمقاش، 1376) نسبت داده شده است. در این پژوهش، افزون بر بررسی مسائل سنگ نگاری، زمین شیمی، سنگ زایی و خاستگاه زمین‌ساختی- ماگمایی، سن پرتوسنجی آن نیز معین گردیده است.

برای انجام این پژوهش، 33 نمونه سنگی از توده نفوذی آق دره برای تهیه مقاطع نازک برداشت شد و از 25 نمونه (شکل 2) به روش XRF در آزمایشگاههای سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تجزیه عناصر اصلی و فرعی به عمل آمد (جدول 1). همچنین، از نمونه‌هایی به صورت سنگ کل و کانی فلدسپار قلیایی به روش (K-Ar) در کشور چین در آزمایشگاه شرکت اکتشافات زمین فیزیکی در زمین‌شیمیایی در، Xiangtangzhen, Nanchang, Jiandxi، چین، سن پرتو سنجی آنها تعیین گردید.

2- سنگ‌نگاری

اجزای سنگهای توده نفوذی آق دره در رخنمون‌های صحرایی، کم و بیش دگرسانی نشان می‌دهند. رنگ نمونه دستی آنها سفید، خاکستری روشن، قهوه‌ای روشن تا زرد بوده و دارای بافت دانه‌ای هستند. بلورهای کوارتز سنگهای این توده نفوذی، سطحی به نسبت خشن ایجاد کرده‌اند. این سنگها در مطالعات میکروسکوپی، بافت دانه‌ای نشان می‌دهند. کوارتز، فلدسپار قلیایی و پلاژیوکلاز، کانی‌های اصلی آنها را تشکیل می‌دهند. کانی فرومنیزین آنها بیوتیت است. کوارتز 30 تا 40 درصد حجم کل سنگ را تشکیل می‌دهد و بلورهای آن در دو اندازه، بزرگ‌تر از 3 میلی‌متر (فنوکریست) و بلورهای ریزتر دیده می‌شود. بلورهای کوارتز شکل‌دار (گرانوفیر) تا نیمه شکل‌دار و دارای خاموشی موجی است. کوارتز به





شماره 2 نشان داده شده است. محدوده ترکیب شیمیایی این سنگها، عمدتاً تونالیت، گرانودیوریت، آلکالی فلدسپار گرانیت و مونزوگرانیت است.

4- زمین‌شیمی توده نفوذی آق دره

برای بررسی زمین‌شیمیایی سنگهای مورد مطالعه، از 25 نمونه توده نفوذی آق دره به روش XRF در آزمایشگاههای سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تجزیه عناصر اصلی و فرعی به عمل آمد. نتیجه آزمایش در جدول شماره 1 آورده شده است.

4-1 ارتباط زایشی سنگهای مورد مطالعه

برای مشخص شدن قرابت زایشی بین نمونه‌های مورد بررسی، از نمودارهای تغییرات عناصر اصلی و کمیاب در برابر SiO₂ استفاده شد (Harker, 1909). باوجود اینکه تمام نمونه‌های موجود به یک توده تعلق دارند، اما در بیشتر نمودارها، نمونه‌ها پراکندگی نشان می‌دهند (شکل‌های 7 و 8). علت این مسئله با احتمال زیاد پدیده آغشتگی در ماگمای تشکیل دهنده توده آق دره است که در مباحث بعدی توضیح داده خواهد شد.

4-2 بررسی سری ماگمایی و شاخص آلومین در سنگهای توده نفوذی آق دره

برای بررسی سری ماگمایی و یا ماهیت ماگمای تشکیل دهنده سنگهای مورد مطالعه از نمودارهای (Irvine & Baragar 1971) استفاده شده است. در نمودار SiO₂ در برابر K₂O+Na₂O نمونه‌ها در محدوده نیمه قلیایی (شکل 9) و در نمودار AFM در محدوده کلسیمی - قلیایی قرار می‌گیرند (شکل 10). براساس مطالعات شاخص آلومین در نمودار (Maniar and Piccoli 1989) که بر اساس A/CNK مقابل A/NK می‌باشد، نمونه‌ها عمدتاً در محدوده پراآلمین که متعلق به سنگهای کلسیمی- قلیایی (محیط‌های قاره‌ای - برخورد قاره‌ای) و مقداری نیز در محدوده پرقلیایی متعلق به سنگهای قلیایی (مربوط به کافت‌های قاره‌ای و یا فراخاست خشکی زایی قاره‌ای) قرار می‌گیرند (شکل 11). تعلق این سنگها به این دو محدوده در نمودار پیشنهادی (Shand 1974) نیز به خوبی نمایان است (شکل 12).

4-3 بررسی تپ توده نفوذی گرانیتویدی آق دره

در مطالعات سنگ نگاری، به‌علت عدم وجود کانیهای دگرگونی، آنکلاو و ویژگیهای دیگر در رابطه با گرانیت‌های تپ S، این سنگها با گرانیت‌های تپ A و I مقایسه شده‌اند. بررسی زایشی سنگهای گرانیتویدی توده نفوذی آق دره

حاکمی از این است که بخشی از سنگهای این توده، دارای ویژگیهایی از گرانیتویدهای تپ "A" و بخشی نیز دارای ویژگیهایی از گرانیتویدهای تپ "I" هستند. ویژگیهای این توده عبارتند از:

1- توده نفوذی آق دره به صورت باتولیت منفرد بوده و ترکیب سنگ‌شناسی آن تونالیت، گرانودیوریت، آلکالی فلدسپار گرانیت و مونزوگرانیت است.

2- هیچ گونه آنکلاوی در آن دیده نمی‌شود.

3- کانی مافیک این توده، بیوتیت است. فلدسپارهای قلیایی عموماً به صورت پرتیت هستند. این گرانیتها از گونه هیبرسولوس بوده و به واسطه گذر از مرحله اوتکتیک هم‌رشدی‌های گرانوفیری در آن دیده می‌شود.

4- میانگین مقادیر SiO₂، 76 درصد و مجموع قلیایی، 7/81 درصد است.

5- از لحاظ شاخص آلومین، پراآلمین تا پرقلیایی و در نورم CIPW کانیها، دیوپسید وجود ندارد و یا در بعضی از نمونه‌ها بسیار جزئی است. میانگین کوندوم 1/29 درصد است.

