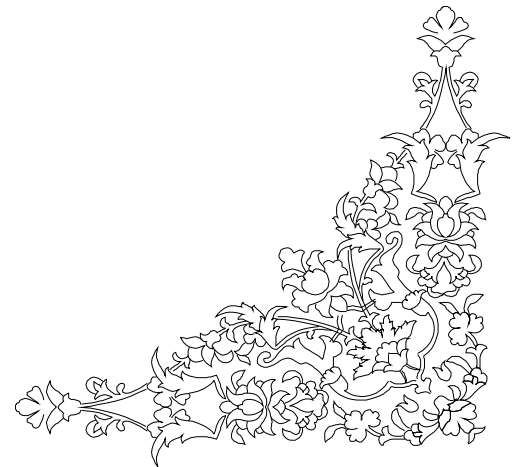
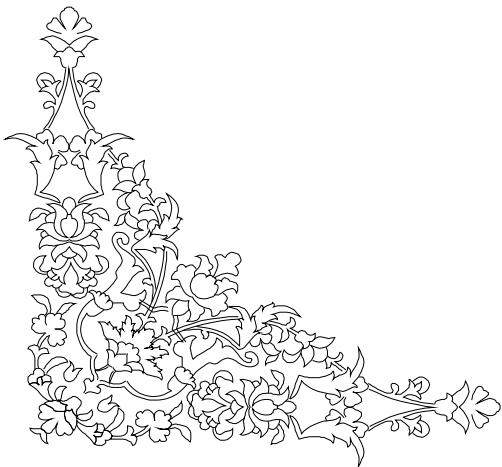
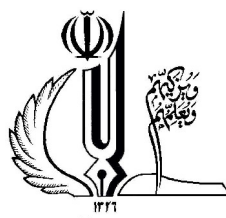


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





دانشگاه شاهرود

دانشکده علوم طبیعی

گروه زمین شناسی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی (پترولوژی)

عنوان

بررسی پتروگرافی و پترولوژی توده های اسیدی قلعه چای (شرق عجب شیر)

استادان راهنما

دکتر محسن مؤید

دکتر احمد جهانگیری

استاد مشاور

دکتر محسن مؤذن

پژوهشگر

مهدی خیری

تیر ۱۳۸۷

نام خانوادگی: خیری		نام: مهدی	
استادان راهنما: دکتر محسن مؤید، دکتر احمد جهانگیری		استاد مشاور: دکتر محسن مؤذن	
عنوان پایان نامه: بررسی پتروگرافی و پترولوژی توده های اسیدی قلعه چای (شرق عجب شیر)			
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: زمین شناسی	گرایش: پترولوژی	دانشگاه: تبریز
دانشکده: علوم طبیعی	تاریخ فارغ التحصیلی: تیرماه ۱۳۸۷	تعداد صفحه: ۱۱۰	
کلید واژه ها: کالدونین، ریولیت، سیل، قلعه چای، کالکوالکان، محیط کششی، ماسه سنگ لالون			
چکیده:			
<p>توده های اسیدی قلعه چای در ۹۵ کیلومتری جنوب تبریز و ۲۰ کیلومتری شمال شرق عجبشیر قرار دارند و این ناحیه از نظر زمین شناسی بخشی از زون ساختمانی البرز غربی- آذربایجان محسوب می شود. توده های اسیدی منطقه مورد مطالعه بصورت سیل درون ماسه سنگ لالون تزیق شده اند و دگرسانی خفیفی در آنها ایجاد کرده اند. ترکیب سنگ شناسی این توده ها، ریولیت آلکان و ریولیت تعیین شده است. مطالعات پتروگرافی نشان می دهد که بافت عمده سنگ ها میکروگرانولارپورفیریک و کانی اصلی تشکیل دهنده ی آنها کوارتز می باشد. این توده دارای آنکلاوهای زاویه دار تا گرد شده میکروگرانولار فلسیک فراوانی می باشد، که خصوصیات پتروگرافی و ژئوشیمیایی مشابهی با ریولیت های مورد مطالعه دارند. و احتمالاً قطعاتی هم منشأ و قدیمی تر بوده اند که در اعماق بیشتر سرد شده اند و با ریولیت ها بسمت بالا حمل شده اند. حضور میکروپرتیت و عدم حضور کانیه های آبدار مانند هورنبلند حاکی از کم بودن فشار بخار آب در ماگمای مولد این توده هاست. و این ریولیت ها از نوع هیبرسولوس می باشند.</p> <p>شواهد ژئوشیمیایی نشانگر ماهیت ساب آلکان تا کالک آلکان با پتاسیم متوسط ماگمای سازنده این سنگ ها بوده و از نظر درجه اشباع از آلومینیوم در محدوده پرآلومینوس قرار گرفته اند. این ریولیت ها با توجه به $A/CNK > 1$، و مقادیر کم $MgO \cdot CaO$ و نسبت بالای Fe/Mg و مقادیر بالای Zr, Nb, Ta و REE ها جزء تیپ A می باشند. همچنین در این سنگ ها تغییرات عناصر نادر خاکی نشانگر روند تفریق یافتگی با شیب اندک منفی می باشد و درجه ی غنی شدگی از LREE نسبت به HREE بالاست. آنومالی منفی شدید Eu در این ریولیت ها می تواند ناشی از جدایش پلاژیوکلاز از مذاب فلسیک در اعماق به علت تفریق بلوری و یا باقی ماندن پلاژیوکلاز در تگاله ذوب و یا منشأ گرفتن آنها از عمقی باشد که فلدسپار موجود نبوده است. این ریولیت ها در دیاگرام های تمیز تکتونیکی عمدتاً در محدوده RRG و CEUG و در نمودارهای تفکیک محیط زمین ساختی تماماً در محدوده ریولیت های درون صفحه ای واقع می شوند. بعلاوه مطالعه الگوی عناصر اصلی و کمیاب در نمودارهای عنکبوتی نشان دهنده ماگماتیسیم مرتبط با ریفت های درون قاره ای برای سنگ های منطقه می باشد. این ریولیت ها در یک محیط کششی جایگیری کرده اند. تشکیل این توده می تواند در ارتباط با عملکرد فاز کوهزائی کالدونین و بازشدگی نئوتیس باشد به نحوی که فازهای پیش رس و یا پس رس فاز کالدونین باعث ایجاد ریفت هائی به موازات بازشدگی نئوتیس در کشور شده است.</p>			

