



دانشکده علوم پایه

پایان نامه کارشناسی ارشد پترولوژی

بررسی ژئوشیمیایی و پترولوژی سنگ‌های گرانیتی منطقه کاریزنو، روستای چاهک (جنوب شرق فریمان، خراسان رضوی)، ایران

اساتید راهنما:

دکتر سید احمد مظاهری

دکتر سید مسعود همام

نگارنده:

فرزانه پرتوی فر

بهار ۹۱

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اظهار نامه

عنوان رساله: بررسی ژئوشیمیایی و پترولوژی سنگ‌های گرانیتی منطقه کاریزنو، روستای چاهک

(جنوب شرق فریمان، خراسان رضوی)، ایران

اینجانب فرزانه پرتوی فر دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه فردوسی مشهد نویسنده رساله بررسی ژئوشیمیایی و پترولوژی سنگ‌های گرانیتی منطقه کاریزنو، روستای چاهک (جنوب شرق فریمان، خراسان رضوی)، ایران تحت راهنمایی دکتر سید احمد مظاهری و دکتر سید مسعود همام متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این رساله توسط اینجانب انجام شده و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در این رساله تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی به جایی ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد است و مقالات مستخرج با نام "دانشگاه فردوسی مشهد" و یا "Ferdowsi University of Mashhad" به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی رساله تاثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از آن رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این رساله، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ ۱۳۹۱/۳/۲۳

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

حق انتشار و بهره‌برداری از نتایج این پایان‌نامه متعلق به نگارنده آن است. هرگونه کپی برداری به صورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نگارنده یا کتابخانه دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد مجاز می‌باشد.

استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

متن این صفحه باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

چه زیبا بود آن روزی که پاد حرمت گذاشتم و همه رویاهایم به واقعیت پیوست...

چه زیبا بود آن لحظه ای که صورتم را بردب و رودی گذاشتم. آن لحظه ای که نگاهم به ضریح افتاد و با چشمانی خیس اشک گفتم:

السلام علیک یا علی بن موسی الرضا (ع)

تقدیم به:

پیشگاه مقدس مولایی که در تمامی شرایط سخت، پشتیبانم بود.

تقدیم به پدر و مادر عزیز و دلسوزم که همیشه سگر گزار دعاها می خالصانه آن ها هستم.

تقدیم به همسر مهربان و صبورم که همیشه پشتیبان و مشوق من است.

سپاس و قدردانی

سپاس خالق هستی را که عالم به اسرار عالم و مثنی‌آفرینش است. او که عقل و بینش را زیور انسان ساخت تا با کاوش در عظمت خلقت، به مفهوم حقیقت تعالی یابد.

باشکرم و سپاس از اساتید گرامی و بزرگوار

جناب آقای دکتر سید احمد مظاهری و جناب آقای دکتر سید مسعود همام اساتید راهنمای این پایان نامه، که در طی مدت تحصیل و انجام پایان نامه دلسوزانه اینجانب را یاری نمودند و از بیچ لطفی دینغ نورزیند و توانستم از راهنمایی‌های ارزشمند این بزرگواران بهره‌مند شوم. از خداوند منان برای این عزیزان سلامتی و توفیق روزافزون آرزو مندم.

باشکرم از اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر خسرو ابراهیمی و جناب آقای دکتر ابوالفضل سلطانی که به عنوان اساتید مدعو، زحمات داوران این پایان نامه را بر عهده گرفتند. از خداوند سبحان برای ایشان آرزوی سلامتی و توفیق روزافزون را خواهانم.

و از خانم مهندس مریم اکرمی، مهندس بدیع شهبازی و آقای مهندس شهباز بازاده و کلیه دوستانی که به نوعی در انجام و اتمام این پایان نامه یاریم نمودند و نشان در این نوشته ذکر نشده صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم.

باشکرم از خانواده عزیز و همسر مهربانم که در این سال با صبورانه پشتیبان و مشوق من بودند.

