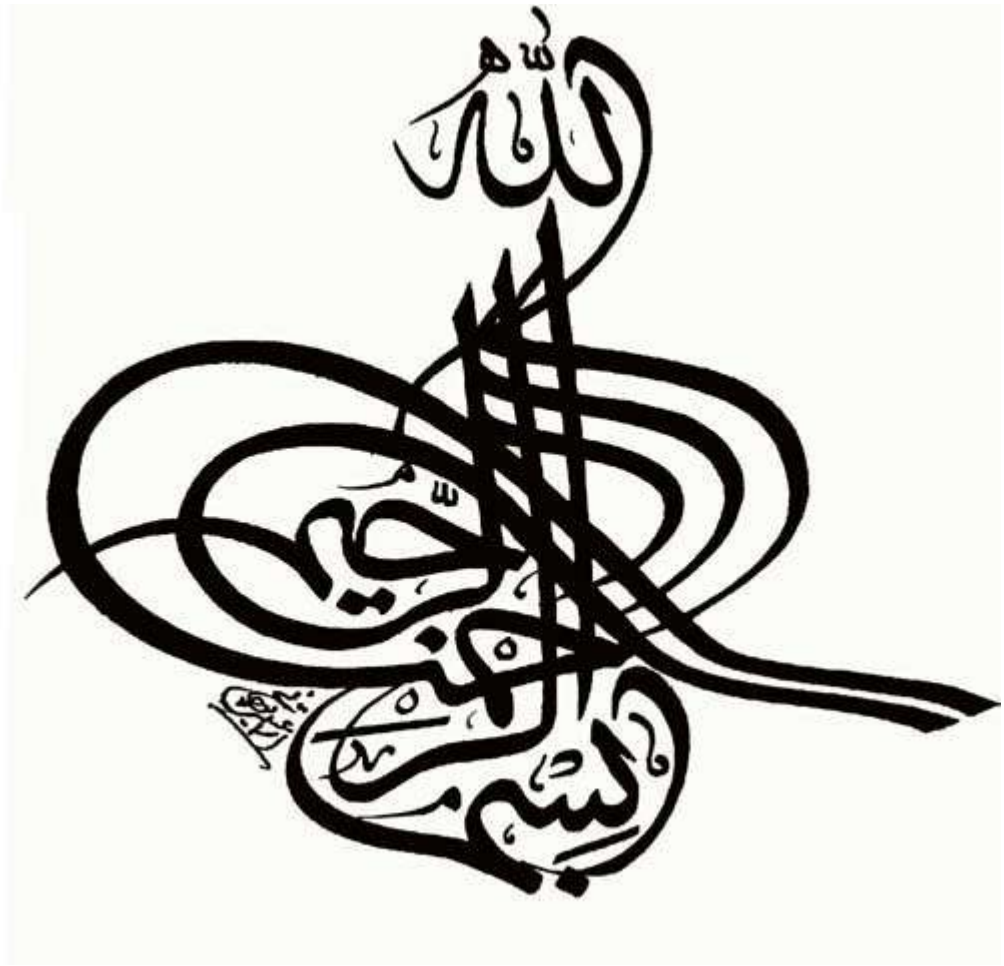
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش پترولوژی

عنوان پایان نامه

پترولوژی و ژئوشیمی توده های گرانودیوریتی برماری و سرخر واقع در سنگان، خواف، خراسان رضوی