Surname: Kheiri		Name: Mehdi	
Thesis Title: Petrographical and Petrological investigation of Gale Chay Acidic Body (East Ajabshir)			
Supervisor: Dr.Mohsen Moayyed & Dr. Ahmad Jahangiri		Advisors: Dr. Mohsen Moazzen	
Degree: M.Sc	Major: Geology	Field: Petrology	University: Tabriz
Faculty: Natural Sciences	Graduation date: July 2008	Pages 110	
Key words: Caledonian, rhyolite, sills, Gale Chay, calc-alkaline, extensional environment, Lalun sandstone			
<p>Abstract</p> <p>The acidic rocks of Gale Chay are located at 95 km south of Tabriz and 20 km NE of Ajabshir town. This area is a part of the west Alborz-Azerbaijan geological unit. The acidic rocks of the study area are intruded the Lalun sandstone as sills, causing a weak alteration in the country rock. The lithological composition of the rocks is alkaline rhyolite to rhyolite. The petrographical studies indicate that the main texture of the rocks is Porphyric microgranular and the main mineral is quartz. These rocks contain angular to rounded felsic microgranular enclaves with similar petrographical and geochemical characteristics to the rhyolites. These enclaves are more likely the co-genetic but older rocks which are solidified at higher depth and are moved upward with rhyolitic melt. The presence of microperthite and lack of hydrous minerals such as hornblende show low H₂O pressure during formation of these rocks. The rhyolites are of hypersolvus type. The geochemical evidence indicates a sub-alkaline to calc-alkaline magma for the rocks which were per-aluminous in terms of Al saturation. According to A/CNK > 1 and low MgO and CaO and high Fe/Mg ratio and also high Ta, Nb, Zr and REE, the rhyolites are of A-type. Also the variation of REE in the rocks indicates a differentiation trend with slight negative slope. The degree of enrichment of LREE is higher than HREE. The intense negative anomaly for Eu in these rhyolites can be a result of fractionation of plagioclase from the felsic melt at the high depth due to crystal differentiation or remaining of plagioclase in the residua of melting or origin of the melt from a depth where Kfs was absent. These rhyolites plot on the RRG and CEUG fields in the tectonical discriminant diagrams and all plot on the within plate rhyolites. Also study of the pattern of the major and minor elements on spider diagrams show a rift-related magmatism in within-plate setting for the rocks. These rhyolites are formed at an extensional environment. The formation of these rocks can be a result of Caledonian orogeny and opening of Neotethys in a manner that the pre- or post-Caledonian phases caused rifting parallel to opening of Neo-Tethys in the Iranian crust.</p>			

فهرست مطالب

صفحه

عناوین مطالب

چکیده فارسی

فصل اول: بررسی منابع (پایه‌های نظری و پیشینه پژوهش)

۱- پایه های نظری.....	۱
۱-۱- ماگماتیسیم.....	۱
۲-۱- ماهیت ماگماها.....	۱
۳-۱- منشأ ماگما.....	۱
۴-۱- علل ماگماتیسیم.....	۱
۵-۱- عوامل موثر در تولید ماگما.....	۲
۱-۵-۱- درجه حرارت.....	۲
۲-۵-۱- فشار.....	۳
۳-۵-۱- ترکیب شیمیایی.....	۳
۶-۱- مکانیسم های تولید ماگما.....	۳
۷-۱- ساب ولکانیک‌ها.....	۴
۸-۱- علل پیدایش توده های ساب ولکانیک.....	۴
۹-۱- مروری بر انواع طبقه بندی سنگ‌های گرانیتوئیدی.....	۶
۱-۹-۱- تقسیم بندی گرانیتوئیدها بر اساس موقعیت تکتونیکی توسط Pearce(1984).....	۶
۱-۱-۹-۱- گرانیت های شکاف اقیانوسی (ORG).....	۶
۲-۱-۹-۱- گرانیت های قوس آتشفشانی (VAG).....	۷
۳-۱-۹-۱- گرانیت های درون صفحه‌ای (WPG).....	۸
۴-۱-۹-۱- گرانیت های تصادمی (COLG).....	۹
۲-۹-۱- طبقه بندی گرانیت ها توسط (Btchelor & Bowden, 1985).....	۹
۳-۹-۱- تقسیم بندی گرانیتوئیدها توسط (Maniar & Piccolli, 1989).....	۱۰
۱۰-۱- تیپ های مختلف سنگ‌های گرانیتوئیدی.....	۱۱
۱۱-۱- سنگ‌های گرانیتوئیدی هیپرسولوس و ساب سولوس.....	۱۷
۱۲-۱- اثرات آب بر تبلور.....	۱۸
۱۳-۱- منشأ ماگماهای اسیدی.....	۲۰
۱۴-۱- ویژگیهای شیمیایی سنگ‌های اسیدی.....	۲۰
۱-۱۴-۱- عناصر اصلی.....	۲۰
۲-۱۴-۱- عناصر نادر.....	۲۱

- ۱۵-۱- الگوهای صعود و جایگزینی ماگماهای اسیدی..... ۲۴
- ۱۶-۱- رده بندی توده های اسیدی از روی شکل هندسی آنها..... ۲۴
- ۱-۱۶-۱- دایک..... ۲۴
- ۲-۱۶-۱- سیل..... ۲۵
- ۱۷-۱- سنگ های آلکالن..... ۲۶
- ۱۸-۱- محیط تکتونیکی تشکیل سنگ های آلکالن..... ۲۶
- ۱۹-۱- پتروژنز سنگ های آلکالن..... ۲۷
- ۲۰-۱- ریولیت ها..... ۲۸
- ۲۱-۱- ترکیب نورماتیو ریولیت ها..... ۲۹
- پیشینه پژوهشی..... ۳۱