فرزانه پرتوی فر

چکیده:

منطقه مورد مطالعه در شمال شرق ایران در حدود ۱۴۱ کیلومتری جنوب شرقی مشهد و ۶۶ کیلومتری جنوب شرق فریمان قرار دارد. این محدوده در عرض جغرافیایی "۵۰'۱۹" ۳۵° تا "۵۱'۲۱" ۳۵° شمالی و طول جغرافیایی "۲۱'۹" ۶۰° تا "۳۵" ۶۰'۱۲° شرقی و در زون سبزوار (ایران مرکزی) قرار گرفته است. مطالعات صحرایی، پتروگرافی و ژئوشیمیایی با تمرکز بر روی دو نوع توده مافیک (گابرو) و فلسیک (گرانودیوریت، مونزوگرانیت و سینوگرانیت) در منطقه انجام گرفته است. دولومیت‌های تبلور مجدد یافته (پروتروئیک)، سنگ‌آهک (کرتاسه پایینی)، ماسه‌سنگ، سیلت‌استون و مارن‌های قرمز (نئوژن) نیز در منطقه رخنمون دارند. سن سنگ‌های پلوتونی، پرکامبرین تعیین شده است. برخی از کانی‌های موجود در این توده‌ها نشانه‌هایی از دگرریختی را نشان می‌دهند که حاصل پدیده میلونیتی شدن در گرانیتهای آنها است. کانی فلسیک غالب در تمام سنگ‌های نفوذی منطقه پلاژیوکلاز است که معمولاً سرسیتی شده است. آلکالی فلدسپارها نیز از نوع ارتوکلاز و دارای بافت میکروپریتی می‌باشند. کانی‌های فرومنیزین غالب از نوع هورنبلند و بیوتیت بوده و تأییدی بر تبلور ماگما در حضور آب هستند. وجود کانی‌های ثانویه فراوان نظیر کلریت، اپیدوت، سرسیت و کانی‌های رسی در اکثر نمونه‌ها بیانگر عملکرد آلتراسیون هیدروترمال دمای متوسط تا پایین است. شواهد صحرایی، پتروگرافی و ژئوشیمیایی، عملکرد یک فرایند اختلاط ماگمایی را تأیید می‌نماید. سنگ‌های فلسیک دارای ماهیت کالک‌آلکالن پتاسیم متوسط بوده و سنگ‌های مافیک در زمره تولئیتی پتاسیم پایین می‌باشند و از نظر درجه اشباع از آلومین گابروها در محدوده مت‌آلومین و بقیه نمونه‌ها در محدوده پرآلومین قرار می‌گیرند. دمای تشکیل توده گرانیتهای C ۷۹۰ - ۷۷۰ در حداقل فشار لیتواستاتیک می‌باشد و فشار بخار آب در زمان تشکیل نمونه‌های گرانیتهای در محدوده فشار بخار آب کمتر از ۱ تا ۵ کیلوبار قرار می‌گیرد، همچنین عمق تشکیل سنگ‌های مذکور حدود ۳۰ - ۲۰ کیلومتر می‌باشد و حداقل عمق جایگزینی آن ۵ Km می‌باشد و مؤثرترین فاز آبدار کانی بیوتیت بوده است.

رفتار اکسیدهای عناصر اصلی، فرعی و حاکی کمیاب در مقابل SiO_2 وجود دو نوع توده فلسیک و مافیک و روند عادی تفریق را در ماگمای فلسیک نشان می‌دهد و حاکی از پیوستگی طیف ترکیب سنگی توده و تشکیل آن از تفریق یک ماگمای بازیک اولیه است. از لحاظ تقسیم بندی‌های ژنتیکی، توده گرانیتهای مذکور از نوع I و سری مگنتیت می‌باشد. دیاگرام‌های بهنجار شده عناصر کمیاب و ناسازگار این سنگ‌ها نسبت به کندریت، گوشته اولیه و مورب غنی شدگی آنها از عناصر کمیاب سبک و تهی‌شدگی از عناصر کمیاب سنگین را نشان می‌دهد. این ویژگی از خصوصیات بارز سنگ‌های کالک‌آلکالن قوس آتشفشانی زون‌های فرورانش حاشیه قاره‌ای است.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

- ۱-۱) مقدمه ۲
- ۲-۱) موقعیت جغرافیایی منطقه ۲
- ۳-۱) راههای ارتباطی منطقه ۳
- ۴-۱) شاخص های اجتماعی و اقلیمی محدوده مورد مطالعه ۴
- ۵-۱) وضعیت آب وهوایی و پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه ۴
- ۶-۱) توپوگرافی و ژئومورفولوژی ۵
- ۷-۱) تاریخچه مطالعاتی قبلی ۷
- ۸-۱) هدف از مطالعه ۸
- ۹-۱) روش مطالعه ۹
- ۹-۱-۱) مطالعات کتابخانه ای ۹
- ۹-۱-۲) مطالعات آزمایشگاهی اولیه ۹
- ۹-۱-۳) مطالعات صحرایی ۹
- ۹-۱-۴) مطالعات آزمایشگاهی ۱۰
- ۹-۱-۵) تعبیر و تفسیر نتایج ۱۰

