



## خصوصیات کانی شناسی و ژئوشیمیایی توده نفوذی دورجین (جنوب غرب اردستان)

صادقی آرزو<sup>۱</sup> - نصر اصفهانی علیخان<sup>۲</sup> - وهابی مقدم بابک<sup>۲</sup> - صادقی امید<sup>۳</sup>

گروه کارشناسی ارشد پترولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، اصفهان، ایران

دانشجوی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه خوراسگان

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

عضو انجمن علمی مواد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر مجلسی

### چکیده

توده نفوذی دورجین در جنوب غرب اردستان رخنمون دارد. این توده دارای ترکیب سنگ شناسی گرانودیوریت تا تونالیت است و کانی مافیک اصلی در آن آمفیبول است. در اغلب بلورهای پلاژیوکلاز این سنگها منطقه بندی مشاهده می‌گردد که بیانگر نبود تعادل کامل بین ماگما و این کانی در حین تبلور است. بررسی ژئوشیمیایی سنگهای مورد مطالعه نشان دهنده ویژگی کالک آلکالن و متآلومین آنها است. آغشتگی ماگمای اولیه با مواد پوسته ای به عنوان فرآیندی موثر در تشکیل سنگهای مورد مطالعه مطرح می‌باشد. اکثر خصوصیات نمونه‌های مورد مطالعه با گرانیتوئیدهای نوع I قابل مقایسه است. به لحاظ جایگاه تکتونیکی، این سنگها در رده گرانیتوئیدهای کوهزایی و در گروه VAG قرار می‌گیرند.

**واژه‌های کلیدی:** گرانیتوئید، دورجین، کالک-آلکالن، متآلومین، VAG

### *Mineralogical and Geochemical characteristics of "Dorjin pluton" SW of Ardestan, Iran.*

#### **Abstract:**

Dorjin pluton is cropped out in South-West of Ardestan. This granitoid consists of granodiorite, tonalite and main mafic mineral of them is Amphibole. Most plagioclases showing zoning textures, indicative of uncompleted chemical equilibrium between magma and these zoned crystals. Geochemical study of the investigated samples shows Calc-alkaline and metaluminous characteristics of these rocks. It seems that contamination on of original magma by crustal materials is an effective process in generation of studied rocks. Most of the characteristics of studied rocks are comparable with I-type granitoids. Due to tectonic setting these granitoids are orogenic type and VAG.

**Keywords:** Granitoid, Dorjin, Calk-alkaline, Metaluminous, VAG

#### **مقدمه**

منطقه مورد مطالعه در فاصله ۳۵ کیلومتری شمال شرق اصفهان، در زون ارومیه - دختر و حد فاصل طول‌های جغرافیایی "۳۰' ۱۲° ۵۲، ۱۶° ۵۲ و عرض‌های جغرافیایی ۳۳° ۱۴' و ۳۳° ۱۸' واقع شده است (شکل ۱). این توده گرانیتوئیدی به سن الیگوسن - میوسن بوده و جزء زون ایران مرکزی می‌باشد (رادفر، ۱۳۷۶). نواحی اطراف آن بدلیل حضور دگرسانی‌های گرمایی، می‌تواند از نظر اقتصادی بسیار با ارزش می‌باشد. قدیمی‌ترین رسوبات موجود در منطقه متعلق به تریاس است. این توده نفوذی در نواحی باختری عباس‌آباد، شمال روستای فسخود و جنوب کمشچه گسترش دارد و شامل شیل‌های تیره تا سیاه رنگ همراه با ماسه سنگ، سنگ‌های کوارتزی و سنگ آهک‌های دولومیتی زرد تا خاکستری رنگ است.



## هدف

هدف از انجام این پروژه، پتروگرافی، پترولوژی و ویژگی‌های ژئوشیمیایی توده گرانیتوئیدی دورجین و تعیین ارتباط میان ماگماتیسیم منطقه، کانه‌زایی‌های احتمالی، ساختارشناسی توده و تعیین ترکیب ماگمای زاینده از لحاظ موقعیت‌های تکتونیک منطقه و ارتباط آن‌ها با یکدیگر است.