استاد راهنما

دکتر سید احمد مظاهری

اساتید مشاور

دکتر بهنام رحیمی

نگارش

خدیجه نصرالهی

شهریورماه ۹۱

چکیده

منطقه مورد مطالعه بین مختصات طول جغرافیایی ۶۰°۳۰ تا ۶۰°۴۵ و بین مختصات عرض جغرافیایی ۳۴°۱۵ تا ۳۴°۳۰ در شمال شرقی شهر سنگان و در۴۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان خواف در استان خراسان رضوی واقع شده است که قسمتی از رشته مرکزی در چهار گوش تایباد می باشد و با سن احتمالی ائوسن پسین تا الیگوسن پیشین جزء ایران مرکزی است. یک واحد هورنبلند بیوتیت گرانیت با بافتهای متفاوت می باشند که براساس نمودار اشترکایزن از دو واحد اصلی هورنبلند بیوتیت مونزوگرانیت و هورنبلند بی وتیت سینوگرانیت تشکیل شده است که در بین این واحدها، واحدهای خیلی کوچک گرانیت پورفیری و میکروگرانیت به صورت دایک وجود دارد، مطالعات کانی شناسی و پتروگرافی نشان می‌دهد که بافت عمده این سنگها هیپ ایدیومورف گرانولار و همچنین دارای بافت‌های پرتیتی، پورفیری و گرانوفیری می باشند. کانی‌های اصلی تشکیل دهنده آنها کوارتز، ارتوکلاز (پرتیتی) ، پلاژیوکلاز، کانی‌های متداول، بیوتیت قهوه ای، هورنبلند سبز و کانی‌های فرعی زیرکن، آپاتیت و مگنتیت و کانی های ثانوی شامل سرسیت و کلریت و کانی‌های هوازدگی شامل اکسید و هیدروکسیدهای آهن و کائولن است . پلاژیوکلازها از مرکز به سمت حاشیه سرسیتی شده‌اند و همچنین دارای منطقه بندی می باشند ، ارتوکلازها به کانی های رسی وکائولن دگرسان شده‌اند. براساس مشاهدات صحرایی و مطالعات میکروسکوپی انکلاوهای ماگمایی در سنگ های میزبان از نوع انکلاوهای میکروگرانولار فلسیک است، که ابعاد کوچکی داشته و حداکثر تا اندازه ۳۰ سانتیمتر می رسند که به شکل کروی تخم مرغی شکل می‌باشند و دارای مرز شارپ مشخصی با سنگهای میزبان خود می باشند و حاوی فنوکریست‌هایی از کانی های زمینه می باشند . این سنگها دارای ماهیت کالک آلکالن پتاسیم بالا بوده و براساس نمودارهای شاخص اشباع از آلومین سنگهای منطقه مورد مطالعه پرآلومین و متا آلومین هستند . در نمودارهای عنکبوتی غنی شدگی از عناصر ناسازگار K,Th,Rb,La و آنومالی منفی عناصر Ti,Nb,Sr,Ba را نشان می دهد که بیانگر ایجاد ماده مذاب حاصل از منشا پوسته ای است . آمفیبول های منطقه از نوع کلسیک بوده و ترکیب آنها از هورنبلند آهن و هورنبلند منیزیم دار تا اکتینولیت تغییر می‌کند که در شرایط نسبتا بالای فوگاسیته اکسیژن تبلور یافته‌اند. فشار محاسبه شده با استفاده میزان Al موجود در آمفیبول‌ها، در حدود ۲.۷۱ تا ۲.۹۱ کیلوبار نشان می دهد و درجه حرارت بدست آمده حدود ۷۲۳ تا ۷۲۸ درجه سانتی گراد تغییر می‌کند. براساس نمودار فشار - عمق مشخص

گردید که سنگهای گرانیتوئیدی منطقه مورد مطالعه تقریبا از اعماق ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر منشا ءگرفته‌اند . براساس نمودار تکتونوماگمایی، آمفیبول‌ها در گستره آمفیبول‌های وابسته به مناطق فرورانش (S-Amph) می باشند . میکاهای نمونه های مورد مطالعه در نمودار ASPE، با داشتن Al>1.742 و0.248< (Fe/(Fe+Mg در گستره بیوتیت با تمایلی به سمت آنیت قرار گرفته‌اند. براساس مقادیر اکسیدهای MnO وTiO_2, MgO, FeO بیوتیت های مورد مطالعه از نوع اولیه و محصول تبلور ماگما هستند. تعیین سری ماگمایی با استفاده از بیوتیت ها، گرانیتوئیدهای مورد مطالعه در محدوده C قرار دارند که نشان دهنده منشا ماگمای کالک‌آلکالن است که در محیط کوهزایی مرتبط با زون فرورانش که شاخص گرانیت نوع I است تشکیل شده اند . ترکیب پلاژیوکلازهای مورد مطالعه در گستره ای بین $An_{13.02}$ تا $An_{47.74}$ و $Ab_{50.57}$ تا $Ab_{84.12}$ که در محدوده آندزین تا الیگوکلاز قرار می گیرند . براساس نمودارهای 10000*Ga/Al در برابر عناصر اصلی و همچنین عناصر کمیاب و جزئی که انواع گرانیت های I, S, A تفکیک می کنند و همچنین براساس نمودار Chappelle & White که بر پایه مقدار درصد وزنی Na_2O در مقابل K_2O ترسیم شده است و متمایز کننده گرانیت‌های I و S می‌باشد سنگهای گرانیتوئیدی مورد مطالعه در رده گرانیت های نوع I قرار می گیرند.و همچنین نمونه های مورد مطالعه در قلمرو گرانیتوئیدهای همزمان با برخورد (Syn-Collision) و اواخر کوهزایی (Late – Orogenic) قرار می‌گیرند. موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه بر روی نمودار Y در برابر Nb در قلمرو گرانیتوئیدهای قوس آتشفشانی (VAG) قرار می گیرند . براساس نمودارهای Y-Z و $Zr / Al_2O_3 – TiO_2/$ $Al2O_3$برای جدایش دو نوع اصلی گرانیت‌های درون صفحه‌ای و گرانیت‌های وابسته به قوس ارائه شده اند، نمونه های مورد مطالعه در گستره وابسته به قوس قرار می گیرند . سنگهای منطقه مورد مطالعه حاصل ذوب بخشی آندزیت و آندزیت بازالت کالک آلکالن آبدارند که منشا مناسبی برای گرانیت‌های پتاسیم‌دار می‌باشند.