فصل دوم: زمین شناسی و تکتونیک

- ۱-۲) مقدمه ۱۲
- ۱-۲-۱) بلوک لوت ۱۴
- ۱-۲-۲) زون تکنار ۱۴
- ۱-۲-۳) زون سبزوار ۱۵
- ۲-۲) خلاصه چینه شناسی منطقه فریمان ۱۷
- ۱-۲-۲) پروتروزوئیک ۱۷
- ۲-۲-۲) پالئوزوئیک ۱۸
- ۳-۲-۲) مزوزوئیک ۱۹
- ۴-۲-۲) سنوزوئیک ۱۹
- ۳-۲) بررسی های صحرایی منطقه مورد مطالعه ۲۰
- ۱-۳-۲) محدوده های پیکره آذرین منطقه مورد مطالعه ۲۰
- ۲-۳-۲) سنگ های مافیک ۲۱

فهرست مطالب

۲۲	۴-۲) تکتونیک و زمین شناسی ساختمانی.....
۲۲	۵-۲) مهمترین گسل های محدوده مطالعاتی.....
۲۲	۱-۵-۲) گسل درونه (گسل بزرگ کویر).....
۲۳	۲-۵-۲) کمان ماگمایی شمال گسل درونه
۲۳	۳-۵-۲) گسل بینا لود.....
۲۴	۶-۲) تکتونیک و زمین شناسی ساختمانی منطقه مورد مطالعه.....

فصل سوم : پتروگرافی

۲۷	۳-۱) مقدمه.....
۲۷	۳-۲) بررسی دگرسانی در نمونه های مورد مطالعه.....
۲۸	الف) دگرسانی کلریتی.....
۲۸	ب) دگرسانی سرسیتی.....
۲۹	ج) دگرسانی سوسوریتی.....
۲۹	د) دگرسانی اورالیتی.....
۲۹	ه) دگرسانی آرژیلیک.....
۳۰	و) دگرسانی پرویلی تیک.....
۳۰	ز) دگرسانی کربناتی.....
۳۰	ی) دگرسانی سیلیسی.....
۳۰	۳-۳) بافت شناسی.....
۳۰	الف) بافت هیپیدئومورف گرانولار.....
۳۱	ب) بافت پورفیری.....
۳۱	ج) بافت پرتیت.....
۳۱	د) بافت گرافیکی.....
۳۲	ه) بافت پوئی کیلیتیک.....
۳۲	و) بافت افیتیک و ساب افیتیک.....
۳۲	۴-۳) اختصاصات سنگ شناسی گابروها.....
۳۲	۳-۴-۱) خواص ماکروسکوپی.....
۳۳	۳-۴-۲) خواص میکروسکوپی.....
۳۵	۳-۵-۵) اختصاصات سنگ شناسی گرانودیوریت ها.....
۳۵	۳-۵-۱) خواص ماکروسکوپی.....

فهرست مطالب

۳۵	..... خواص میکروسکوپی (۲-۵-۳)
۳۷	..... اختصاصات سنگ شناسی مونوزوگرانیت ها (۶-۳)
۳۷	..... خواص ماکروسکوپی (۱-۶-۳)
۳۸	..... خواص میکروسکوپی (۲-۶-۳)
۴۰	..... اختصاصات سنگ شناسی سینوگرانیت ها (۷-۳)
۴۰	..... خواص ماکروسکوپی (۱-۷-۳)
۴۰	..... خواص میکروسکوپی (۲-۷-۳)
۴۳	..... مطالعه انکلاوها (۸-۳)
۴۳	..... اختصاصات سنگ شناسی میلونیت ها و سنگ های کاتاکلاستیکی (۹-۳)
۴۴	..... شواهد دگر شکلی در توده گرانیتوئیدی مورد مطالعه (۱-۹-۳)
۴۴	..... الف) کوارتز
۴۶	..... ب) پلاژیوکلاز
۴۷	..... ج) فلدسپات آلکالن
۴۹	..... د) بیوتیت ها
۵۰	..... دمای احتمالی در زمان دگرشکلی در زون های برشی (۲-۹-۳)
۵۱	..... خلاصه (۱۰-۳)