## روش تحقیق

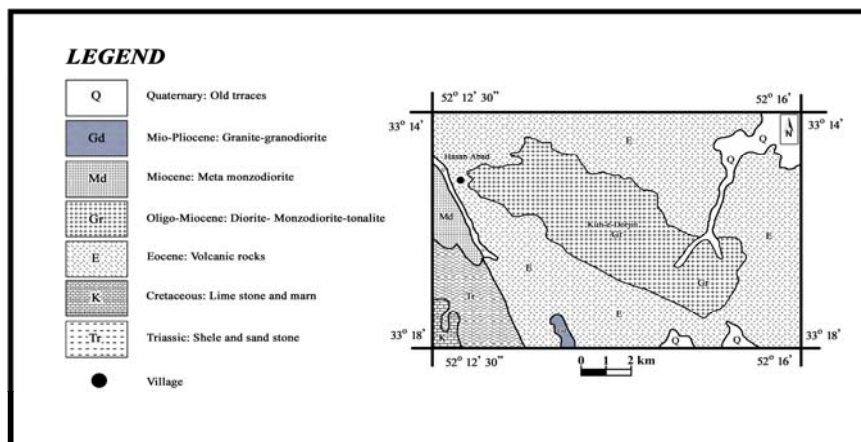
جهت انجام بهتر این پژوهش ابتدا مطالعات کتابخانه ای انجام گرفت. به همین منظور منابع مختلف که هر یک به طور مستقیم یا جانی با موضوع پژوهش در ارتباط بود گردآوری شد. پس از مطالعات اولیه، بازدید از منطقه و عملیات صحرایی آغاز شد و برداشت نمونه‌ها با انتخاب ایستگاه‌های مناسب انجام گرفت. طی بازدیدهای صحرایی از بخش‌های غیر دگرسان شده، حدود ۴۰ نمونه سنگی از توده نفوذی دورجین برداشت شد و پس از تهیه مقاطع نازک و مطالعه آن‌ها با میکروسکوپ پلاریزان، ۹ نمونه به روش ICP-MS در آزمایشگاه ACME در شهر ونکوورکانادا، تجزیه عناصر اصلی، فرعی و نادر خاکی به عمل آمد (نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌ها قابل ارائه توسط نویسندگان می‌باشد). در نهایت با استفاده از نمودارهای ژئوشیمیایی و نیز مطالعات صحرایی و پتروگرافی، به تعیین سری ماگمایی و محیط تکتونیک و تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها پرداخته شد.

## کلیات

### پتروگرافی

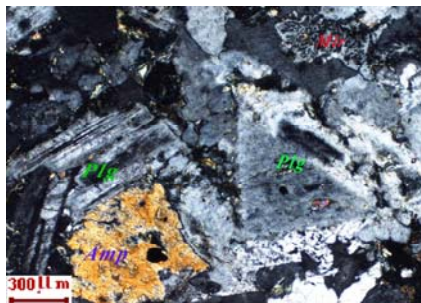
در نمونه دستی سنگ‌های تونالیتی درشت بلور و دارای رنگ روشن تا خاکستری می‌باشد. توده نفوذی دورجین از نظر مودال

دارای ترکیب دیوریت کوارتز

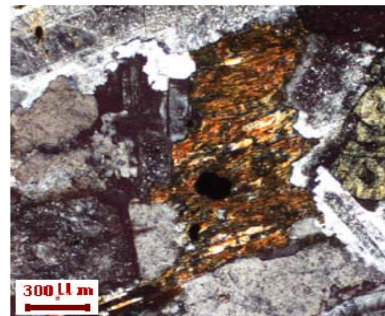


شکل ۱-۱- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه بر اساس نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ اردستان (رادفر، ۱۳۷۶) با اندکی تغییرات.

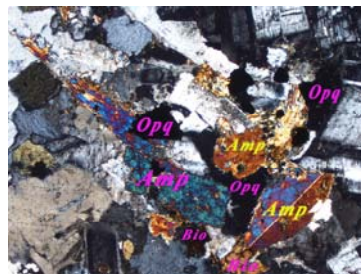
بر اساس مطالعات میکروسکوپی، کوارتز، فلدسپار قلیایی و پلاژیوکلاز، کانی‌های اصلی در این نفوذی است. کانی‌های فرومینزین در نمونه‌ها بیوتیت و آمفیبول است (شکل ۲، الف). بیوتیت شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار با رنگ قهوه‌ای تا قهوه‌ای سوخته می‌باشد (شکل ۲ ب). آمفیبول فراوانتر از بیوتیت بصورت شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار حضور دارد و معمولاً با رنگ سبز زیتونی دیده می‌شود. کانی آمفیبول به صورت یک کانی مهمان در پلاژیوکلاز جای گرفته است (شکل ۲، ب). کانی اپاک بصورت کانی پرکننده فضای خالی در این توده دیده می‌شود (شکل ۲ ج). بلور پلاژیوکلاز اغلب زون بندی از خود نشان می‌دهد. از هم‌رشدی کانی پلاژیوکلاز و کوارتز بافت میرمیکت حاصل شده است (شکل ۳).