Abstract

The study area is located between 60 º 30 □to 60 º 45 □N-S and 34 º15 □to 34º 30 □E –W in northeastern town of Sangan and 40 km southeatst of Khaf city, Khorasan Razavi. It is part of central string in Taybad and Late Eocene to Oligocene in age and it is part of Central Iran. It is a hornbelande biotie granit with different textures. Based on Streekeisen it Consists of two main units, hornblende biotite monzogranite and hornblende biotite synogranit and two smaller units, granite porphyri and microgranit (as dykes). Mineralogy and petrographic studies shows that the major textures in these rocks are hypidiomorph granular, porphyritic, granophyric and perthitic. The main minerals are orthoclase (perthitic), plagioclas , brown biotite and green hornblene. Accessory minerals are zircon, apatite and magnetite. Secondary minerals are iron oxides and hydroxides and kaolin. Plagioclase changes from the center towards the periphery by sericite and also have Zoning. Orthoclase is altered to Clay and kaolin. Based on field and smicroscopic studies the magmatic enclaves are felsic microgranular. They are small in size, maximum size 30 cm indiameter .They are oval shaped with sharp boundaries set by their host rocks. The groundmass mineralogy is the same as phenocrysts. These rocks are high-potassium, calc-alkaline and metaluminous to peraluminous. The spider diagram shows an increase in incompatible elements such as K, Th, Rb, La and negative anomalies for elements Ti, Nb, Sr, Ba which shows the melt material orginated from the Crustal materials. Microprobe Analyses results shows that Amphibole minerals are of calcic type and they change from iron-bearing to magnesium-bearing hornblende and to actinolite, indicating a relatively high oxygen fugacities crystallization. Based on Al value in hornblende the pressure in this granitoids is about 2.71to 2.91 kilobars and temperature changes from 723° to 728 °. The pressure - depth of granitoid rocks in the study area is determined approximately to be 10 to 20 kilometers deep. The tectenomagmatic diagram shows that , amphibole composition is related to amphibole subduction zones (S-Amph). Biotite composition in ASPE diagram with Al>1.742, >0.248 Fe/(Fe+Mg) is located in the range of biotite composition towards the Annite. Based on the amounts of TiO_2, MgO, FeO and MnO oxides this biotite seems to be formed from a primary magma. The biotite magmatic in studied granitoids are in the range of C (calc-alkaline) indicating orogeny related to subduction zone of I type granite. Plagioclase composition changes ,between $An_{13.02}$ to $An_{47.74}$ and $Ab_{50.57}$ to $Ab_{84.12}$ from Andesine to Oligoclase. Based on 10000*Ga / Al versus major elements and trace elements for I, S and A granite, also according to Chappelle & White diagram, and Na_2O vs K_2O diagram the granitoid rocks are also I-type, Syn-Collision and Post-Orogenic. Studied sample position on the Nb vs Y diagrams shows the tectonic setting as VAG. Also based on Y-Z and Zr / Al_2O_3 - TiO_2 / Al_2O_3 seperating the two main arc related granitoids, partial melting of andesite and andesite basaltic calc-alkaline are appropriate source for potassium granit.

فهرست مطالب

فصل اول : کلیات

۱-۱) مقدمه ۱

۱-۲) موقعیت منطقه مورد مطالعه ۱

۱-۳) راه‌های دسترسی ۴

۱-۴) مشخصات کلی شهرستان خواف ۵

۱-۵) اشتغال ۵

۱-۶) وضعیت آب و هوایی وژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه ۵

۱-۷) اهداف مطالعه ۶

۱-۸) روشهای مطالعه ۶

۱-۸-۱) جمع‌آوری اطلاعات ۶

۱-۸-۲) مطالعات صحرایی ۶

۱-۸-۳) مطالعات آزمایشگاهی ۶

۱-۸-۴) مطالعات نهایی ۷

۱-۹) تاریخچه مطالعات قبلی ۷

فصل دوم : زمین شناسی عمومی

۲-۱) مقدمه ۱۰

۲-۲) خردقاره ایران مرکزی ۱۳

۲-۲-۱)بلوک لوت ۱۳

۲-۲-۲) بلوک طبس ۱۴

۲-۲-۳) بلوک کلمرد ۱۵
۲-۲-۴) بلوک پشت بادام ۱۵
۲-۲-۵) فرونشست بیاضه بردسیر ۱۶
۲-۲-۶) بلوک یزد ۱۶
۲-۳) زمین‌شناسی منطقه ۱۸
۲-۳-۱) رشته اصلی ۲۰
۲-۳-۱-۱) بلوک کوه تاهودره – کوه قلعه‌سنگی ۲۰
۲-۳-۱-۲) واحد سفید کوه - کوه قربان ۲۱
۲-۳-۱-۳) بلوک کوه سنگی – یکه‌کوه ۲۱
۲-۳-۱-۴) افتادگی عرضی کرات ۲۱
۲-۳-۱-۵) بلوک جنوبی ۲۲
۲-۳-۲) بلوک کوه ناهور - کوه سینا ۲۲
۲-۳-۳) بلوک کوه پیربنوش ۲۳
۲-۳-۴) فرو افتادگی ها ۲۳
۲-۳-۴-۱) فرو افتادگی گندمشاد – تایباد ۲۳
۲-۳-۴-۲) فرو افتادگی خواف ۲۳
۲-۴) واحدهای زمین شناسی و چینه شناسی منطقه مورد مطالعه ۲۴
۲-۴-۱) پرکامبرین ۲۴
۲-۴-۲) پروتروزوئیک ۲۴
۲-۴-۲-۱) پروتروزوئیک فوقانی ۲۴
۲-۴-۲-۲) پروتروزوئیک پسین ۲۵
۲-۴-۳) پالئوزوئیک ۲۵