6- درصد وزنی Na₂O در این توده نفوذی 4/23 درصد است.

7- میانگین مجموع اکسیدهای FeO(t)+MgO+MnO +TiO₂ نزدیک به 2/17 درصد است. تغییرات عناصر در نمودارهای دوتایی، خطی است.

8- در نمودارهای نسبت SiO₂ در برابر Y و Zr (Furnes et al. 1996) سنگهای مورد مطالعه در محدوده گرانیت‌های قابل مقایسه با انواع I و A قرار می‌گیرند اما گرایش به سمت گرانیت‌های نوع I بیشتر است (شکل‌های 13 و 14).

9- نمونه‌های مورد بررسی، با گرانیت‌های تپ A و I در نمودارهای چند عنصری (عنکبوتی) که توسط (Whalen et al. 1987) ارائه گردیده، مقایسه شده است. در این نمودارها، یک سری از عناصر با گرانیتویدهای تپ A و یک سری دیگر از عناصر با گرانیتویدهای تپ I مطابقت دارد (شکل‌های 15 و 16).

10- در نمودار Y+Ce+Nb+Zr در برابر (K₂O+N₂O) /CaO، (Whalen et al. 1987) بیشتر نمونه‌های این توده نفوذی در محدوده گرانیت‌های تپ "A" و تعدادی نیز بیرون از آن هستند (شکل 17).

4-4 مطالعات زمین ساختی ماگمایی توده نفوذی آق دره

به منظور دست یابی به محیط زمین ساختی تشکیل توده نفوذی آق دره، از پژوهش‌های (Maniar and Piccoli 1989)





ماگمای اسیدی و تشکیل مذاب غنی از سیلیسیم و قلیایی را باعث شده که سرانجام به شکل توده نفوذی سرشار از قلیایی (نوع A) ظاهر می‌گردد.

5- سن توده نفوذی آق دره

توده نفوذی آق دره، در نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:100,000، 1:250,000 تکاب، به گرانیت دوران به سن پرکامبرین نسبت داده شده است (Alavi - Naini, M., 1982). در نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:100,000، 1:100,000 شاهین دژ، با توجه به موقعیت چینه نگاری و بریده شدن رسوبات پالئوزویک توسط توده نفوذی آق دره، سن پس از کامبرین - پالئوژن و احتمالاً الیگوسن برای بخش باختری آن پیشنهاد شده است (خلقی خسرقی، 1370 و 1373). در نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:100,000، 1:100,000 تخت سلیمان، بخش خاور توده نفوذی آق دره به ژوراسیک (؟) نسبت داده شده است (باباخانی و قلمقاش، 1376). در این پژوهش، از مونوزوگرانیت‌ها که سالم بوده و تحت تاثیر نیروهای زمین ساختمانی قرار نگرفته‌اند به روش K-Ar تعیین سن پرتو سنجی به عمل آمده و سنی معادل 48/38 میلیون سال برای سنگ کل و 66/32 میلیون سال برای تبلور تک بلورهای فلدسپار قلیایی تعیین گردید. بر این اساس، انجماد نهایی توده نفوذی آق دره با قدمت فوق، با ماگماتیسم ائوسن همزمان است.

6- نتیجه‌گیری

توده نفوذی آق دره در زون ساختاری ایران مرکزی واقع است. بر اساس شواهد صحرایی و تعیین سن پرتو سنجی بر روی سنگ کل و فلدسپارهای قلیایی، سن آنها معادل ائوسن (48/38 میلیون سال) است. این توده باگسترش حدود 30 کیلو متر مربع در 34 کیلومتری شمال شهرستان تکاب در شمال باختر ایران واقع است و عمدتاً از توانیلت، گرانودیوریت، آلکالی فلدسپار گرانیت و مونوزوگرانیت تشکیل شده است. بررسی کانی‌شناسی و دیگر ویژگی‌های نمونه‌های مورد مطالعه، دو نوع سنگ گرانیتوئیدی معرفی می‌کند. این توده در برخی از نمودارهای زمین‌شیمیایی ویژگی‌هایی گرانیتوئیدی تیب I (کلسیمی - قلیایی) و در برخی از نمودارها ویژگی‌های گرانیتوئیدی تیب A (قلیایی) را نشان می‌دهد. علت این امر، همان گونه که اشاره شد به احتمال زیاد نتیجه هجوم ماگمای بازی گوشته‌ای به درون پوسته، ذوب پوسته و آمیختگی ماگمای اسیدی و بازی و در نتیجه تشکیل انواع I خواهد بود. ضمناً تمرکز ماگمای اسیدی غنی از قلیایی‌ها نوع A را در منطقه ایجاد کرده و

برمبنای عناصر اصلی استفاده شد (شکل 18). مانیار و پیکولی (1989) با استفاده از عناصر اصلی و کمپاب، گرانیتوئیدها را به هفت گروه تقسیم کرده‌اند. از میان هفت گروه، گروه‌های POG, CCG, CAG, IAG در رده گرانیتوئیدهای کوهزایی و گروه‌های CEUG, RRG در رده گرانیتوئیدهای ناکوهزایی (AG) قرار می‌گیرند. براساس تقسیم‌بندی‌های بالا، نمونه‌های توده نفوذی آق دره پراکندگی نشان OP می‌دهند اما بیشتر به قطب گرانیتوئیدهای پس از کوهزایی تمایل دارند. این ویژگی، تا حدودی در نمودار تغییرات پارامترهای R1 و R2 برای تفکیک محیط زمین ساختمانی گرانیتوئیدها (Batchelor and Bowden 1985) نیز تأیید می‌شود (شکل 19).

نتیجه بررسی ویژگی‌های زمین شیمیایی نمونه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که ترکیب شیمیایی ماگمای تشکیل دهنده سنگ‌های مورد مطالعه از دوگانگی خاصی برخوردار است. یک سری از این سنگ‌ها ماهیت قلیایی و سری دیگر ماهیت کلسیمی - قلیایی نشان می‌دهند. نمودارهای استفاده شده حاکی از آن است که برخی از سنگ‌های توده نفوذی آق دره، قابل مقایسه با گرانیت‌های نوع A و برخی نیز با نوع I هستند. به نظر می‌رسد ماگمای تشکیل دهنده این سنگ‌ها، ناشی از آغشتگی یک ماگمای بازی به مواد پوسته‌ای باشد که شاید دایک‌های بازی موجود، نشانه‌ای از ماگماتیسم بازی مزبور باشد. این آغشتگی باعث شده است که ماگما، ماهیت قلیایی خود را کم و بیش از دست داده و به سمت ماگمای کلسیمی - قلیایی سوق پیدا کند.