فصل دوم: مواد و روشها

- ۱-۲- مشخصات و موقعیت جغرافیایی منطقه..... ۳۳
- ۲-۲- راه های ارتباطی منطقه..... ۳۳
- ۳-۲- ژئومورفولوژی..... ۳۴
- ۱-۳-۲- بخش کوهستانی پالئوزوئیک و مزوزوئیک..... ۳۴
- ۲-۳-۲- بخش کوهستانی سهند..... ۳۵
- ۳-۳-۲- بخش نیمه کوهستانی فیلیش..... ۳۵
- ۴-۳-۲- بخش دشت عجب شیر..... ۳۵
- ۴-۲- وضعیت جغرافیایی و اقلیمی..... ۳۶
- ۵-۲- روش کار و سیر مطالعاتی..... ۳۶
- ۱-۵-۲- مطالعات کتابخانه ای و رایانه ای..... ۳۶
- ۲-۵-۲- مطالعات و بررسی های صحرایی..... ۳۶
- ۳-۵-۲- مطالعات آزمایشگاهی..... ۳۶
- ۵-۲-۴- پردازش و تحلیل داده ها، جمع بندی و نتیجه گیری کلی..... ۳۷
- ۶-۲- مقدمه ای بر علل و لزوم تقسیم بندی زمین شناسی ساختمانی ایران..... ۳۸
- ۷-۲- زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه..... ۳۸
- ۱-۷-۲- موقعیت منطقه در تقسیم بندی مناطق ساختاری ایران..... ۳۸
- ۲-۷-۲- زمین شناسی عمومی و تحولات تاریخی زون البرز غربی- آذربایجان..... ۴۳
- ۱-۲-۷-۲- پرکامبرین..... ۴۳
- ۲-۲-۷-۲- پالئوزوئیک..... ۴۴
- ۳-۲-۷-۲- مزوزوئیک..... ۴۵
- ۴-۲-۷-۲- سنوزوئیک..... ۴۶

- ۳-۷-۲-۳- ماگماتیسیم پالئوزوئیک در آذربایجان..... ۴۶
- ۴-۷-۲-۴- تفسیر خمیدگی فلات آذربایجان..... ۴۶

فصل سوم: بحث و نتیجه‌گیری

- ۱-۳-۱- زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه (شرق عجب‌شیر)..... ۴۹
- ۱-۱-۳-۱- چینه شناسی..... ۴۹
- ۱-۱-۳-۱-۱- کامبرین..... ۴۹
- ۱-۱-۳-۲-۱- پرمین..... ۵۰
- ۱-۱-۳-۳-۱- دوران دوم (مزوزوئیک)..... ۵۱
- ۱-۱-۳-۴-۱- ترسیر..... ۵۱
- ۱-۱-۳-۵-۱- کواترنر..... ۵۲
- ۲-۱-۳-۲- تکتونیک منطقه‌ی مورد مطالعه..... ۵۲
- ۳-۱-۳-۱- بررسی گدازه یا سیل بودن ریولیت‌های مورد مطالعه..... ۵۶
- ۴-۱-۳-۱- مطالعه تنش‌های تکتونیکی وارده بر ماسه‌سنگ لالون و ریولیت‌ها..... ۵۶
- ۲-۳-۲- پتروگرافی..... ۵۷
- ۱-۲-۳-۱- مقدمه..... ۵۷
- ۲-۲-۳-۲- پتروگرافی توده‌های ریولیتی قلعه چای..... ۵۸
- ۱-۲-۲-۳-۱- مشخصات ماکروسکوپی..... ۵۸
- ۲-۲-۲-۳-۲- مشخصات میکروسکوپی..... ۵۹
- ۳-۲-۲-۳-۳- ویژگی‌های بافتی در توده‌های اسیدی منطقه..... ۶۵
- ۴-۲-۲-۳-۴- پتروگرافی آنکلاوها..... ۶۷
- ۳-۳-۳-۳- طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین..... ۶۸
- ۱-۳-۳-۳-۱- طبقه‌بندی مودال..... ۶۸
- ۲-۳-۳-۳-۲- طبقه بندی نورماتیو..... ۶۸
- ۱-۲-۳-۳-۳-۱- رده‌بندی سنگ‌های اسیدی خروجی به کمک نمودار (O'Connor, 1965) Ab-An-Or..... ۶۹
- ۳-۳-۳-۳-۳- رده بندی بر اساس ترکیب شیمیایی..... ۶۹
- ۱-۳-۳-۳-۳-۱- رده بندی شیمیائی با استفاده از مجموع آلکان در مقابل سیلیس..... ۷۲
- ۱-۳-۳-۳-۳-۱- الف) رده بندی (Cox et al., 1979)..... ۷۲
- ۱-۳-۳-۳-۳-۱- ب) تقسیم بندی (Middlemost 1994)..... ۷۳
- ۱-۳-۳-۳-۳-۱- ج) تقسیم بندی (Le Bas et al., 1986) TAS..... ۷۴
- ۲-۳-۳-۳-۳-۲- نمودار (Winchester and Floyd 1977)..... ۷۴
- ۳-۳-۳-۳-۳-۳- نمودار (Jensen 1976)..... ۷۶
- ۴-۳-۳-۳-۳-۴- ژئوشیمی و پترولوژی..... ۷۶

- ۷۶.....۳-۴-۱- نمودار عنکبوتی
- ۸۰.....۳-۴-۲- مقایسه ژئوشیمیایی ریولیت‌های قلعه چای با گرانیتوئیدهای مشابه.....
- ۸۰.....۳-۵-۵- نمودار های تعیین سری ماگمایی
- ۸۰.....۳-۵-۱- نمودار (Irvine & Baragar ,1971).....
- ۸۱.....۳-۵-۲- نمودار Rickwood (1989).....
- ۸۲.....۳-۵-۳- نمودار (Middlemost 1991).....
- ۸۲.....۳-۵-۴- نمودار Pearce et al. (1983).....
- ۸۳.....۳-۶-۶- شاخص اشباع از آلومین.....
- ۸۳.....۳-۶-۱- شاخص اشباع از آلومین (Maniar and Piccoli (1989).....
- ۸۴.....۳-۷-۷- تعیین تیپ ریولیت‌های مورد مطالعه.....
- ۸۵.....۳-۷-۱- نمودارهای Whalen et al.(1987).....
- ۸۷.....۳-۷-۲- نمودار Zr-SiO₂ (Collins et al.1982).....
- ۸۸.....۳-۸-۸- ترمومتری توده های اسیدی قلعه‌چای.....
- ۸۹.....۳-۹-۹- محیط تکتونیکی.....
- ۸۹.....۳-۹-۱- شیمی و محیط تکتونیکی.....
- ۹۰.....۳-۹-۱-۱- نمودار (Maniar & Piccoli (1989).....
- ۹۰.....۳-۹-۱-۲- نمودار Pearce (1984,1996).....
- ۹۲.....۳-۱۰-۱۰- الگو های عناصر نادر خاکی (REE).....
- ۹۳.....۳-۱۱-۱۱- الگوی تکتونو ماگمایی.....
- ۹۵.....۳-۱۲-۱۲- پتروژنز.....
- ۱۰۰.....۳-۱۳-۱۳- جایگاه توده های اسیدی قلعه‌چای در تکامل تکتونوماگمایی پوسته ایران.....
- ۱۰۰.....۳-۱۳-۱- جایگاه ریفتی وسط قاره‌ای.....
- ۱۰۱.....۳-۱۳-۲- جایگاه کششی بعد برخورد.....
- ۱۰۲.....۳-۱۴-۱۴- نتیجه گیری.....
- ۱۰۵.....منابع فارسی.....
- ۱۰۶.....منابع انگلیسی.....
- چکیده‌ی انگلیسی