۲-۴-۳-۱) پالئوزوئیک زیرین ۲۵
۲-۴-۳-۲) دونین ۲۶
۲-۴-۳-۳) کربونیفر - پرمین ۲۶
۲-۴-۴) مزوزوئیک ۲۷
۲-۴-۴-۱) تریاس ۲۷
۲-۴-۴-۲) ژوراسیک ۲۷
۲-۴-۴-۲-۳) کرتاسه ۲۸
۲-۴-۵) سنوزوئیک ۲۹
۲-۴-۵-۱) پالئوسن – ائوسن ۲۹
۲-۴-۵-۱-۱) کنگلومرای پالئوسن زیرین ۳۰
۲-۴-۵-۱-۲) مجموعه زیرین ۳۰
۲-۴-۵-۱-۳) مجموعه بالایی ۳۰
۲-۴-۵-۱-۴) توده های نفوذی و دگرگونی مجاورتی ۳۱
۲-۴-۵-۲) الیگوسن – میوسن ۳۲
۲-۴-۵-۳) نئوژن ۳۲
۲-۴-۶) کواترنری ۳۳
۲-۵) موقعیت زمین شناسی ساختمانی و تکتونیکی منطقه در پهنه بندی رسوبی –ساختاری ایران ۳۵
۲-۶) زمین ساخت عمومی منطقه مورد مطالعه ۳۶
۲-۷) زمین‌شناسی اقتصادی ۳۹
۲-۸) واحدهای سنگ شناسی منطقه مورد مطالعه ۴۰

فصل سوم : پتروگرافی

۳-۱) مقدمه ۴۳

۳–۲) طبقه‌بندی و نامگذاری ۴۴
۳-۲) واحدهای سنگی ۴۵
۳-۲-۱) واحد هورنبلند بیوتیت مونزو گرانیت ۴۶
مشخصات ماکروسکوپی: ۴۶
مشخصات میکروسکوپی: ۴۶
۳-۲-۲) واحد هورنبلند بیوتیت سینو گرانیت ۴۸
مشخصات ماکروسکوپی: ۴۸
مشخصات میکروسکوپی : ۴۹
۳-۲-۳) واحد گرانیت پورفیری : ۵۲
مشخصات ماکروسکپی: ۵۲
مشخصات میکروسکوپی: ۵۲
۳-۲-۴) واحد میکرو گرانیت: ۵۳
مشخصات ماکروسکپی: ۵۳
مشخصات میکروسکوپی: ۵۴
۳-۳) بافت شناسی..... ۵۵
۳-۳-۱) بافت هیپیدیومورف گرانولار یا هیپ اتو مورف گرانولار ۵۵
۳-۳-۲) بافت پرتیتی..... ۵۶
۳-۳-۳) بافت گرانوفیری ۵۹
۳-۳-۴) بافت کنسرتال ۶۰
۳-۳-۵) بافت راپاکیوی..... ۶۰
۳-۴) ماکل‌ها ۶۱
۳-۴-۱) ماکل های اولیه ۶۱

۳-۴-۲) ماکل ثانویه ۶۱
۳-۵) منطقه‌بندی ۶۳
۳-۶) ادخال کانی ها ۶۳
۳-۷) انکلاوها ۶۵
۳-۷-۱) ویژگی های انکلاوهای منطقه مورد مطالعه ۶۶

فصل چهارم : ژئوشیمی

۴-۱) مقدمه ۶۹
۴-۲) آنالیز XRF ۶۹
۴-۳) عناصر اصلی ۷۳
کاربرد عناصر اصلی ۷۳
۴-۴) طبقه‌بندی گرانیتوئیدها ۷۳
۴-۴-۱) نامگذاری سنگهای آذرین درونی برمبنای ترکیب شیمیایی ۷۳
۴-۴-۱-۱) نامگذاری با استفاده از مجموع آلکالن در مقابل سیلیس (TAS) ۷۴
۴-۴-۱-۲) نامگذاری با استفاده از نمودارهای چند کاتیونی ۷۶
۴-۴-۱-۲-۱) نمودار چند کاتیونی (Debon & Le Fort ,1988) ۷۶
۴-۴-۱-۲-۲) نمودار R1-R2 (Dela Roche et al.,1980) ۷۷
۴-۴-۱-۳) نامگذاری با استفاده از روش محاسبه کانی های نورم ۷۹
۴-۵) تعیین سری ماگمایی ۸۰
۴-۵-۱) تعیین سری ماگمایی با استفاده از عناصر اصلی ۸۱
۴-۵-۱-۱) نمودار (Irvine & Baragar , 1971) ۸۱
۴-۵-۱-۲) نمودار مثلثی AFM (Irvine and Baragar., 1971) ۸۱
۴-۵-۱-۳) نمودار (Miyashiro,1974) ۸۳