کولینز و دیگران (1982) و والن و دیگران (1987) بر این باورند که ترکیب گرانیت‌های تیب "A" تغییرات قابل توجهی داشته و بتدریج به سمت گرانیت‌های تیب "I" و "S" متمایل می‌شوند. آنها علت این امر را اختلاف ترکیب سنگ‌های منشأ می‌دانند.

وجود دایک‌های بازی در منطقه، نشانگر فعالیت ماگماتیسم بازی بوده و این مسئله را تداعی می‌کند که می‌تواند یکی از عوامل ذوب مواد پوسته‌ای و همچنین آغشته کننده ماگماتیسم اسیدی در منطقه باشد. به این ترتیب که ماگمای گوشته‌ای (بازالتی) ضمن نفوذ در پوسته، باعث ذوب بخشی و ایجاد ماگمای اسیدی شده و سپس خود با این ماگما آمیخته شده است.

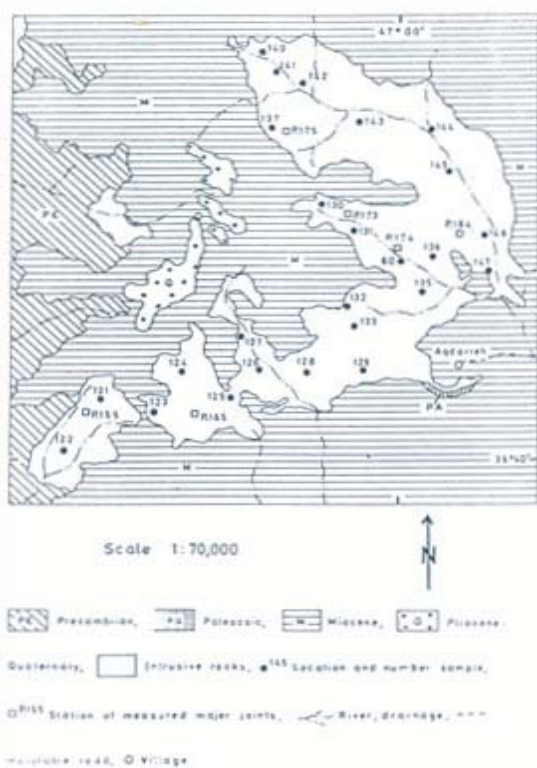
(نوع I). ماگمای تشکیل دهنده دایک‌های بازی در توده نفوذی آق دره، می‌تواند نماینده ماگمای گوشته‌ای باشد که در اواخر جایگیری توده گرانیتوئیدی و پس از سرد شدن آن نیز در توده تریق شده است. ضمناً تمرکز مواد قلیایی در





است، اما برخی از ویژگی‌های زمین‌شیمیایی ماگمای قلیایی اولیه (وجود آلپیت و رگه های کوارتز) هنوز در توده آق دره به طور ضعیف بر جا مانده و به همین علت دوگانگی زمین شیمیایی در سنگ‌های توده مورد مطالعه مشاهده می‌شود. از نظر ژئودینامیکی، پس از فاز لارامید و کاهش تنش‌های فشارشی ناشی از این فاز، شکستگی عمیق موجب صعود ماگمای بازی گوشته به درون پوسته در شمال باختر ایران شده است و به دنبال گرم شدن پوسته، ماگمای اسیدی تشکیل شده است و آمیختگی آنها، انواع سنگ‌های نفوذی را ایجاد کرده است. لذا این توده نفوذی (آق دره) از دیدگاه زمین‌ساختی با گرانیتوئیدهای پس از کوهزائی (POG) (پس از لارامید) قابل مقایسه است.

و موجب آغشتگی مواد بیگانه با ماگمای تشکیل دهنده اولیه این توده شده است. وجود دایک‌های بازی در توده نفوذی آق دره، یکی از دلایل آغشتگی ماگمای اولیه و آمیختگی آن با ماگمای گوشته‌ای است. بدین ترتیب که ماگمای گوشته‌ای ضمن نفوذ به درون پوسته، باعث ذوب و ایجاد ماگمای اسیدی شده و سپس ماگمای بازی و اسیدی خود با آن آمیخته شده است. به نظر می‌رسد آمیختگی ماگمای گوشته‌ای با ماگمای اسیدی، باعث شده که ماگمای اسیدی نوع I حاصل شود و اشتقاق بخشی از ماگمای اسیدی سرشار از قلیایی (ناشی از تفریق و عوامل دیگر) موجب ظهور یک ماگمای نسبتاً غنی از قلیایی (نوع A) در منطقه شده و لذا ماگمای ویژگی اولیه خود را از دست داده و کم و بیش ویژگی ماگمای کلسیمی- قلیایی را به دست آورده

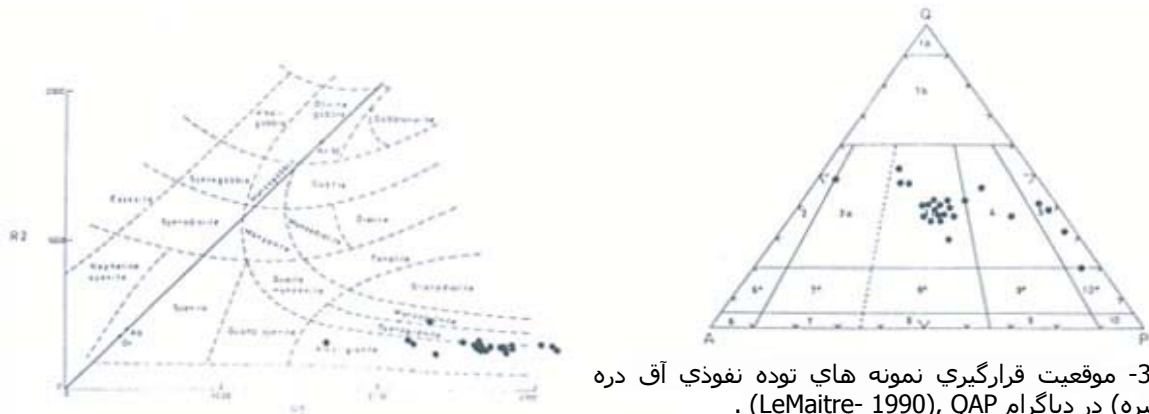


شکل 2- نقشه زمین شناسی توده نفوذی آق دره و موقعیت جغرافیایی نمونه‌های مورد بررسی.