فهرست شکل‌ها و نمودارها

- شکل ۱-۱، رفتار عنصر P در گرانیتهای (الف) تیپ I و (ب) تیپ S (Chappell & White, 1983)..... ۱۴
- شکل ۱-۲، الف) تبلور فلدسپاتهای آلکالن در فشار بخار آب ۱ کیلو بار،..... ۱۸
- ب) در فشار بخار آب ۵ کیلو بار..... ۱۸
- شکل ۱-۳، انجماد مواد مذاب گرانیتهای با مقدار آب (اقتباس از Nekvasil, 1988)..... ۱۹
- شکل ۱-۴، الگوهای تیپیک نمودارهای عناصر ناسازگار برای انواع گرانیتهای،..... ۲۳
- (a) ORG: (b) VAG: (c) WPG: (d) WPG: (e) لیتوسفر قاره ای تحلیل رفته)..... ۲۳
- (E) Syn-COLG: (F) Post-COLG (اقتباس از Pearce et al. 1984)..... ۲۳
- شکل ۱-۲-۱، نمایی از منطقه مورد مطالعه (سد قلعه چای)..... ۳۳
- شکل ۲-۲-۲، نقشه راههای ارتباطی منطقه مورد مطالعه..... ۳۴
- شکل ۲-۳-۲، نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ هرگلان برگ شماره III ۰۵۲۶۵..... ۳۵
- شکل ۲-۴-۲، نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه..... ۳۷
- شکل ۲-۵-۲، نقشه زون های ساختمانی - رسوبی ایران (Stokline, 1968)..... ۳۹
- شکل ۲-۶-۲، واحدهای ساختمانی - رسوبی ایران (نبوی، ۱۳۵۵)..... ۴۰
- شکل ۲-۷-۲، واحدهای ساختمانی و گسترش حوضه های رسوبی ایران (افتخارنژاد، ۱۳۵۹)..... ۴۱
- شکل ۲-۸-۲، واحد های تکنونیک مهم ایران (Stampfli, 1978)..... ۴۲
- شکل ۳-۱-۱، درزه و شکاف و خمیدگی ریولیت های منطقه..... ۵۴
- (B) رگه های اکسید آهن. C و D) رگچه های تقریباً متحدالمرکز از اکسید آهن..... ۵۴
- شکل ۳-۲-۲، A) شکل شماتیک فوران ریولیت ها درون سازند لالون..... ۵۴
- (B) رخنمون ریولیت ها بصورت منشوری. C) تناوب شیل و ماسه سنگ درون سازند لالون..... ۵۴
- (D) ساخت منشوری توده های مورد مطالعه..... ۵۴
- شکل ۳-۳-۱، A) فرسایش پوست پیاپی در سنگ های مورد مطالعه..... ۵۵
- (B) دو سری عمده درزه در ریولیت ها. C) شیل و ماسه سنگ لالون و فرسایش درون آن..... ۵۵
- (D) هوازگی و تشکیل اکسید آهن در سطح شکستگی ها..... ۵۵
- شکل ۳-۴-۱، A) لایه های گدازه ریولیتی درون سازند لالون. B) تشکیل چشمه ها در امتداد گسل ها..... ۵۵
- (C) جابجایی ریولیت ها در اثر عملکرد گسل. D) مرز گسله ریولیت و ماسه سنگ لالون..... ۵۵
- شکل ۳-۵-۱، A) سیل های ریولیتی بین ماسه سنگ لالون. B) چین خوردگی ماسه سنگ لالون..... ۵۶
- (C) چین خوردگی ریولیت ها D) یک گسل امتداد لغز در سنگ های مورد مطالعه..... ۵۶
- شکل ۳-۶-۱، الف) رز دیاگرام مربوط به سازند لالون. ب) رز دیاگرام مربوط به ریولیت ها..... ۵۷
- شکل ۳-۷-۱، a) حاشیه واکنشی کوارتز b) خوردگی خلیجی در کوارتز..... ۶۱
- c) رشد مجدد کوارتز d) پر شدگی شکستگی ها و رگه ها بوسیله سیلیس ثانویه..... ۶۱