۴-۵-۱-۴) نمودار Frost و همکاران (2001)..... ۸۳
۴-۵-۱-۵) نمودار Pecceillo & Taylor (1976)..... ۸۵
۵-۵-۲) تعیین سری ماگمایی با استفاده از عناصر فرعی ۸۶
۴-۶) بررسی شاخص‌اشباع از آلومینیم سنگهای منطقه مورد مطالعه ۸۷
۴-۶-۱) نمودار (Shand,1943)..... ۸۸
۴-۶-۲) تعیین اندیس آلومینیم براساس کاتیون ها..... ۸۹
۴-۶-۲-۱) نمودار Debon & Le Fort(1983)..... ۸۹
۴-۶-۱-۲) نمودار (Villaseca et al .,1998)..... ۹۱
۴-۷) بررسی ارتباطات ژنیتیکی و تحولات ماگمایی براساس روند تغییرات عناصر اصلی در نمودار تغییر (Variation Digram)..... ۹۲
۴-۷-۱) نمودارهای Harker(1909) ۹۳
۴-۷-۱-۱) نمودارهای Harker (1909) براساس اکسیدهای عناصر اصلی در برابر SiO_2 ..... ۹۳
۴-۷-۱-۲) نمودار هایی (Harker,1909) براساس روند تغییرات عناصر اصلی نسبت MgO ۹۶
۴-۸) عناصرجزئی و کمیاب..... ۹۷
۴-۸-۱) روند تغییرات عناصر کمیاب براساس نمودارهای تیپ هارکر ۹۷
۴-۸-۲) روند تغییرات فلزات واسطه نسبت به SiO_2 ..... ۱۰۰
۴-۸-۳) روند تغییرات عناصر کمیاب در نمودارهای عنکبوتی ۱۰۱
۴-۹) آنالیز مایکروپروب (XPMA)..... ۱۰۵
۴-۹-۱) مقدمه..... ۱۰۵
قابلیتها..... ۱۰۵
۴-۹-۲) نحوه کار..... ۱۰۶
بخش خلأ کامل..... ۱۰۷

بخش فشار اتمسفریک ۱۰۷
۴-۹-۳) آمفیبول ۱۰۷
۴-۹-۳-۱) فرمول ساختاری و رده بندی آمفیبول ها ۱۰۷
۴-۹-۳-۲) فوگاسیته اکسیژن ۱۱۰
۴-۹-۳-۳) ژئوترموبارومتری آمفیبول (Amph Geothermobarometry) ۱۱۱
۴-۹-۳-۴) ژئوبارومتری براساس مقدار آلومینیم موجود در هورنبلند ۱۱۱
۴-۹-۳-۵) ژئوترمومتری آمفیبول (Amph Geothermometry) ۱۱۲
۴-۹-۳-۶) تعیین عمق تشکیل آمفیبول ها ۱۱۳
۴-۹-۳-۷) تعیین محیط تکتونوماگمایی ۱۱۳
۴-۹-۴) بیوتیت (Bio) ۱۱۴
۴-۹-۴-۱) ترکیب شیمیایی بیوتیت ها ۱۱۶
۴-۹-۴-۲) تعیین سری ماگمایی گرانیتوئیدهای مورد مطالعه براساس ترکیب شیمیایی بیوتیت ۱۱۷
۴-۹-۵) پلاژیوکلاز ۱۲۰
۴-۹-۵-۱) دماسنجی سه فلدسپاری ۱۲۲
۴-۹-۵-۲) نمودار تغییرات آهن در برابر آنورتیت ۱۲۳

فصل پنجم : پترولوژی و پتروژنز

۵-۱) مقدمه ۱۲۴
۵-۲) طبقه بندی گرانیت ها براساس ژنز ۱۲۴
۵-۳) منشا گرانیتوئیدها ۱۲۷
۵-۴) طبیعت و منشا گرانیتوئیدهای منطقه مورد مطالعه ۱۲۸
۵-۴-۱) تفکیک گرانیت های I , S و A ۱۲۸
۵-۴-۱-۱) نمودارهای 10000*Ga/Al در برابر عناصر اصلی Whalen et al,1987 ۱۲۸

۵-۴-۱-۲) نمودارهای 10000*Ga/Al در برابر عناصر کمیاب و جزئی Whalen et al,1987 ..... ۱۲۹
۵-۴-۱-۳) نمودار Chappelle & White (1983) ۱۳۰
۵-۴-۲) تفکیک گرانیت هایIو S ۱۳۱
۵-۴-۲-۱) نمودار Chappelle & White , 2001 ..... ۱۳۲
۵-۴-۲-۲) نمودار Takahishi et al ., 1980 ..... ۱۳۲
۵-۴-۳) تفکیک گرانیت های I و A ۱۳۳
۵-۴-۳-۱) نمودارهای Kleins et al,1982 و Newberry et al , 1990 ..... ۱۳۳
۵-۵) جایگاه تکتونیکی گرانیت ها ۱۳۵
۵-۵-۱) جایگاه تکتونیکی گرانیتوئیدهای منطقه مورد مطالعه براساس عناصر اصلی ۱۳۷
۵-۵-۱-۱) رده بندیMiniar & Piccoli ,1989 ..... ۱۳۷
۵-۵-۱-۲) رده بندی Batchelor & Bowden (1985) ۱۳۹
۵-۵-۱-۳) رده- بندی Babarine(1999) ۱۴۰
۵–۵-۲) جایگاه تکتونیکی گرانیتوئیدهای مورد مطالعه برمبنای عناصر کمیاب ۱۴۱
۵-۵-۲-۱) نمودارهای Pearce et al.,1984 ..... ۱۴۱
۵-۵-۲-۲) نمودارهای Muller & Groves(1996) ۱۴۳
۵-۶) ارزیابی سنگ منشا گرانیتوئیدهای منطقه مورد مطالعه ۱۴۴