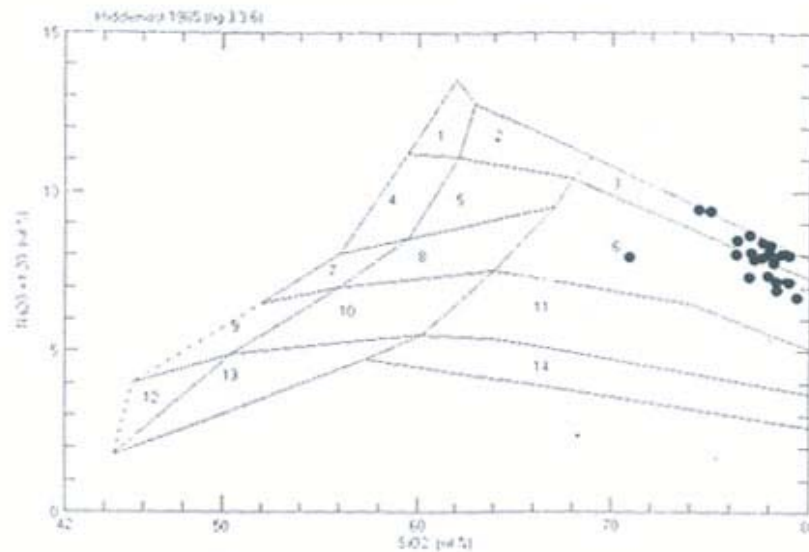
شکل 1- موقعیت جغرافیایی توده نفوذی آق دره و راه‌های ارتباطی آن.





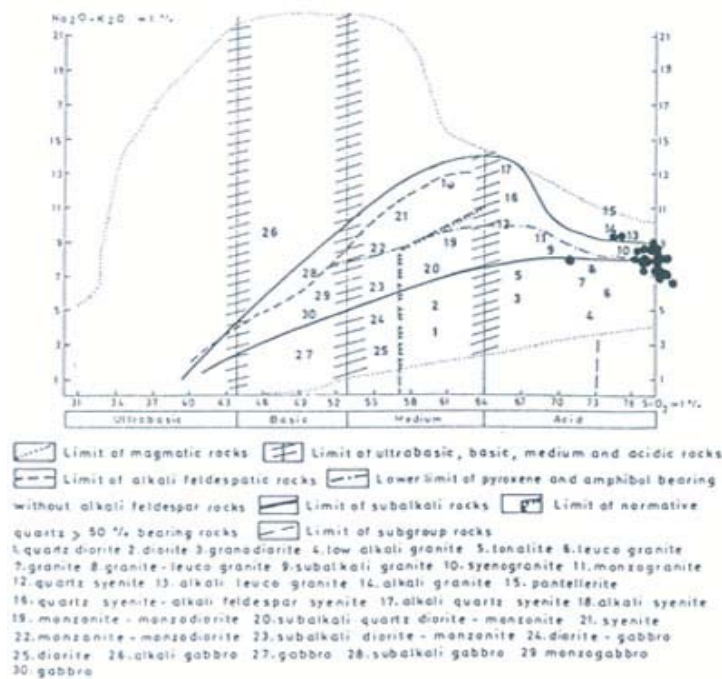
شکل 3- موقعیت قرارگیری نمونه های توده نفوذی آق دره (نقاط تیره) در دیاگرام QAP (LeMaitre- 1990).
 قلمروها : 1- کوارتزولیت (سیلکسیت) 2- گرانیتویدهای غنی از کوارتز 3- آلکالی فلدسپار گرانیت 4- سینیوگرانیت 5- مونزوگرانیت 6- گرانودیوریت 7- تونالیت 8- کوارتز آلکالی فلدسپار سینییت 9- کوارتز مونزونیت 10- کوارتز مونزو دیوریت - کوارتز مونزو گابرو 11- کوارتز دیوریت - کوارتز گابرو 12- آلکالی فلدسپار سینییت 13- سینییت 14- مونزونیت 15- مونزودیوریت - مونزوغابرو 16- دیوریت - گابرو.

شکل 4- موقعیت قرارگیری نمونه های توده نفوذی آق دره در دیاگرام R1 و R2 برای طبقه بندی سنگ های آذرین درونی (دولاروش و همکاران - 1980) (علائم شبیه شکل - 3).



شکل 5- دیاگرام $Ni_2O + K_2O$ در مقابل SiO_2 برای تقسیم بندی انواع سنگ های آذرین درونی (Middlemost - 1985) (و موقعیت قرارگیری نمونه های توده نفوذی آق دره بر روی این دیاگرام (علائم شبیه شکل -3).
 قلمروها: 1- آلکالی فلدسپار سینییت 2- آلکالی فلدسپار کوارتز سینییت 3- آلکالی فلدسپار گرانیت 4- سینییت 5- کوارتز سینییت 6 - گرانیت 7- مونزونیت 8- کوارتز مونزونیت 9- مونزودیوریت 10- کوارتز مونزودیوریت 11- گرانودیوریت 12- دیوریت / گابرو 13- تونالیت.