- شکل ۳-۸- (a) بلور کوارتز با ادخال زیرکن..... ۶۲
- (b) جانشینی پلاژیوکلاز با کائولن و کانیه‌های کرناته و بافت فلسیتیک..... ۶۲
- (c) بلور کوارتز با حاشیه واکنشی و ادخال زیرکن و بافت فلسیتیک..... ۶۲
- (d) کوارتز با خوردگی خلیجی شکل و حاشیه واکنشی..... ۶۲
- شکل ۳-۹ (a) پلاژیوکلاز که با کائولن و کانیه‌های کرناته جانشین شده است..... ۶۳
- (b) کوارتز در زمینه ریز بلور با حاشیه واکنشی (c) بلور k-fd که به کائولن تجزیه شده..... ۶۳
- (d) k-fd دگرسان شده در زمینه ریز بلور (e) جانشینی پلاژیوکلاز با کائولن و کانیه‌های کرناته..... ۶۳
- (f) شکستگی در قالب پلاژیوکلاز و پر شدگی با اکسیدهای آهن..... ۶۳
- شکل ۳-۱۰ (a) کوارتز و زینولیت درون زمینه شیشه‌ای و بافت هیالوپورفیریک و بافت شیشه‌ای جریان..... ۶۴
- (b) k-fd بشدت دگرسان شده به‌مراه زینولیت درون خمیره‌ای ریز بلور..... ۶۴
- (c) زینولیت میکروگرانولار فلسیک (d) کوارتز خلیجی، زیرکن و زینولیت درون خمیره ریز بلور..... ۶۴
- (e) بافت اسفرولیتی و اکسیدهای آهن در زمینه و شکستگی کوارتز..... ۶۴
- (f) کوارتز با حاشیه واکنشی و k-fd دگرسان و جریان اکسید آهن..... ۶۴
- شکل ۳-۱۱- دیاگرام مثلثی Ab-An-Or (O'Connor, 1965)..... ۶۹
- شکل ۳-۱۲- نمودار سیلیس در مقابل آلکالن (Cox et al., 1979)..... ۷۳
- شکل ۳-۱۳- طبقه‌بندی (Middlemost, 1994)..... ۷۳
- شکل ۳-۱۴- طبقه بندی TAS (Le Bas et al., 1986)..... ۷۴
- شکل ۳-۱۵- نمودار Winchester and Floyd (1977)..... ۷۵
- شکل ۳-۱۶- دو نمودار از Winchester and Floyd (1977)..... ۷۵
- شکل ۳-۱۷- نمودار Jensen (1976)..... ۷۶
- شکل ۳-۱۸- نمودار عنکبوتی عناصر ناسازگار ریولیت های قلعه چای، نرمالیزه شده با (ORG)..... ۷۸
- شکل ۳-۱۹ (A)، میانگین ۱۴۸ نمونه از گرانیتهای تیپ A، (Whalen et al., 1987)..... ۷۹
- (B) گرانیتهای با منشأ پوسته تحتانی. (Clemens et al., 1986)..... ۷۹
- شکل ۳-۲۰- مقایسه نمودار عنکبوتی عناصر ناسازگار ریولیت‌های با الگوهای تیپیک نمودارهای عنکبوتی برای،..... ۷۹
- (A) WPG (تحلیل رفته)، (B) WPG (C) Post-COLG (D) Syn-COLG (Pearce et al., 1984)..... ۷۹
- شکل ۳-۲۱- نمودار TAS، (Irvine & Baragar, 1971)..... ۸۱
- شکل ۳-۲۲- نمودار مجموع آلکالی در مقابل سیلیس (Rickwood (1989)..... ۸۱
- شکل ۳-۲۳- نمودار (Middlemost 1991)..... ۸۲
- شکل ۳-۲۴- نمودارهای Pearce et al. (1983)..... ۸۳
- شکل ۳-۲۵- نمودار A/NK در مقابل A/CNK (Maniar & Piccoli, 1989)..... ۸۴
- شکل ۳-۲۶- تعیین تیپ ریولیت‌های بر اساس نسبت عناصر اصلی و کمیاب (Whalen et al., 1987)..... ۸۶
- شکل ۳-۲۷- تعیین تیپ ریولیت‌ها بر اساس نسبت عناصر اصلی و کمیاب (Whalen et al., 1987)..... ۸۷

- شکل ۳-۲۸- نمودار Zr در مقابل Si (Collins et al.1982)..... ۸۸
- شکل ۳-۲۹- نمودار Watson and Harrison (1983)..... ۸۹
- شکل ۳-۳۰- نمودارهای گام به گام (Maniar & Piccoli (1989)..... ۹۱
- شکل ۳-۳۱- نمودارهای تفکیک محیط زمین ساختی ۹۲
- شکل ۳-۳۲- الگوی REE سنگ‌های ریولیتی نسبت به کندریت C1 بهنجار شده (Sun and McDonough 1989)..... ۹۳
- شکل ۳-۳۳- الگوی تکتونیکی نئوتیس، اقتباس از مؤید (۱۳۸۰)..... ۹۴
- شکل ۳-۳۴- تفکیک گرانیتوئیدهای تیپ A به زیر گروه های A1 و A2 (اقتباس از Eby ,1992)..... ۹۶

فهرست جداول

- جدول ۳-۱- داده‌های تجزیه شیمیایی اکسیدهای اصلی به روش ICP مربوط به ۷۰
نمونه‌های انتخاب شده از توده‌های قلعه چای
- جدول ۳-۲- داده‌های تجزیه شیمیایی عناصر کمیاب به روش ICP مربوط به ۷۱
نمونه‌های انتخاب شده از توده‌های قلعه چای
- جدول ۳-۳- مقدار نورم CIPW حاصل از نتایج تجزیه شیمیایی مربوط به ۷۲
نمونه‌های انتخاب شده از توده‌های قلعه چای

مقدمه

در ایران سنگ‌های آتشفشانی و به‌ویژه توده‌های نفوذی در زمان پالئوزوئیک در مقایسه با پرکامبرین و زمان‌های بعدی (مزوزوئیک و سنوزوئیک) در کمترین مقدار خود می‌باشد که می‌تواند بدلیل عملکرد فاز کوهزایی کاتانگائی و تاثیر این فاز بر پوسته ایران زمین باشد؛ و در میان سنگ‌های آتشفشانی گدازه‌های اسیدی و فوران‌های ریولیتی در پوسته ایران از مقدار کمتری برخوردار می‌باشند. ریولیت‌های پرکامبرین ایران، بطور عمده در ارتباط با شکستگی‌های عمیق پوسته ایران زمین است که در نتیجه کوهزایی کاتانگایی شکل گرفته‌اند و معادل بیرونی توده‌های نفوذی گروه دوران می‌باشند. عمده‌ترین آنها عبارت‌اند از ریولیت‌های قلیایی تکنار، توف‌ها و ریولیت‌های قلیایی اسفوردی، ریولیت‌های قلیایی سری ریزو، ریولیت‌های سری هرمز، ریولیت‌ها و توف‌های سازند قره‌داش و ریولیت‌های موته. تمام آتشفشانی‌های یاد شده ترکیب شیمیایی قلیایی دارند که می‌تواند حاکی از کافت‌های درون قاره‌ای در پوسته کراتونی ایران باشد. در سنندج- سیرجان به‌ویژه در خاور خونخوره (گردنه کولی‌کش- سر راه شیراز)، نواحی سورمق و اقلید عمده‌ترین فعالیت ماگمازایی تریاس شامل سنگ‌های ریولیتی و توف-های وابسته می‌باشد (آلریک و همکاران، ۱۹۷۷). سنگ‌های ریولیتی به سن کرتاسه پایینی در مهاباد (افتخارنژاد، ۱۹۷۸)، و سن کرتاسه بالایی در دامنه شمالی البرز (کلارک و همکاران، ۱۹۷۵) و در کمان ارومیه- دختر به ویژه در نایین و نطنز (عمیدی، ۱۹۷۵) گزارش شده است. در ترشیری فوران-های ریولیتی در مناطق بیشتری از کشور مشاهده می‌شود که می‌توان به آذربایجان، ایران مرکزی، بلوک لوت و دامنه‌های جنوبی البرز اشاره کرد، که در این دوره فازهای کششی سراسری موجب ماگمازایی گسترده‌ای بصورت روانه‌های آتشفشانی شده که در زمان ائوسن در بیشترین مقدار بوده است. در شرق عجبشیر توده‌های اسیدی در درون سازند لالون تزریق شده‌اند و با توجه به اینکه مطالعات پترولوژیکی دقیقی بر روی توده‌های اسیدی شرق عجبشیر انجام نشده است، بررسی این توده‌ها از لحاظ پترولوژیکی و پتروگرافی بعنوان بخشی از این مطالعات انجام می‌شود. امید است که بتوانیم سهمی هرچند ناچیز در روشن شدن مسائل زمین‌شناسی، مخصوصاً مسائل پترولوژیکی در این قسمت از کشور عزیزمان داشته باشیم