فصل ششم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۶–۱) نتیجه گیری ۱۴۷
۶-۲) پیشنهادات ۱۵۳
منابع ۱۵

فهرست اشکال

فصل اول: کلیات

شکل۱-۱) نمایی از توده گرانیتوئیدی برمانی ۲

شکل۱-۲) موقعیت منطقه مورد مطالعه (مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰).....۲

شکل۱-۳) موقعیت منطقه مورد مطالعه و راه های دسترسی (مظاهری، ۱۹۹۵) ۴

فصل دوم : زمین شناسی عمومی

شکل۲-۱) جایگاه زمین شناسی ایران در نوار چین خورده آلپ – هیمالیا (آقانباتی ۱۳۸۵).....۱۰

شکل۲-۲) پهنه‌های رسوبی-ساختاری عمده ایران (آقانباتی ۱۳۸۳).....۱۲

شکل۲-۳) محدوده خرد قاره ایران مرکزی و زیر پهنه‌های آن.....۱۷

شکل۲-۴) موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ تایباد.....۳۴

شکل۲-۵) نقشه پراکندگی گسلهای ورقه خواف (مرکز تحقیقات ذخایر معدنی شرق ایران ۳۸

شکل۲-۶) موقعیت محدوده مطالعه در رابطه با گسل درونه (آقانباتی۱۳۸۳).....۳۹

شکل۲-۷) نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰.....۴۱

شکل۲-۸) تصویر ماهواره ای از منطقه مورد مطالعه و محل نمونه برداری ۴۲

فصل سوم : پتروگرافی

شکل ۳-۱) موقعیت نمونه های مورد مطالعه در نمودار اشترکایزن ۴۵

شکل۳-۲) نمونه دستی از هورنبلند بیوتیت مونزوگرانیت ۴۶

شکل۳-۳) تصویر میکروسکوپی هورنبلند بیوتیت مونزوگرانیت ۴۸

شکل۳-۴) نمونه دستی از هورنبلند بیوتیت سینوگرانیت ۴۹

شکل۳-۵) تصویر میکروسکوپی هورن‌بلند بیوتیت سینوگرانیت ۵۱

شکل۳-۶) تصویر میکروسکوپی از تبلور مجدد کوارتز در بین شکست گی‌های آلکالی فلدسپار.....۵۱

شکل۳-۷) گرانیت پورفیری ، (A) نمونه دستی و (B) تصویر میکروسکوپی (XPL) ۵۳

شکل۳-۸) نمونه دستی میکروگرانیت ۵۳

شکل۳-۹) تصویر میکروسکوپی میکروگرانیت ۵۳

شکل۳-۱۰) تصویر میکروسکوپی بافت پرتیتی در سینوگرانیت ۵۷

شکل۳-۱۱) تصویر میکروسکوپی بافت گرانوفیری (XPL).....۵۹

شکل۳-۱۲) تصویر میکروسکوپی بافت کنسرتال (XPL).....۶۰

شکل۳-۱۳) تصویر میکروسکوپی بافت راپاکیوی (XPL).....۶۰

شکل۳-۱۴) تصویر میکروسکوپی ماکل های اولیه در نمونه های مورد مطالعه، (A) ماکل کارلسباد در فلدسپات ها (XPL)،(B) ماکل پلی سنتتیک در پلاژیوکلاز (XPL).....۶۱

شکل۳-۱۵) تصویر میکروسکوپی ماکل های ثانویه در نمونه های مورد مطالعه (A)و(B) خمیدگی و گوه شدگی همراه با ماکل بندی تغییر شکلی (XPL) و (C) ماکل تغییر یافته (XPL).....۶۲

شکل۳-۱۶) تصویر میکروسکوپی منطقه بندی در پلاژیوکلازهای نمونه های مورد مطالعه (XPL) ۶۳

شکل۳-۱۷) تصویر میکروسکوپی ادخال ها در نمونه های مورد مطالعه (XPL)(A)و(PPL)(B) کانی زیرکن در بیوتیت، (XPL)(C) ادخال کانی کوارتز در پلاژیوکلاز ۶۴

شکل۳-۱۸) نمونه‌ای از انکلاو میکروگرانولار فلسیک در سنگ میزبان گرانیت ۶۷

شکل۳-۱۹) تصویر میکروسکوپی انکلاوهای فلسیک نمونه های مورد مطالعه، (XPL)(A) و(PPL)(B) تصویر کانی‌های زمینه انکلاوها ، (XPL)(C) تصویر فنوکریست پلاژیوکلاز در زمینه دانه ریز انکلاو، (XPL)(D) تصویر فنوکریست ارتوکلاز در زمینه دانه ریز انکلاو.....۶۸

فصل چهارم : ژئوشیمی

شکل۴-۱) نامگذاری با استفاده از مجموع آلکالن در مقابل سیلیس (Cox et al., 1979).....۷۴

شکل۴-۲) الف نمودار نامگذاری با استفاده از مجموع آلکالن د ر مقابل سیلیس برای سنگهای نفوذی منطقه مورد مطالعه (Middelmost,1985) ب) نمودار نامگذاری با استفاده از مجموع آلکالن در مقابل سیلیس برای سنگهای نفوذی منطقه مورد مطالعه .(Middelmost,1994).....۷۵