فصل چهارم: ژئوشیمی

۵۴	..... مقدمه (۱-۴)
۵۶	..... (۱-۱-۴) به صد رساندن داده ها
۵۷	..... (۲-۱-۴) محاسبه FeO و Fe_2O_3 از آهن کل
۵۸	..... (۲-۴) استفاده از نتایج تجزیه های شیمیایی
۶۰	..... (۱-۲-۴) استفاده از نتایج تجزیه های شیمیایی عناصر اصلی نمونه های مورد مطالعه در رده بندی و نامگذاری شیمیایی توده گرانیتوئیدی چاهک
۶۰	..... (۱-۱-۲-۴) طبقه بندی بر اساس ترکیب نورماتیو
۶۰	..... الف) رده بندی نورماتیو اشترایکایزن و لی مایتره (Streckeisen and Le Maitre, 1979)
۶۰	..... ب) رده بندی نورماتیو با استفاده از روش اصلاحی مولر و براون (Muller and Brown, 1977) و کمک گرفتن از نمودار اشترایکایزن (Streckisen, 1976)
۶۱	.....

فهرست مطالب

۶۳	..... ۲-۱-۲-۴ طبقه بندی با استفاده مستقیم از ترکیب شیمیایی
۶۳	..... ۱-۲-۱-۲-۴ طبقه بندی با استفاده از عناصر اصلی به استثنای اکسیژن (نسبت های کاتیونی)
۶۳	..... (De la roche, et al .1980) الف) طبقه بندی دلارش و همکاران
۶۴	..... ۲-۲-۱-۲-۴ طبقه بندی با استفاده از مجموع آلکان در مقابل سیلیس
۶۴	..... (Middlemost , 1985, 1994) الف) طبقه بندی شیمیایی میدلموست
۶۵	..... ۳-۴) پتروولوژی
۶۶	..... ۱-۳-۴) تعیین سری ماگمایی
۶۶	..... الف) نمودار مجموع آلکان در مقابل سیلیس ایروین و باراگار (Irvin & Baragar 1971)
۶۷	..... ب) نمودار AFM ایروین و باراگار (Irvin & Baragar ,1974)
۶۷	..... ج) نمودار $K_2O - SiO_2$ (Peccerillo and Taylor 1976)
۶۸	..... ۲-۳-۴) درجه اشباع از آلومین (ASI) سنگ های گرانیتوئیدی منطقه چاهک
۶۸	..... الف) دیاگرام A/NK - A/CNK (Shand,1949)
۶۷	..... ب) نمودار ویلاسکا و همکاران (Villaseca et al, 1998)
۷۰	..... ج) دیاگرام A / CNK - SiO_2 (Chappell and White, 1974)
۷۰	..... ۳-۳-۴) تعیین شرایط تقریبی حرارت و بخار آب تشکیل توده های فلسیک
۷۳	..... ۴-۳-۴) تعیین عمق تشکیل توده های فلسیک
۷۴	..... ۵-۳-۴) تعیین عمق جایگزینی توده های فلسیک
۷۴	..... ۶-۳-۴) منشأ آب در تولید ماگماهای گرانیتوئیدی
۷۵	..... ۴-۴) استفاده از نتایج تجزیه های شیمیایی نمونه های مورد مطالعه برای بررسی روندهای تغییرات آنها
۷۶	..... ۱-۴-۴) دیاگرام درصد اکسید - درصد سیلیس هارکر (Harker, 1909)
۷۶	..... ۲-۴-۴) دیاگرام اندیس تفریق در مقابل اکسیدهای عناصر اصلی تورنتن و تاتل (Thornton & Tuttle, 1960)
۷۷	..... ۳-۴-۴) دیاگرام اندیس انجماد در برابر اکسید های عناصر اصلی کونو (Kuno, 1959)
۷۸	..... الف) روند تغییرات عناصر اصلی
۸۴	..... ب) استفاده از عناصر کمیاب در بررسی روندهای تحولات توده نفوذی
۹۱	..... ۵-۴) روند تغییرات عناصر کمیاب بر اساس نمودارهای عنکبوتی (Spider diagram)
۹۳	..... ۶-۴) عناصر نادر خاکی (REE)
۹۴	..... ۱-۶-۴) نمودارهای عنکبوتی عناصر نادر خاکی (REE)
۹۷	..... ۷-۴) خلاصه
	فصل پنجم : منشأ و محیط نکتونیک
۱۰۰	..... ۱-۵) مقدمه