شکل ۲ (ب) بافت پوئی کلتیک، کانی آمفیبول قرار گرفته (plg) در داخل پلاژیوکلاز (Amp) و این بافت را ایجاد نموده است.



شکل ۲ (الف) بیوتیت و کلریت حاصل از تجزیه آمفیبول ها در نور (XPL).

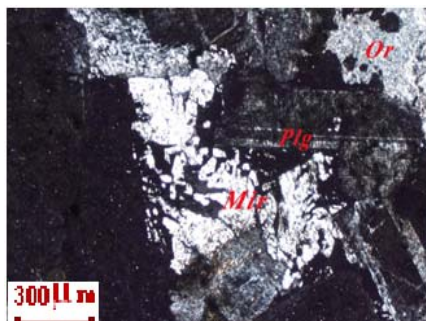


ج) بافت گرانولار در سنگ، حضور کانیهای اوپاک به فراوانی در سنگ همراه با سایر کانی ها. (OPC)

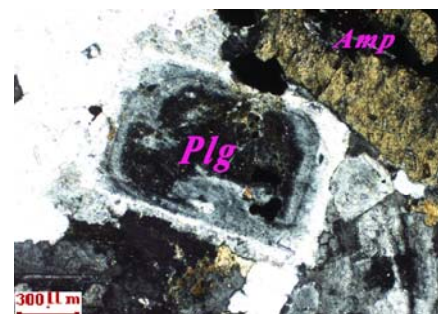
شکل (۲) تصاویر میکروسکوپی مقاطع نازک توده دیوریتی دورجین

### نام گذاری سنگ :

جهت نامگذاری و طبقه بندی سنگ های گرانیتوئیدی دورجین علاوه بر نامگذاری بر اساس ترکیب کانی شناسی، از رده بندی شیمیایی نیز استفاده شده است. در این رابطه نمودار میدلموست، بکار گرفته شد. بر اساس این نمودار، سنگ های مورد مطالعه در محدوده های گرانودیوریت، گرانیت و تونالیت قرار گرفته اند (شکل ۴) و با استفاده از نمودار میزان فراوانی آلبت، پتاسیم فلدسپات و آنورتیت، در محدوده تونالیت تا گرانودیوریت قرار می گیرند (اکانور<sup>۱</sup>، ۱۹۶۵) (شکل ۵).



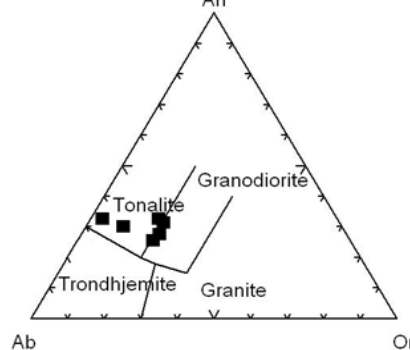
که حاصل هم رشدی (Mir) شکل (۳ الف) بافت میرمکیت می باشد کوارتز و پلاژیوکلاز



شکل (۳ ب) زونینگ و منطقه بندی در پلاژیوکلازها (XPL در نور)

<sup>1</sup> O' Connor, 1965

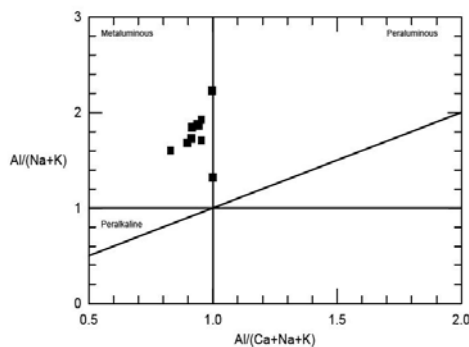
جهت تقسیم  $SiO_2$  در مقابل  $Na_2O+K_2O$  شکل ۴: دیاگرام  
بندی سنگ‌های آذرین درونی و موقعیت نمونه‌های توده  
گرانیت‌نندی ده درجن.