در مرحله ی ترسیم نمودارها به دلیل نبود استاندارد های جهانی مورد قبول همگان برای سنگ‌هایی همچون ریولیت و ریوداسیت سنگ‌های مورد مطالعه با گرانیات استاندارد شده‌اند. بدیهی است که پیش فرض ما در این مقایسه آن است که همه ی این سنگ‌ها، حاصل جدایش از ماگمای مادر گرانیتی هستند که در اعماق وجود داشته و ماگمای سازنده سنگ های مورد مطالعه از آن نشأت گرفته است. با توجه به این

که سنگ‌های خروجی فلسیک (ریولیت، ریوداسیت و داسیت) هم ارز انواع پلوتونیک گرانیتوئیدی هستند لذا برای سنجش و ارزیابی سنگ‌های خروجی می‌توان از نمودارهای مربوط به سنگ‌های گرانیتوئیدی استفاده کرد. بنابراین در ابتدای بحث اشاره‌ای کوتاه به تولید، جایگیری، منشأ ماگماهای گرانیتوئیدی و انجماد آن خواهیم کرد.

فصل اول:

بررسی منابع (پایه‌های نظری و پیشینه پژوهش)

۱- پایه های نظری

۱-۱- ماگماتیسم

کلیه فرآیندهائی که به پیدایش سنگ‌های آذرین منتهی می شود، ماگماتیسم نامیده می شود و شامل مراحل ذوب، جابجائی و انتقال، انجماد و حتی هضم است. ماگما مایعی است سیلیکاته با گرانش زیاد همراه با گاز مواد فرار و گدازه یا لاوا ماگمایی است که مواد فرار خود را از دست داده است.

۱-۲- ماهیت ماگماها:

ماگما ماده‌ی طبیعی سیال و داغ سازنده‌ی سنگ‌ها به شمار می آید و در سیارات، اقمار طبیعی یا دیگر اجرام سماوی با خصوصیت کاملاً مشابهی تولید می شود. به علت آن که ماگما تنها در زیر زمین یافت می شود تشخیص هویت کامل آن میسر نیست. موقعی که ماگما به بیرون ریخته می شود، علاوه بر تولید گدازه یا نهشته های خرد شده، مقدار زیادی مواد فرار نیز آزاد می کند که به اتمسفر یا هیدروسفر و یا اتمسفر سیارات وارد می شود (Middlemost, 1985).

۱-۳- منشأ ماگما

با توجه به فراوانی سنگ‌های گرانیتی و بازالتی در سطح زمین، زمین شناسان دو نوع ماگمای اصلی و اولیه را قبول کرده اند و سایر سنگ‌های حد واسط را نتیجه تفریق، تفکیک، هضم و اختلاط ماگماهای اصلی طی فرآیندهای پیچیده می دانند.

به طور کلی سنگ‌های ماگمایی، حاصل ذوب سنگ‌های پوسته یا گوشته فوقانی اند. ترکیب ماگمای اولیه تابع عمق (فشار)، درجه حرارت، نوع سنگ مادر، درصد ذوب بخشی و نوع و مقدار سیالات موثر در تولید ماگما است.

۱-۴- علل ماگماتیسم

قبل از ذکر جزئیات خاطر نشان می شود که پیدایش ماگما در پوسته آبدار به عوامل زیر بستگی

دارد:

۱- ازدیاد درجه حرارت، به هر دلیل و به طور موضعی

۲- ازدیاد فشار بخار آب

۳- ترکیب مناسب برای ایجاد ذوب

حال اگر پوسته بی آب یا گوشته فوقانی مدنظر باشد. شرایط اصلی ذوب عبارتند از:

۱- ازدیاد درجه حرارت در فشار ثابت، به هر دلیل و به طور موضعی

۲- کاهش فشار در دمای ثابت، بر اثر جابجائی ها و شکستگی های عمیق

۳- هر دو مورد فوق

۱-۵- عوامل موثر در تولید ماگما

تولید ماگما در گوشته یا پوسته ای که اساساً جامد است تحت تاثیر تغییرات پارامترهای فشار (P)، درجه حرارت (T) و ترکیب شیمیائی (X) صورت می گیرد. علت و ماهیت واقعی این تغییرات کاملاً شناخته شده نیست، ولی می توان اذعان نمود که اینگونه تغییرات عموماً در امتداد مرزهای همگرا یا واگرای لیتوسفری متمرکز شده اند. گوشته پریدوتیتی نقش اساسی را در تشکیل ماگماها ایفا می کند. چون از یک سو خود منبع سنگ مادر اغلب ماگماهای بازالتی و برخی از ماگماهای آلکالن بوده و از سوی دیگر، مذاب حاصل از آن عامل انتقال حرارت از گوشته به پوسته بوده و بدین ترتیب حرارت لازم برای ذوب سنگ های پوسته و تشکیل ماگماهای گرانیتوئیدی را فراهم می کند (Best, 1982).