فهرست مطالب

۱۰۰	۲-۵) انواع رده بندی گرانیتوئیدها.....
۱۰۲	۳-۵) معیارهای لازم برای تشخیص گرانیت های نوع S و I.....
۱۰۴	۱-۳-۵) مطالعات صحرایی.....
۱۰۴	۲-۳-۵) معیارهای سنگ شناسی.....
۱۰۵	۳-۳-۵) معیارهای شیمیایی.....
۱۰۶	۴-۵) تقسیم بندی ژنتیکی توده گرانیتوئیدی چاهک.....
۱۰۸	الف) نمودار Na_2O در مقابل K_2O ، چپل و وایت (Chappell and White, 2001).....
۱۰۸	ب) نمودار SiO_2 در مقابل Rb/Zr ، هاریس (Harris, 1986).....
۱۰۸	ج) نمودار A/CNK در مقابل SiO_2 ، چپل و وایت (Chappell and White, 1983).....
۱۰۸	د) نمودار Zn در مقابل SiO_2 ، کولینس و همکاران (Collins and Others, 1982).....
۱۰۸	ه) نمودار Ga در مقابل Al_2O_3 ، پچل و وایت (Chappell and White, 1983).....
۱۰۸	و) نمودار مثلثی $(FeO + MgO) - (CaO) - (Al_2O_3 - Na_2O - K_2O)$ ، تاکاهاشی و همکاران (Takahashi and Others, 1980).....
۱۰۸	.....(Takahashi)
۱۰۹	۵-۵) گرانیت های دو رگه (هیبریدی).....
۱۱۲	۶-۵) بررسی جایگاه تکتونیکی توده گرانیتوئیدی چاهک.....
۱۱۳	۱-۶-۵) جایگاه تکتونیکی توده گرانیتوئیدی مورد مطالعه بر اساس عناصر کمیاب.....
۱۱۳	۱-۶-۵) رده بندی پیرس و همکاران (Pearce and Others, 1984).....
۱۱۴	الف) نمودار متمایز کننده بر اساس $Nb - SiO_2$
۱۱۴	ب) نمودار متمایز کننده بر اساس $Nb - Y$
۱۱۴	ج) نمودار متمایز کننده بر اساس $Rb - (Y+Nb)$
۱۱۴	د) نمودار متمایز کننده بر اساس $Y - SiO_2$
۱۱۴	ه) نمودار متمایز کننده بر اساس $Rb - SiO_2$
۱۱۵	۲-۱-۶-۵) نمودارهای مولر و گراوز (Muller and Groves 1997).....
۱۱۶	۲-۶-۵) جایگاه تکتونیکی توده گرانیتوئیدی مورد مطالعه بر اساس عناصر اصلی.....
۱۱۶	۱-۲-۶-۵) رده بندی باچلور و بودن (Batchelor and Bowden, 1985).....
۱۱۷	۲-۲-۶-۵) رده بندی مانیار و پیکولی (Maniar & Picooli, 1989).....
۱۲۰	۳-۲-۶-۵) طبقه بندی باربارین (Barbarin, 1999).....
۱۲۴	۷-۵) پتروژنز توده گرانیتوئیدی چاهک.....

فهرست مطالب

۱۲۵.....	۵-۷-۱) منشأ ماگماهای واحدهای گرانودیوریت، مونزوگرانیت و سینوگرانیت
۱۲۶.....	۵-۷-۲) منشأ ماگماهای واحد گابرو.....
۱۲۷.....	۵-۷-۳) مدل تشکیل ماگماهای مادر واحد مافیک و واحدهای فلسیک.....
۱۲۹.....	۵-۸) خلاصه.....

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۳۲.....	۶-۱) نتیجه گیری.....
۱۳۶.....	۶-۲) پیشنهادات.....

فصل هفتم: منابع

۱۳۸.....	منابع فارسی.....
۱۳۹.....	منابع انگلیسی.....