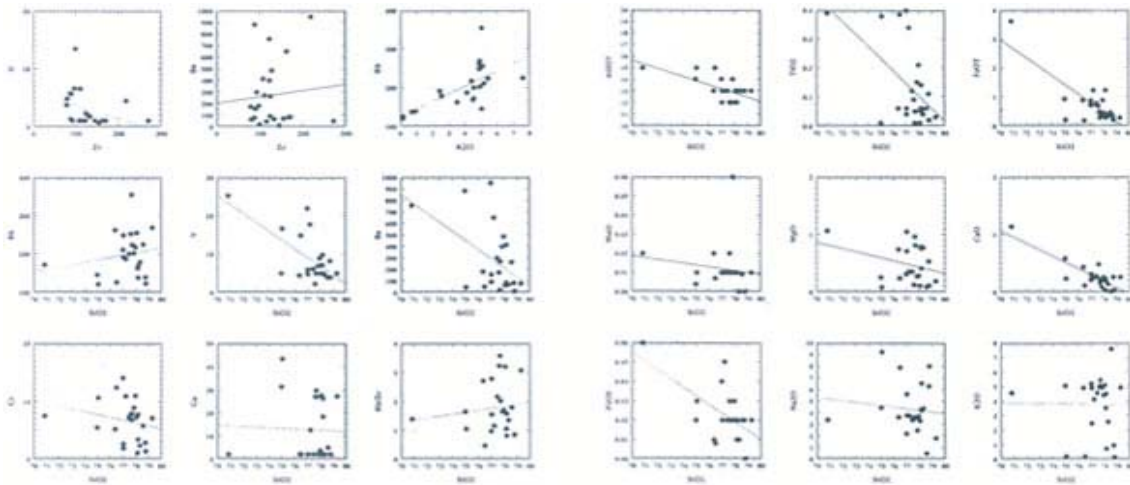
شکل 6- دیاگرام $Ni 2 O + K 2 O$ در مقابل $SiO 2$ برای تقسیم بندی انواع سنگ های آذرین درونی -Anderiva et al (1987) و موقعیت قرارگیری نمونه های توده نفوذی آق دره بر روی دیاگرام (علائم شبیه شکل 3).

جدول شماره 2- نامگذاری نمونه های توده نفوذی آق دره

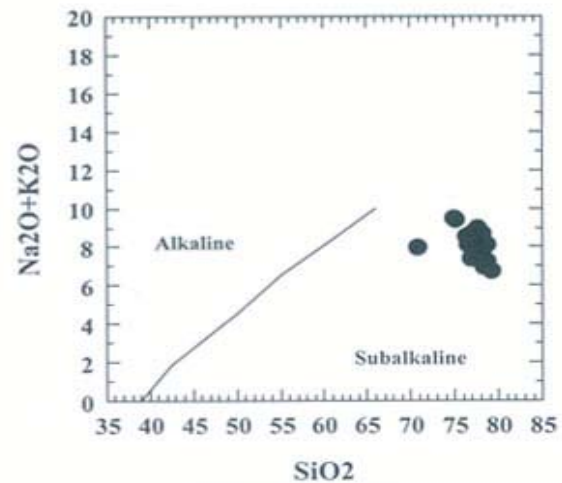
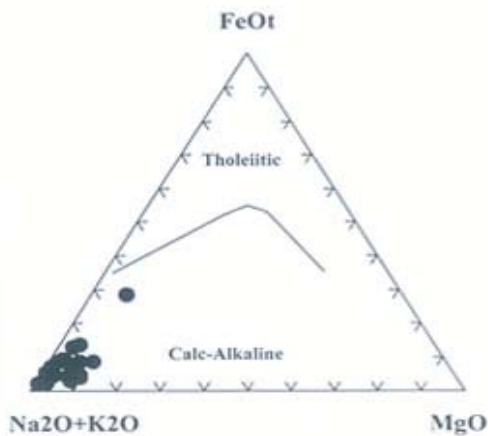
No Sample	De La Roche & et al, 1980	Middlemost 1985	Le Maitre 1989	Anderiva E.D., Bougatikov O.A. & et al. 1981	
	R_1 / R_2	$SiO_2 / K_2 O + Na_2 O$	Q, A, P	Oxides	$SiO_2 / K_2 O + Na_2 O$
60	alkali granite	granite	tonalite	leuco granite	—
121	alkali granite	—	monzo granite	alkali leuco granite	syenogranite
122	alkali granite	—	monzo granite	alkali leuco granite	alkali leuco granite
123	alkali granite	—	monzo granite	alkali leuco granite	syenogranite
124	alkali granite	alkali feldspar granite	monzo granite	alkali leuco granite	syenogranite
125	alkali granite	alkali feldspar granite	monzo granite	alkali leuco granite	alkali leuco granite
126	alkali granite	alkali feldspar granite	monzo granite	alkali leuco granite	syenogranite
127	alkali granite	alkali feldspar granite	quartz diorite	alkali leuco granite	alkali leuco granite
128	—	granite	quartz granite	leuco granite	—
129	—	granite	granodiorite	leuco granite	—
130	alkali granite	alkali feldspar granite	monzo granite	alkali leuco granite	syenogranite
131	alkali granite	alkali feldspar granite	granodiorite	leuco granite	syenogranite
132	syenogranite	alkali feldspar granite	monzogranite	alkali leuco granite	syenogranite
133	alkali granite	granite	tonalite	leuco granite	—
135	alkali granite	alkali feldspar granite	monzogranite-granodiorite	leuco granite	leuco granite
136	—	granite	monzogranite	leuco granite	leuco granite
137	alkali granite	alkali feldspar granite	monzogranite	leuco granite	leuco granite
140	alkali granite	alkali feldspar granite	tonalite	leuco granite	—
141+	—	—	—	alkali basalt	alkali basalt
142	alkali granite	alkali feldspar granite	monzogranite	leuco granite	syenogranite
143	alkali granite	granite	monzogranite	leuco granite	leuco granite
144	monzogranite	granite	monzogranite	granite	granite
145	alkali granite	granite	tonalite	leuco granite	syenogranite
146	—	granite	monzogranite	leuco granite	leuco granite
147	—	alkali feldspar granite	alkali feldspar granite	leuco granite	—

+)Dike



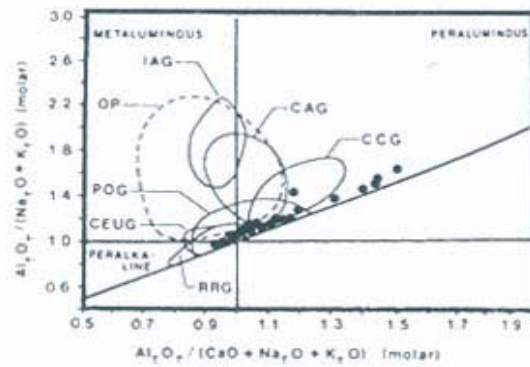
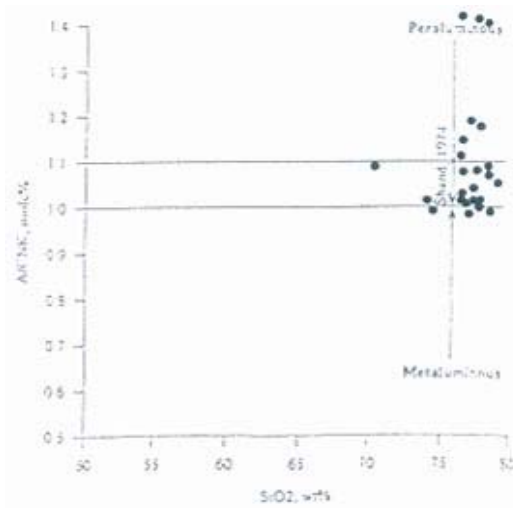