۱-۵-۱- درجه حرارت

بدیهی ترین عامل ذوب سنگ ها افزایش درجه حرارت آنهاست که می تواند توسط عوامل زیر ایجاد شود:

۱- افزایش حرارت ناشی از سوزنهای حرارتی گوشته

۲- واپاشی هسته های رادیواکتیو مانند Th , U , K . این عامل به تنهایی نمی تواند تامین کننده حرارت لازم برای ذوب سنگ ها باشد. چون اولاً نرخ افزایش حرارت در این مدل بسیار آهسته بوده و با احتساب آن زمان لازم برای ذوب یک توده گرانیتی ۱۰ تا ۲۰ میلیون سال و برای یک توده پریدوتیتی ۱۰ تا ۲۰ میلیارد سال خواهد بود. ثانیاً این گونه عناصر به دلیل داشتن ضریب توزیع بسیار بالا نسبت به فاز مایع یا مذاب، در مراحل اولیه ذوب سنگ های جامد تهی شده و در نتیجه امکان ایجاد حرارت برای مراحل بعدی وجود نخواهد داشت.

۳- افزایش حرارت ناشی از دگرگونی

در این حالت بخشی از انرژی مکانیکی وارد بر سنگ ها می تواند به انرژی حرارتی تبدیل شود. (Best, 1982). از سوی دیگر بازتاب حرارتی حاصل از جریان برشی سنگ های گرانو گوشته یا پوسته زیرین می تواند منجر به ذوب سنگ ها شود (shaw, 1975, Anderson & perkins, 1973).

۱-۵-۲- فشار

با توجه به این که از نظر ترمودینامیکی، تاثیر کاهش فشار مشابه با تاثیر افزایش درجه حرارت است لذا کاهش فشار می تواند منجر به ذوب سنگها شود (Best, 1982). حالت قابل تصور کاهش فشار در شرایط طبیعی، صعود یک توده داغ نیمه مذاب از طریق سیستم های ریفتی و شکستگی می باشد.

۱-۵-۳- ترکیب شیمیایی

PH_2O و تغییرات آن احتمالاً مهمترین تاثیر را در بین حالات مختلف تغییر ترکیب شیمیایی داراست. حتی مقادیر اندک آب نیز می تواند به طور مشخصی دمای سالیدوس سنگها را کاهش دهد (Best, 1982). ماگماهای آلومینوسیلیکاتی در حقیقت مذابهایی متشکل از تتراهدراهای SiO_4 می باشند. اتصال تتراهدراها در جهات مختلف فضائی سبب پیدایش ماگماهایی با درجه پلیمریزاسیون مختلف و در نتیجه گرانیوی متفاوت می شود. مولکول آب از طریق واکنش با اکسیژن رأس تتراهدراها، سبب جدا شدن آنها از یکدیگر و در نتیجه کاهش درجه پلیمریزاسیون و نقطه ذوب آنها می شود.

۱-۶- مکانیسم های تولید ماگما

با افزایش درجه حرارت سنگها و رسیدن آن به دمای سالیدوس، فرآیند ذوب بخشی روی می دهد. این فرآیند در شرایط و حالات مختلفی صورت می گیرد، ولی معمولاً دو حالت آن به عنوان مدل های خالص و انتهایی در نظر گرفته می شوند که عبارتند از:

- ۱) ذوب بخشی متعادل یا ذوب درجا: بیانگر حالتی است که طی آن ماگما پس از تشکیل از منشأ خود جدا نشده و بنابراین به طور مداوم و پیوسته با آن واکنش داده و متعادل می شود.
- ۲) ذوب جزئی یا ذوب ریلی: بیانگر حالتی است که ماگما پس از تشکیل از منشأ خود جدا گشته و از اینرو امکان انجام واکنش و برقرای تعادل با آن را نخواهد داشت. پدیده ذوب بخشی در شرایط طبیعی، به صورت مدل متعادل یا نامتعادل خالص نبوده، بلکه حالت حدواسط دو مدل مذکور را دارد (Rollinson, 1993). اینکه کدامیک از فرایندهای مذکور برای توصیف پدیده ذوب در شرایط طبیعی مناسب تر است، بستگی به توانایی ماگما در جدا شدن از ناحیه منشأ دارد. در مورد مذابهایی بازالتی، فرایند ذوب جزئی مناسبتر و محتملتر به نظر می رسد، ولی رفتارهای مذاب های فلسیک که گرانیوی بیشتری دارند، احتمالاً با مدل ذوب درجا مطابقت بیشتری دارد (Mackenzie, 1985; O Nions, 1988 & Mackenzie).

۱-۷- ساب ولکانیک‌ها:

سنگ‌های ساب ولکانیک عبارت از گروهی از سنگ‌های آذرین هستند که به صورت ماگمای گداخته نزدیک به سطح زمین سرد شده‌اند. این سنگ‌ها دارای اختصاصات زیراند:

۱- این سنگ‌ها به علت سرد شدن سریع در حواشی حاوی شیشه می باشند و یا آن قدر دانه ریزند که نمی توان ترکیب کانی شناسی مودال آنها را تعیین نمود.

۲- اغلب سنگ‌های نیمه نفوذی دارای دو بخش عمده هستند:

الف) فنوکریست ها یا درشت بلورها که به طور معمول قبل از استقرار سنگ در جایگاه اصلی آن تشکیل شده‌اند و ب) خمیره ریز دانه که بلورهای درشت در آن جای دارد.

۳- در مقاطع نازک ساختمان هایی مانند لایه بندی، حالت جریانی، حباب ها، لکه ها و رگه های حاصل از تفکیک یا اختلاط نا پذیری و حفرات خالی یا پر شده را نشان می دهند.

۴- وجود شیشه و ریز دانه ها در این گونه سنگ‌ها باعث می شود که وجود مواد و کانی های رنگی در مقایسه با سنگ‌های درونی نمود بیشتری داشته باشد، به همین دلیل استفاده از ضرایب رنگی (به ویژه زمانی که حجم شیشه قابل ملاحظه باشد) برای تشخیص ماکروسکوپی کار صحیحی نیست.

۵- ساخت های صحرایی سنگ‌های نیمه نفوذی، در مقایسه با سنگ‌های درونی، متنوع تر می باشد بخشی از سنگ‌های آذرین درونی مانند دایک ها، سیل ها و حاشیه ی برخی باتولیت ها به علت سرد شدن سریع، ویژگی سنگ‌های نیمه نفوذی را نشان می دهند. برعکس، زمانی که حجم یک گدازه زیاد باشد، قسمت پایینی آن ویژگی های سنگ‌های آتشفشانی نیمه ژرف را نشان می دهد.