فهرست شکل ها

فصل اول: کلیات

- شکل (۱-۱) تصویر ماهواره ای از منطقه که در آن گرانیتوئیدهای مورد بررسی نمایش داده شده است..... ۳
- شکل (۲-۱) موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه..... ۴
- شکل (۳-۱) موقعیت شهرستان تربت جام و فریمان نسبت به شهرستانهای اطراف..... ۷

فصل دوم: زمین شناسی و تکتونیک

- شکل (۱-۲) واحدهای ساختمانی و گسترش حوضه های رسوبی ایران (افتخار نژاد ۱۳۵۹)..... ۱۲
- شکل (۲-۲) واحدهای زمین شناختی و ساختمانی ایران (آقباتی، ۱۳۸۵)..... ۱۳
- شکل (۳-۲) واحدهای ساختمانی - رسوبی ایران (نبوی ۱۳۵۵)..... ۱۴
- شکل (۴-۲) زیر پهنه های ایران مرکزی و موقعیت بلوک سبزوار از دیدگاه علوی (۱۹۹۱)..... ۱۶
- شکل (۵-۲) موقعیت محدوده مورد مطالعه در نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، KARIZ NOW..... ۱۷
- شکل (۶-۲) نمایش گسل های احاطه کننده زون سبزوار..... ۲۳

فصل سوم: پتروگرافی

- شکل (۱-۳ الف) تصویر نمای نزدیک صحرایی از واحد گابرو..... ۳۳
- شکل (۱-۳ ب) نمای نزدیک صحرایی از واحد متاگابرو..... ۳۳
- شکل (۱-۳ ج) نمونه دستی از واحد سنگی گابرو..... ۳۳
- شکل (۲-۳ الف) بافت هیپیدئومورف گرانولار در یک نمونه گابرو به همراه کانی های اصلی (xpl)..... ۳۴
- شکل (۲-۳ ب) ماکل های پلی سنتیک و آلبیتی در پلاژیوکلاز و تبدیل آن ها به سرسیت و خانواده اپیدوت و تبدیل پیروکسن به آمفیبول (xpl)..... ۳۴
- شکل (۳-۳ الف) تصویر نمای نزدیک صحرایی و انکلاو مافیک در یک واحد گرانودیوریت..... ۳۵
- شکل (۳-۳ ب) نمونه دستی از واحد سنگی گرانودیوریت..... ۳۵
- شکل (۴-۳ الف) بافت پورفیری در یک نمونه گرانودیوریت (xpl)..... ۳۷
- شکل (۴-۳ ب) بافت گرانولار در گرانودیوریت (xpl)..... ۳۷
- شکل (۴-۳ ج) رگچه های اکسید آهن در یک نمونه گرانودیوریت میلونیتی شده (xpl)..... ۳۷
- شکل (۵-۳) کانی های فرعی زیرکن، آپاتیت در یک نمونه گرانودیوریت که به صورت ادخال در یک آلکالی فلدسپات می باشند و تبدیل بیوتیت به کلریت (xpl)..... ۳۷