شکل 7- دیاگرام اکسید - اکسید (Harker(1909 و موقعیت نمونه‌های توده نفوذی آق دره بر روی آن (علائم شبیه شکل - 3).
شکل 8- دیاگرام تغییرات عناصر کمیاب Rb,Zr,Cr,V,Rb,Ba,Ga در مقابل SiO_2 و موقعیت نمونه‌های توده نفوذی آق دره بر روی آن (علائم شبیه شکل - 3).

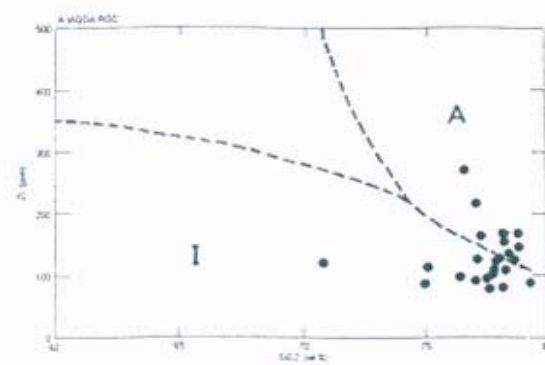
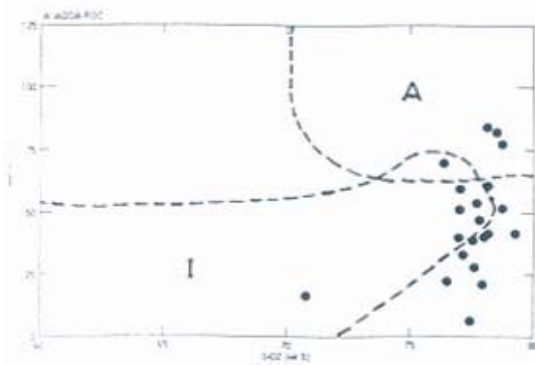


شکل 9- نمودار تغییرات مجموع آلکالن در مقابل سیلیس که در آن دو محدوده آلکالن و ساب آلکالن از یکدیگر جدا شده‌اند (Irvine & Baragar - 1971) و موقعیت نمونه‌های توده نفوذی آق دره بر روی آن .
شکل 10- AFM که سه قطب $A = Ni_2O + K_2O$ ، $F = FeO(t)$ و $M = MgO$ است و در آن محدوده کالکوالکالن و تولیت از هم تفکیک شده است (Irvine & Baragar - 1971) و موقعیت نمونه‌های توده نفوذی آق دره بر روی آن .



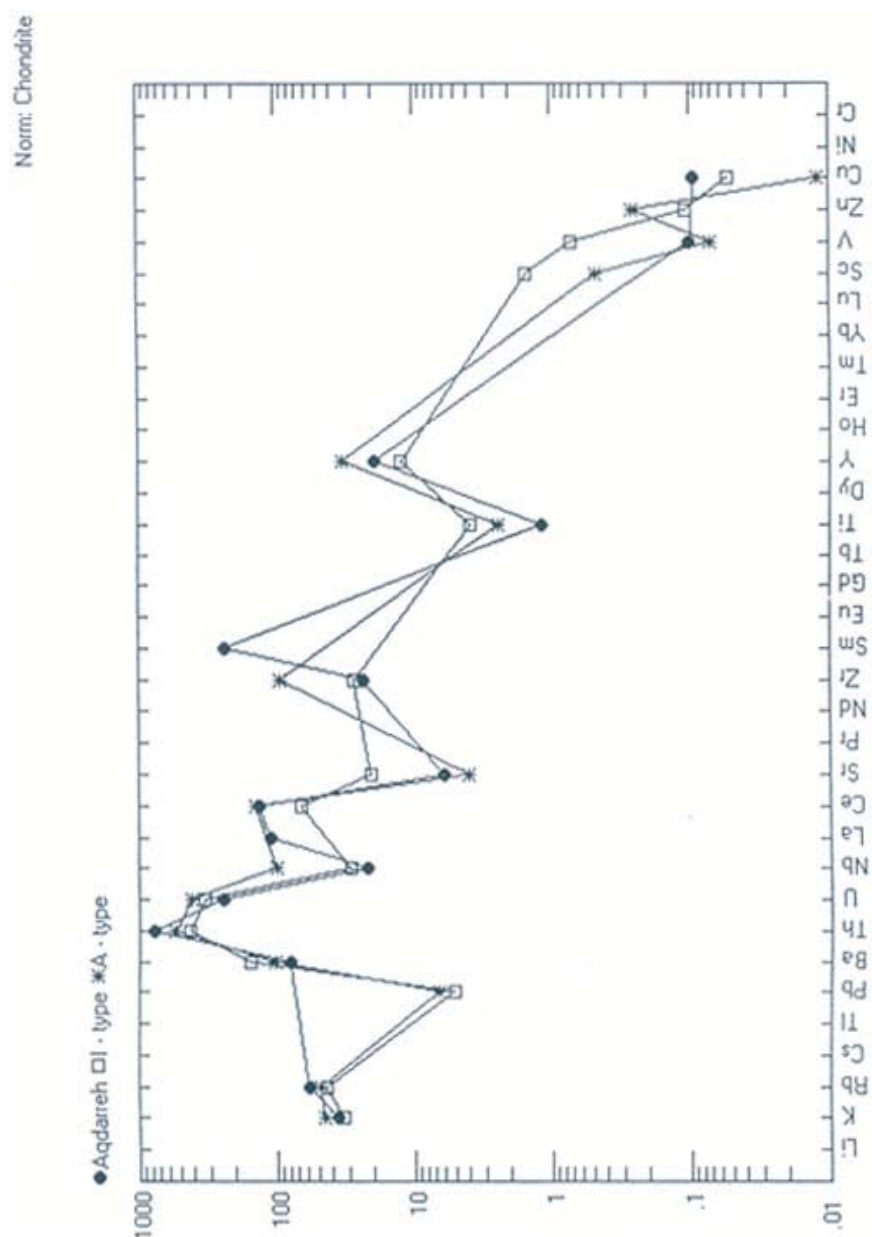


شکل 11- موقعیت نمونه‌های توده نفوذی آق دره در دیاگرام A/CNK در مقابل A/NK (Maniar & Piccoli- 1989).
 شکل 12- موقعیت نمونه‌های توده نفوذی آق دره در دیاگرام A/CNK در مقابل SiO₂ (Shand – 1974).