۱-۸- علل پیدایش توده های ساب ولکانیک:

سرچشمه ی پیدایش یک توده ی ساب ولکانیک، ذوب سنگ‌های درونی زمین و در نتیجه تشکیل ماگما و استقرار آن در اعماق کم پوسته است. حضور عوامل زیر را می توان برای تشکیل ماگما برشمرد:

۱- وجود کانون های حرارتی در زیر لیتوسفر

۲- نفوذ دیابیرهای پر حرارت به قسمت های بالایی گوشته و قسمت های پایینی پوسته

۳- کاهش فشار لیتوستاتیک به صورت آدیاباتیک

۴- برخورد دو ورقه همزمان با متاسوماتیسم

۵- فرو رفتن یک پوسته مرطوب به قسمت های ژرف تر گوشته

موارد فوق را می توان به شکل زیر خلاصه کرد:

افزایش دما در فشار ثابت:

مقدار حرارتی که از یک سانتیمتر مربع سطح زمین در ثانیه خارج می شود (جریان حرارتی) بسیار اندک و در حدود 1.3×10^{-6} کالری در ثانیه است. این گرما به تشعشع حرارتی درون زمین ارتباط دارد که گرمای اولیه خود را به تدریج از دست می دهد و به اصطلاح سرد می شود، همچنین به تشعشع مواد رادیواکتیو وابسته است. از تلاشی و تخریب هسته های عناصر رادیواکتیو (اورانیوم، توریم، پتاسیم و...) مقداری گرما خارج می شود که در افزایش درجه زمین گرمایی هر نقطه از زمین، به ویژه در مناطق قاره ای بسیار موثر است. زیرا این عناصر در سنگ های اسیدی (گرانیت، سینیست و...) فراوان تر از سنگ های بازیک هستند. ولی اگر تنها افزایش دما در اثر تلاشی مواد رادیواکتیو در ذوب سنگ ها موثر می بود، پراکندگی توده های ساب و لکانیک در سطح زمین به مناطق خاص و نوار های مشخص محدود نمی گردید.

کاهش فشار در دمای ثابت:

ذوب در اثر کاهش فشار به دو صورت انجام می گیرد:

الف: حرکت نسبتاً سریع و رو به بالای مواد سازنده ی گوشته

ب: کاهش بار لیتوستاتیک که معمولاً باعث فشردگی سنگ های گوشته می گردد

جریان های جابجایی در گوشته با صعود به صورت دیابیری، اولین نوع ذوب بر اثر کاهش فشار به حساب می آید. پیش بینی شده است موادی که در حرکت صعودی چنین سیستم کنوکسیون شریک دارند، به طور عادی یا آدیاباتیک با کاهش فشار مواجه می گردند و با این عمل درجه ی ذوب بخشی نسبتاً زیاد می شود (Tarney, 1980). منظور از کاهش فشار عادی یا آدیاباتیک این است که کاهش فشار بدون ورود یا خروج گرما از سیستم صورت می گیرد. دومین نوع ذوب در نتیجه کاهش فشار، موقعی رخ می دهد که فشار در گوشته بالایی بر اثر انحنای گسل خوردگی سنگ های بالایی تغییر یابد (Yoder, 1975) چنین فرآیندی ممکن است به طور محلی به ذوب بخشی منجر گردد و تجمع موضعی مواد فرار را در بخش های زیرین گوشته به دنبال داشته باشد (Bailey, 1978).

ج: ازدیاد مواد فرار نظیر آب

ثابت شده است که حضور آب در شرایط ذوب ماده تاثیر بسزایی دارد یک سنگ آبدار نسبت به

سنگ خشک مشابه در دمای کمتری ذوب می شود.

د: ذوب در نتیجه حرکات اصطکاکی

اگر توده ای متشکل از لایه هایی با اختصاصات فیزیکی متفاوت تحت تاثیر استرس برشی قرار گیرد، میزان استرین در لایه ها یکسان نبوده و در نتیجه تغییر شکل غیر یکنواخت بروز می کند. این عمل باعث می شود که در حدفاصل دو لایه، تمرکز تنش برشی انجام شود و هر لایه با سرعت متفاوتی تغییر شکل دهد. این تفاوت سرعت موجب افزایش دما در حد فاصل دو لایه می شود که خود به طور محلی ممکن است سبب ذوب شود و حتی در ماگمای در حال تبلور، باعث افزایش دما و منجر به ذوب بلورها گردد. جریان برشی در گوشته ی فوقانی یا سنگ های بسیار ویسکوز ممکن است طبق مکانیزم فوق موجب ذوب گردد (درویش زاده، ۱۳۸۳). اگر چه ممکن است انتشار توده های ساب ولکانیکی تصادفی به نظر آید ولی اغلب توده های ساب ولکانیک به همراه آتشفشانهای زمین به چند نوار نسبتاً باریک محدود می شود. این نحوه پراکندگی آتشفشانها، نشانگر جریان همرفتی شدیدتر گوشته در این بخش های زمین است (قربانی، ۱۳۸۲). Bailey, (1978) با بررسی خروج گاز از گوشته اظهار می دارد که خروج دائمی و گسترده جریان گازها از خلال یک سیستم کانالی (مثل سیستم ریفت قاره ای)، تجزیه حرارتی مواد فرار و در نهایت انجام عمل ذوب شدگی را به همراه دارد. نام برده و همکاران وی معتقدند که گازهای متصاعد شده از گوشته ی عمیق احتمالاً از کربن (که همان CO_2 و CH_4) فلوئور و کلر غنی بوده و در عین حال به شدت احیا کننده هستند.

۱-۹- مروری بر انواع طبقه بندی سنگ های گرانیتوئیدی

تا کنون گرانیتوئیدها را بر مبنای مختلف تقسیم بندی کرده اند که در اینجا بطور خلاصه به برخی از آنها اشاره می شود.

۱-۹-۱- تقسیم بندی گرانیتوئیدها بر اساس موقعیت تکتونیکی توسط Pearce (1984)

سنگ های گرانیتی از آنجائیکه می توانند به عنوان شاخص ها و نشانگرهایی برای تعیین محیط های تکتونیکی و فرایندهای پترولوژیکی گذشته بکار روند، حائز اهمیت و ارزش فراوانی می باشند. سنگ های گرانیتی بر اساس موقعیت تکتونیکی به گروههای زیر تقسیم می شوند:

۱-۹-۱-۱- گرانیت های شکاف اقیانوسی (ORG)

این نوع گرانیت ها متعلق به محیط های تکتونیکی کششی بوده و خود به انواع زیر تقسیم می

شوند:

الف) انواع مرتبط با فرورانش :

- گرانیت های شکاف حوضه های پشت قوسی