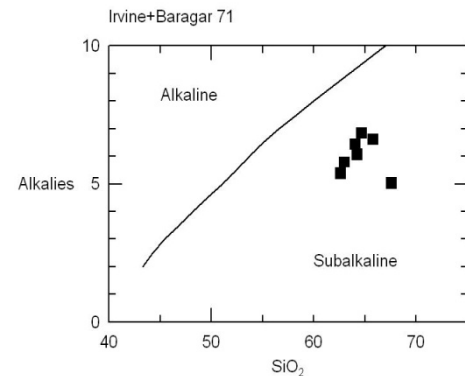
شکل ۵ - نامگذاری سنگ‌های آذرین درونی اشباع از سیلیس (اکانور، ۱۹۶۵)

### ماهیت ماگما:

برای بررسی ماهیت ماگمای تشکیل دهنده سنگ‌های مورد مطالعه از نمودارهای (۶) و (۷) استفاده شده است (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱ و مانیار و پیکولی، ۱۹۸۹). براساس مطالعات شاخص آلومین در نمودار ۷ که براساس  $A/CNK$  در مقابل  $A/NK$  می‌باشند، نمونه‌ها در محدوده متاآلمین که متعلق به سنگ‌های کالکوآلکان است، قرار می‌گیرند (مانیار و پیکولی، ۱۹۸۹) (شکل ۷). نمونه‌های بررسی شده در نمودار (۶) در محدوده ساب‌آلکان واقع شده اند (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱ و بارکر، ۱۹۷۹).



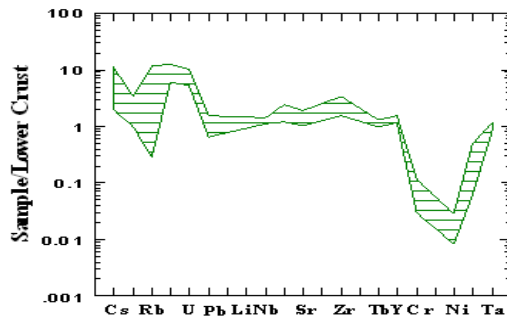
شکل (۷) موقعیت نمونه‌های توده نفوذی  
مورد مطالعه در دیاگرام  $A/CNK$  در مقابل  
(Irvin & Baragar 1971)  $A/NK$



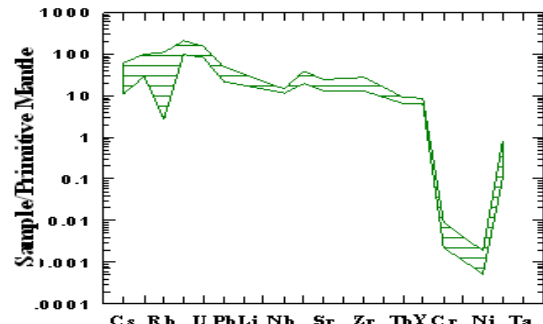
شکل ۶- نمودار AFM به منظور تفکیک سنگ‌های آذرین  
کالک آلکان از تولتی ایت (Irvin & Baragar, 1971).

### نمودارهای عنکبوتی:

در نمودار (۹) سنگ‌های منطقه نسبت به گوشته اولیه نرمالایز شده اند. در این نمودار یک غنی‌شدگی از عناصر LILE تا ۱۰۰ برابر می‌تواند به دلیل تاثیر پوسته قاره‌ای در تشکیل این نفوذی می‌باشد (آگراول، ۱۹۹۵). در این نمودار مشابهت زیاد ترکیب ماگمای اولیه با پوسته زیرین می‌تواند نشانگر نمایی از منشأگیری ماگما با پوسته زیرین یا نقش بسیار مهم پوسته زیرین باشد. در نمودار ۸، عناصر نادر خاکی در نمونه‌ها نسبت به پوسته پایینی بر روی نمودار عنکبوتی نرمالایز شده اند. در این نمودار عناصر LREE روند غنی‌شدگی را تا ۱۰ برابر نشان می‌دهند ولی HREE ها روندی یکنواخت موازی با خط نرمالایز دارند.



شکل (۸) نمودار عنکبوتی نمونه های عناصر نادر خاکی گرانیتوئیدها نسبت به پوسته پائینی بر روی نمودار عنکبوتی.