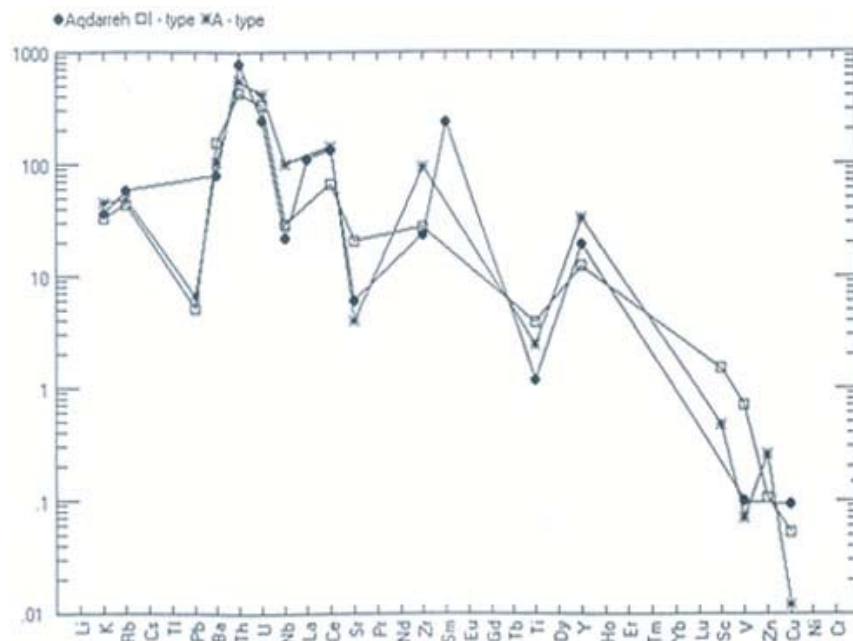


شکل 13- دیاگرام تغییرات SiO₂ در مقابل عنصر Zr برای تفکیک تیپ‌های I و A (Furnes & et al., 1996).
 شکل 14- دیاگرام تغییرات SiO₂ در مقابل عنصر Y برای تفکیک تیپ‌های I و A (Furnes & et al., 1996).

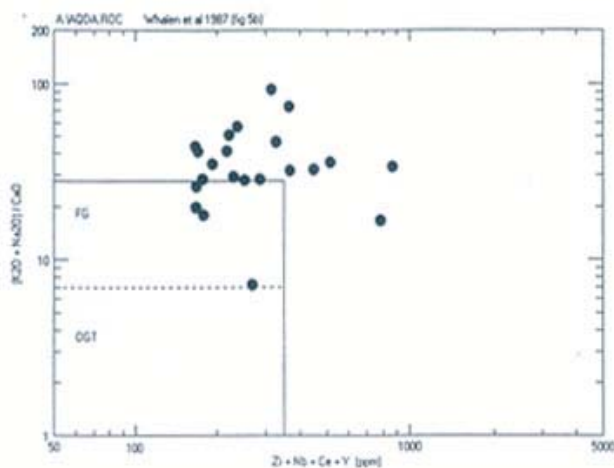




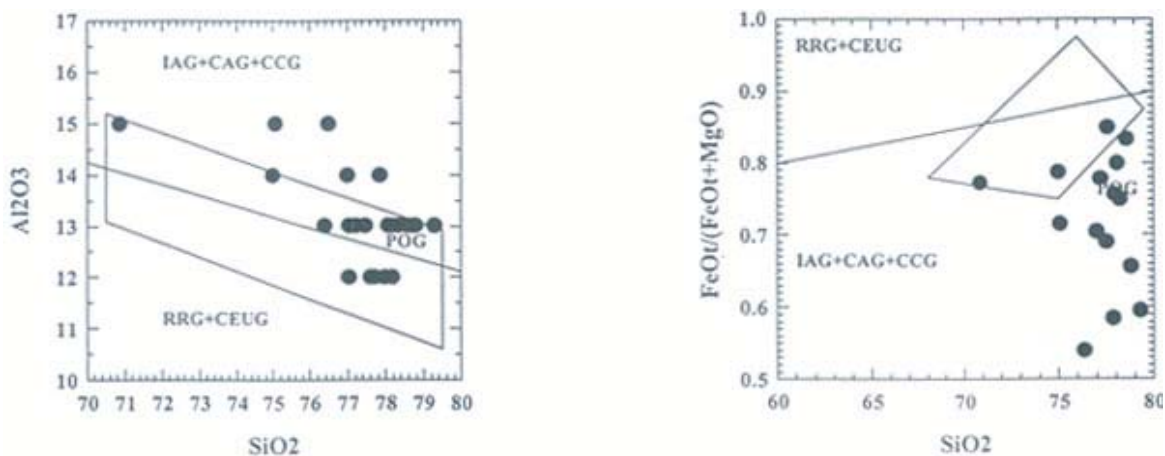
شکل 15- دیاگرام چند عنصر (Spider Diagrams) و موقعیت میانگین مقادیر عناصر کمیاب نمونه های توده نفوذی آف دره و گرانیت های تیب "A" و "I" (Whalen et al.-1987) عادی شده بر پایه ترکیب کندریتها.