شکل۴-۳) نمودار (Debon & Le Fort ,1988) جهت نامگذاری سنگهای نفوذی منطقه مورد مطالعه ۷۶

شکل۴-۴) نمودار R1-R2 (Dela Roche et al.,1980)..... ۷۸

شکل۴-۵) نامگذاری نورم سنگهای منطقه مورد مطالعه به روش O□ Conner (1965)..... ۷۹

شکل۴-۶) نمودار مجموع آلکالن در مقابل سیلیس برای تعیین سری ماگمایی (Irvine & Baragar , 1971)..... ۸۱

شکل۴-۷) نمودار سه تایی AFM (Irvine and Baragar., 1971) برای تعیین سری ماگمایی ۸۲

شکل۴-۸) نمودار تفکیک سری های ساب‌آلکالن (Miyashro, 1974) ۸۳

شکل۴-۹) نمودار تمایز سری تولئی ایتی (آهنی)و کالکوآلکالن (منیزیمی) با استفاده از پارامترهای

($FeO^*/(FeO^*+MgO$ و SiO_2(Frost et al,2001)..... ۸۴

شکل۴-۱۰)تعیین سری ماگمایی سنگهای منطقه مورد مطالعه با استفاده از شاخص آلکالن - کلسیک

اصلاح شده (Frost et al,2001)..... ۸۵

شکل۴-۱۱) نمودار تعیین نوع سری های ساب آلکالن (Peccenillo and Taylor(1976)..... ۸۶

شکل۴-۱۲) نمودار تعیین اندیس پتاسیم (Hastie et al., 2007) ۸۷

شکل۴-۱۳) نمودار تعیین شاخص آلومینیم (Shand,1943)..... ۸۹

شکل۴-۱۴) نمودار نسبت کاتیون ها به منظور تعیین اندیس آلومینیم Debon & Le Fort(1983) ۹۰

شکل۴-۱۵) نمودار نسبت کاتیون ها به منظور تعیین اندیس آلومینیم (Villaseca et al., 1998) ۹۱

شکل۴-۱۶) نمودار تعیین روند تحولات ماگمایی با استفاده از عناصر اصلی در مقابل SiO_2 (Harker,1909) ۹۵

شکل۴-۱۷) نمودار تعیین روند تحولات ماگمایی با استفاده از عناصر اصلی در مقابل MgO (Harker,1909)..... ۹۶

شکل۴-۱۸) نمودار تعیین روند تحولات ماگمایی با استفاده از عناصر فرعی در مقابل SiO_2 (Harker,1909) ۹۹

شکل۴-۱۹) نمودار تغییرات عناصر واسطه در مقابل SiO_2..... ۱۰۱

شکل۴-۲۰) نمودار عنکبوتی به هنجار شده نسبت به گوشته اولیه (Sun & McDonough, 1989) ۱۰۳

شکل۴-۲۱) نمودار عنکبوتی به هنجار شده نسبت به متئوریت های کندریتی (Thompson, 1982) ۱۰۳

شکل۴-۲۲) نمودار عنکبوتی به هنجار شده نسبت به MORB (pearce, 1983) ۱۰۴

شکل۴- ۲۳) دستگاه آنالیز مایکروپروب (XPMA) ۱۰۶
شکل۴-۲۴ الف و ب) نمودار رده بندی و نامگذاری آمفیبول ها براساس لیک و همکاران (۱۹۹۷) ۱۰۹
شکل ۴-۲۵) نمودار تعیین فوگاسیته اکسیژن بر پایه ترکیب آمفیبول ها (آندر سون و اسمیت ۱۹۹۵) ۱۱۰
شکل۴-۲۶) نمودار عمق تشکیل آمفیبول های موجود در سنگ های مورد مطالعه (1987) Hall ۱۱۳
شکل۴-۲۷) نمودار تکتونوماگمایی آمفیبول های موجود در سنگهای مورد مطالعه (Coltorti,2007) ۱۱۴
شکل۴-۲۸) ترکیب شیمیایی میکاهای سنگ های مورد مطالعه (Speer, 1984) ۱۱۶
شکل۴-۲۹) رده بندی انواع بیوتیت ها (Nachit et, at 2005) ۱۱۷
شکل۴-۳۰) تعیین سری ماگمایی براساس ترکیب شیمیایی بیوتیت (1986) Nachit & Razafimahefa ۱۱۸
شکل۴-۳۱ الف و ب) تعیین سری ماگمایی براساس ترکیب شیمیایی بیوتیت (1994) Abdel-Rahman ۱۱۹
شکل۴-۳۲) نمودار ترکیب پلاژیوکلازهای منطقه مورد مطالعه ۱۲۰
شکل۴-۳۳) نمودار An-Ab-Or برای تعیین دمای تعادل بین کانیهای فلدسپار(Kroll et al., 1993) ۱۲۲
شکل۴-۳۴) نمودار تغییرات An در برابر K_2O موجود در پلاژیوکلازها..... ۱۲۳