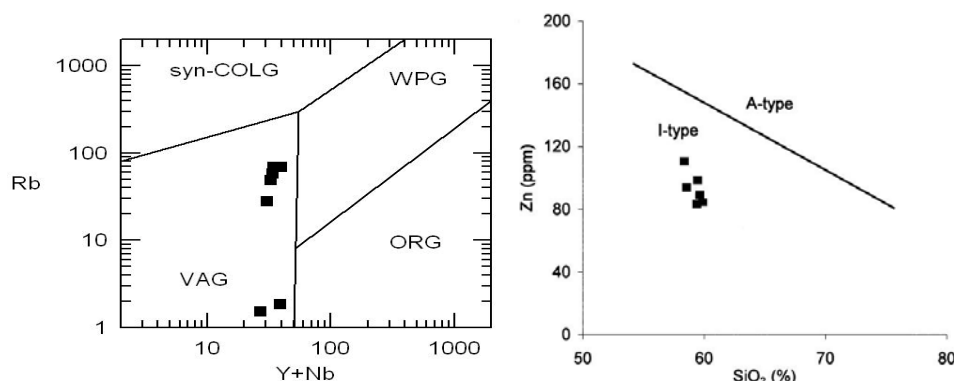
شکل (۹) نمودار عنکبوتی نورمالایز نمونه های چند عنصری گرانیتوئیدها نسبت به گوشته اولیه بر روی نمودار عنکبوتی.

### بررسی تیپ توده گرانیتوئیدی دورجین:

یکی از روش های مفید جهت تمایز گرانیت های A و S استفاده از نمودار Zr در برابر Ga/Al آگراوال (۱۹۹۵) می باشد. بر اساس این نمودار، همه نمونه های این توده نفوذی در محدوده گرانیت های نوع A واقع شده اند (شکل ۱۰). بالا بودن Ga/Al در این گرانیت ها بدین علت است که Al به صورت مقدم در شبکه پلاژیوکلاز حبس می شود در حالیکه Ga در مذاب به صورت ساختاری  $Fe^{3+}$  پایدار می ماند (بست، ۱۹۸۲).

### تعیین محیط تکتونیکی:

توده نفوذی دورجین بر اساس نمودارهای تفکیک کننده محیط تکتونیکی که توسط پیرس و همکاران (۱۹۸۴) پیشنهاد شده در محدوده گرانیت های قوس آتشفشانی (VAG) قرار می گیرد (شکل ۱۱).



(شکل ۱۱) نمودار تمایزی Rb در مقابل Y+Nb و موقعیت نمونه های دورجین در این دیاگرام (پیرس، ۱۹۸۴).

(شکل ۱۰) نمودار متمایز کننده گرانیت های نوع I از گرانیت های نوع S بر حسب درصد وزنی  $SiO_2$  به Zr و Nb (آگراوال، ۱۹۹۵ و چاپل، ۱۹۸۷).



### نتیجه گیری :

توده نفوذی دورجین در شمال غرب در کمر بند ساختاری ارومیه- دختر واقع است. این توده عمدتاً دارای ترکیبی عمدتاً از دیوریت کوارتز دار تا گرانودیوریت می باشد. بررسی های صحرایی، پتروگرافی و ژئوشیمیایی نشان می دهد که اکثر خصوصیات نمونه های مورد مطالعه با گرانیتوئیدهای تیپ I 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. گرانیتوئیدهای مورد مطالعه از نظر جایگاه تکتونیکی با رده VAG قابل مقایسه است.

### منابع:

- رادفر، ج.، ۱۳۷۶، نقشه زمین شناسی اردستان ۱:۱۰۰۰۰۰. ۱. تهران: انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- A., Lacroix, Sur les enclaves acides des roches volcaniques Auvergne, Bull.Serv Carte Geol. Fr., 2, pp. 25-56,(1980).
- Agrawal, S., "Discrimination between late-orogenic, post-orogenic and inorganic granites by major element composition." J. Geol., (1995), 103, 529-537.
- Barker F., "Trondhjemite: Definition, environment and hypotheses of origin." In: Barker F. (ed.) Trondhjemites, dacites and related rocks. Elsevier, Amsterdam, (1979), pp. 1-12.
- Best M.G. "Igneous and metamorphic Petrology", W.H. Freeman and Co. (1982). pp. 630.
- Chappell, B. W., "Granitites from Moonbi district, New England Batholiths, Eastern Australia", Jour. Geo. Soc. Aust., (1987), 25, 267-283.
- 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.
- Maniar, P.D. and Piccoli, P.M., "Tectonic discrimination of granitoids", Geol. Soc. Am. Bull., (1989), 101: 635-643.
- Middlemost, E-A.K. 1994. Magma and magmatic rocks. An introduction to igneous petrology. Longman Group U-K. 260P.
- O'Connor, J.T., 1965, A classification for quartz - rich igneous rock based on feldspar ratios. U.S. Geol. Surv. Prof. pp, 525B, B79-B84.
- 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.
- 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.