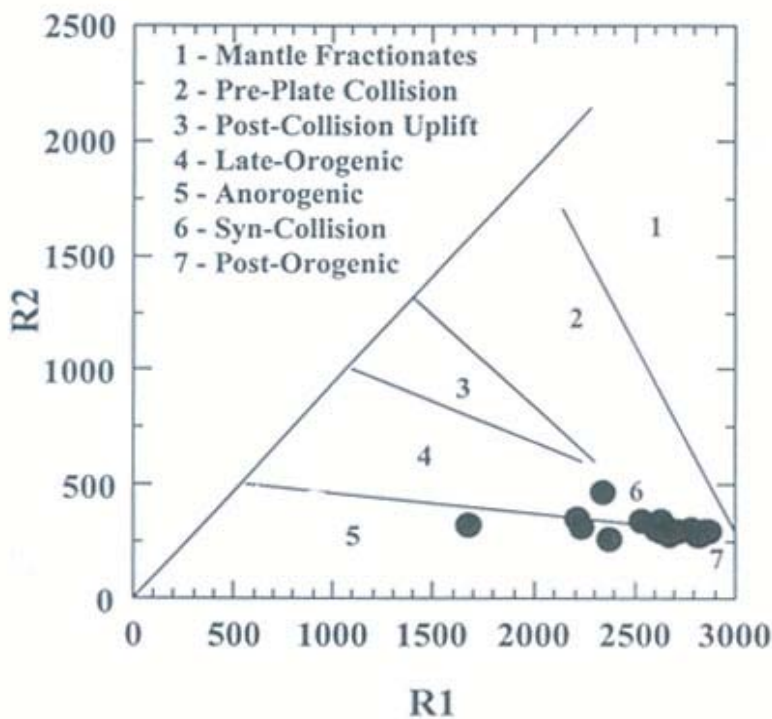
شکل 16- دیاگرام چند عنصری (Spider Diagrams) و موقعیت میانگین مقادیر عناصر کیمیا نمونه‌های توده نفوذی آق دره و گرانیت‌های تیپ "A" و "I" (Whalen et al. 1987) عادی شده بر پایه ترکیب ماگمای گوشته .



شکل 17- دیاگرام تغییرات $Y+Ce+Nb+Zr$ در مقابل $(K_2O + Ni_2O) / CaO$ جهت تفکیک گرانیت های تیپ "A" گرانیت های تفریق یافته (FG) و گرانیت های تفریق نشده تیپ‌های S,I,M (OGT) (Whalen et al.- 1987).



شکل 18- دیاگرام های تغییرات Al_2O_3 در مقابل SiO_2 جهت تفکیک محیط تکتونیکی گرانیتوئیدها (Maniar & Piccoli-1989) و موقعیت نمونه های توده نفوذی آق دره بر روی آنها.



شکل 19- دیاگرام تغییرات پارامترهای R_1 و R_2 جهت تفکیک محیط تکتونیکی گرانیتوئیدها (Batchelor & Bowden – 1985) موقعیت نمونه های توده نفوذی آق دره بر روی آن .

کتابنگاری

- بابا خانی، قلمقاش، 1376- نقشه زمین شناسی ورقه 000 ، 100 : 1 تخت سلیمان ، سازمان زمین شناسی کشور. خلقي خسرقی، 1380 - بررسی پترولوژی، ژئوشیمیایی و تعیین سن توده های نفوذی شمال باختر ایران (تکاب - شاهین دژ)، پایان نامه دکتری ، انستیتو زمین شناسی ، آکادمی علوم جمهوری آذربایجان ، باکو، 358 صفحه .
- خلقي خسرقی، 1379 - نقشه زمین شناسی ورقه 000 ، 100 : 1 ایرانخواه (چاپان)، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور .
- خلقي خسرقی، 1373 - نقشه زمین شناسی ورق 000، 100 : 1 شاهین دژ، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- خلقي خسرقی، 1370 - متامورفیسم ، پلوتونیسم و استراتیگرافی شرق شاهین دژ، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشکده علوم ، دانشگاه تهران ، 260 صفحه .

References

- Alavi – Naini, M., Hajian, J., Amidi, A., Bolurchi, H., 1982 - Geology of Takab - Saein Qaleh : Explanatory note of 1:250,000 map of Takab quadrangl , Geological Survey of Iran , Report No. 50.
- Anderiva, E.D. et al., 1981 - Magmatic rocks, Moscova, Nedna Publications.
- Batchelor, R. A. and Bowden, P., 1985 - Petrogenetic interpretation of granitoid rocks series, using multicationic parameters, Chem. Geol., No. 48, 43-55.
- Collins, W. Y., Beams, S. D., White, A.J.R. & Chappell, B.W., 1982 - Nature and origin of A - type granite with particular reference to south eastern Australia (Con. Min. Petrol., Vol. 80).
- De la Roche, H., Leterrier, J., Grand Claude, P., Marcher, M., 1980 – A classification of Volcanic and Plutonic rocks using R1 - R2 diagrams and major element analysis, chem .Geol ., Vol. 29: 183 - 210.
- Furnes, H., El - Sayed, M., M., Khalil, S., O., & Hassanen, M., A., 1996 - Pan - African magmatism in the wadi El - Imra district, central Desert, Egypt: geochemistry & tectonic environment. Jou. Geo. Soc. Vol. 153.
- Harker, A., 1909 – The natural history of igneous rocks Methuen . London .348 PP.
- Irvine, T.N., Barager, W.R.A., 1971 - A guide to the chemical classification of the common Volcanic rocks, Can. J. Earth sei 8, 523 - 548.
- LeMaitre, R.W., Bateman, P., Keller, J., Lameyre Le Bas, H. J., Sabine, P. A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R. and Zanettin, B., 1989 - A classification igneous rocks and glossary of terms, Blackwell , Oxford.
- Maniar, P.D. and Piccoli, P.M., 1989 - Tectonic discrimination of granites, Geol. Soe. Am. Bull. 101: 635 - 643.
- Middlemost, E.A.K., 1987 - Magmas and magmatic rocks, Longman.
- Middlemost, E.A.K., 1991 - Towards a comprehensive classification of igneous rocks and magmas, Earth Sci. Rev. 31: 73 - 87.
- Shand, S. J., 1974 - Eruptive rocks, their genesis, composition, classification and their relation to ore - deposits. 3rd edition, J. Wiley and Sons, New York, 488 p.
- Whalen, J.B., Currie, K.L., Chappell, B.W., 1987 - A - Type granite: Geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis (cont. Min. Petrol. Vol. 95).

*Geological Survey of Iran

**Earth Science, Faculty, Shahid Beheshti University.

*سازمان زمین شناسی کشور و اکتشافات معدنی کشور

**دانشکده علوم زمین ، دانشگاه شهید بهشتی