فصل پنجم : پترولوژی و پتروژنز

شکل۵-۱) نمودار تفکیک گرانیت ها براساس 10000*Ga/Al نسبت به عناصر اصلی (Whalen et al.,1987) ۱۲۹
شکل۵-۲) نمودار تفکیک گرانیت ها براساس 10000*Ga/Al نسبت به کمیاب و جزئی (Whalen et al.,1987)... ۱۳۰
شکل۵-۳) نمودار تفکیک گرانیت ها (1983) Chappelle & White..... ۱۳۱
شکل۵-۴) نمودار Na_2O در مقابل K_2O برای تفکیک گرانیت های I و S (Chappell & White , 2001) ۱۳۲
شکل۵-۵) نمودار جدایش گرانیت های نوع I و S Takahishi et al ., 1980 ..... ۱۳۳
شکل۵-۶) الف،نمودار Zr در مقابل SiO_2 ب، نمودار Zn در مقابل SiO_2 پیشنهادهای Kleins و همکاران (1982) و Newberry و همکاران (1990)..... ۱۳۴
شکل۵-۷) تمایز تکتونیکی گرانیتوئیدها در نمودارهای تغییرات عناصر اصلی (Maniar and Piccoli, 1989) .. ۱۳۹

شکل۵- ۸) نمودار چندکاتیونی R1 و R2 برای تعیین محیط های تکتونیکی گرانیتوئیدها (Batchelor & Bowden 1985) ۱۴۰

شکل۵-۹) نمودار منشا گرا نیتوئیدها (Barbarine,1999) ۱۴۱

شکل۵-۱۰)الف ، ب،پ، نمودار تمایز محیط های تکتونیکی گرانیتوئیدها با استفاده از عناصر کمیاب ، Pearce و همکاران (1984)..... ۱۴۳

شکل۵–۱۱) الف و ب نمودار تفکیک گرانیت های درون صفحه ای از گرانیت های وابسته به قوس آتشفشانی Muller & Groves(1996)..... ۱۴۴

شکل۵-۱۲) پیش بینی سنگ منشا نمونه های مورد مطالعه با استفاده از عناصر اصلی نمودارهای Patino – Douce (1999) اقتباس از Marcello و دیگران (۲۰۰۷).... ۱۴۶

فهرست جداول

فصل سوم : پتروگرافی

جدول۳-۱) مشخصات انواع مختلف پرتیت (براساس اطلاعات اسمیت و براون ، ۱۹۸۸)..... ۵۸

جدول۳-۲) انواع مختلف انکلاوها : ماهیت و اختصاصات سنگ شناسی آنها..... ۶۶

فصل چهارم : ژئوشیمی

جدول ۴-۱) نتایج آنالیز عناصر اصلی به روش (XRF) و شیمی تر برحسب (%Wt) از میانگین نمونه‌های منطقه مورد مطالعه..... ۷۰

جدول۴- ۲) محاسبه نورم کانی های نمونه‌های منطقه مورد مطالعه ۷۱

جدول۴-۳) نتایج‌آنالیز عناصر فرعی به روش (XRF) و شیمی‌تر برحسب (ppm) از میانگین نمونه‌های منطقه مورد مطالعه..... ۷۲

جدول۴-۴) نتایج آنالیز مایکروپروپ و محاسبه فرمول ساختمانی آمفیبول ۱۰۸

جدول۴-۵) نتایج فشار سنجی کانی های آمفیبول ۱۱۲

جدول۴-۶) نتایج دماسنجی کانی های آمفیبول سنگهای مورد مطالعه ۱۱۲

جدول۴-۷) نتایج آنالیز میکروپروپ و محاسبه فرمول ساختمانی بیوتیت ها.....۱۱۵

جدول۴-۸) نتایج آنالیز مایکروپروپ و محاسبه فرمول ساختمانی پلاژیوکلازها ۱۲۱

فصل پنجم : پترولوژی و پتروژنز

جدول۵-۱) طبقه‌بندی گرانیتوئیدها براساس ژنز (Chappell, 1983; Clarke , 1992 ; Whalen,1985) ۱۲۵

جدول۵-۲) خصوصیات انواع گرانیت ها (Harris et al,1986).....۱۲۶

فصل اول

۱-۱) مقدمه

در این تحقیق سنگهای گرانیتوئیدی توده های برمانی و سرخر با روند شرقی- غربی و با سن احتمالی ائوسن پسین تا الیگوسن پیشین واقع در خواف، در خراسان رضوی مورد بررسی قرار می گیرد . با توجه به این که در مورد توده‌های مذکور به جز نقشه زمین شناسی تایباد با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و نقشه زمین شناسی خواف با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ گزارش کامل و جامعی در دسترس نیست، لذا لازم به نظر رسید که این توده های گرانیتوئیدی از نقطه نظر پترولوژی و ژئوشیمی مورد مطالعه دقیق قرار گیرند. منطقه مورد مطالعه از نظر زمین شناسی طبق تقسیمات افتخارنژاد(۱۳۵۹) جز ایران مرکزی است و در شمال شرق زیر پهنه لوت قرار دارد در این بخش موقعیت جغرافیایی، راههای ارتباطی، آب و هوا و ژئومورفولوژی منطقه مورد بررسی قرار گرفته و در انتها، مطالعات قبلی انجام شده در منطقه و هدف از مطالعه آورده شده است ، سپس در فصل های آتی در مورد موقعیت زمین شناسی، پتروگرافی ، ژئوشیمی و پترولوژی این سنگها بحث می‌شود. سپس با استفاده از داده های موجود و مطالعات انجام گرفته سعی خواهد شد جایگاه تکتونیکی مشخص شود.