فهرست شکل ها

- شکل (۳-۵ الف) تصویر نمای نزدیک صحرایی ۳۷
- شکل (۳-۵ ب) نمونه دستی از واحد سنگی مونزوگرانیت ۳۷
- شکل (۳-۶ الف) بافت پرتیت و پوئی کیلیتیک در یک نمونه مونزوگرانیت (xpl) ۳۹
- شکل (۳-۶ ب) ماکل پلی سنتتیک در پلاژیوکلازها و تجزیه آن ها به کانی های سرسیت و اپیدوت (xpl) ۳۹
- شکل (۳-۶ ج) ارتوز با ماکل کارلسباد و بافت پوئی کیلیتیک (xpl) ۳۹
- شکل (۳-۶ د) چند رنگی سبز در بیوتیت (ppl) ۳۹
- شکل (۳-۶ ه) رگه های کلسیت در یک نمونه مونزوگرانیت (xpl) ۳۹
- شکل (۳-۶ و) انکلاو میکروگرانیتوئید در یک نمونه مونزوگرانیت ۳۹
- شکل (۳-۷ الف) تصویر نمای نزدیک صحرایی ۴۰
- شکل (۳-۷ ب) نمونه دستی از واحد سنگی سینوگرانیت ۴۰
- شکل (۳-۸ الف) بافت هیپیديومورف گرانولار به همراه کانی های اصلی در سینوگرانیت (xpl) ۴۲
- شکل (۳-۸ ب) بافت های فرعی پرتیتی و پوئی کیلیتیک به همراه بیوتیت هایی که در حال تبدیل شدن به کلریت در یک نمونه سینوگرانیت می باشند (xpl) ۴۲
- شکل (۳-۸ ج) بافت گرافیکی در یک نمونه سینوگرانیت (xpl) ۴۲
- شکل (۳-۸ د) پلاژیوکلازها قسمت عمده آنها هوازده شده و به سرسیت تبدیل شده اند (xpl) ۴۲
- شکل (۳-۸ ه) ماکل مشبک (میکروکلین) در یک نمونه آلکالی فلدسپار (xpl) ۴۲
- شکل (۳-۸ و) تبدیل بلورهای فلدسپات آلکالن به کانی های رسی (xpl) ۴۲
- شکل (۳-۹ الف) تصویر نمای نزدیک صحرایی از واحد مونزوگرانیت میلونیتی شده ۴۴
- شکل (۳-۹ ب) نمونه دستی از واحد سنگی سینوگرانیت میلونیتی شده ۴۴
- شکل (۳-۱۰ الف) خاموشی موجی شدید و خردشدگی در کوارتز (xpl) ۴۵
- شکل (۳-۱۰ ب) خاموشی پینه ای در کوارتز ۴۵
- شکل (۳-۱۰ ج) ساخت ساب ماگمایی در کوارتز (xpl) ۴۵
- شکل (۳-۱۰ د) دانه های نوپدید و دندان اره ای کوارتز (xpl) ۴۵
- شکل (۳-۱۰ ه) ریز ساختار هسته - گوشته در کوارتز (xpl) ۴۵
- شکل (۳-۱۰ و) روبان های کوارتز در میلونیت ها (xpl) ۴۵
- شکل (۳-۱۱ الف) خمیدگی ماکل در پلاژیوکلاز (xpl) ۴۶
- شکل (۳-۱۱ ب) گسترش شکستگی و ساخت ساب ماگمایی در پلاژیوکلاز (xpl) ۴۶
- شکل (۳-۱۱ ج) ساختار بالشتک های دومینویی در پلاژیوکلاز (xpl) ۴۶
- شکل (۳-۱۱ د) ماکل های تغییر ساختاری در پلاژیوکلاز (xpl) ۴۶
- شکل (۳-۱۲ الف) ساخت ساب ماگمایی در ارتوز (xpl) ۴۸

فهرست شکل ها

- شکل (۳-۱۲) عدسی های ارتوز کلاز (xpl)..... ۴۸
- شکل (۳-۱۲) ج) دوقلوبی نیمه موازی میکروکلین (xpl)..... ۴۸
- شکل (۳-۱۲) د) ریز ساختار دومینویی و خاموشی موجی در ارتوکلاز (xpl)..... ۴۸
- شکل (۳-۱۲) ه) حاشیه نامنظم و خورده شده در ارتوز (xpl)..... ۴۸
- شکل (۳-۱۲) و) پرتیت شعله‌ای در فلدسپات قلیایی. (xpl)..... ۴۸
- شکل (۳-۱۱) الف) خمش جزئی در بیوتیت (xpl)..... ۴۹
- شکل (۳-۱۳) ب) طویل شدگی و چین خوردگی در بیوتیت (ppl)..... ۴۹
- شکل (۳-۱۳) ج) ریز ساختار پولک ماهی در بیوتیت (ppl)..... ۴۹

فصل چهارم: ژئوشیمی

- شکل (۴-۱) نمودار جریان‌ی که فرایندهای اصلی کنترل کننده ترکیب شیمیایی سنگ‌های آذرین را نشان می‌دهد..... ۵۴
- شکل (۴-۲) دیاگرام سیلیس-آکالی (لومتر ۱۹۷۶) و نسبت $FeO / (FeO + Fe_2O_3)$ جهت سنگ‌های آذرین درونی و سنگ‌های متعلق به مجموعه‌های افیولیتی..... ۵۷
- شکل (۴-۳) طبقه بندی ماتئو (Streckeisen and Le Maitre, 1979) برای سنگ‌های گرانیتوئیدی..... ۶۱
- شکل (۴-۴) نمودار مولر و براون (Muller and Brown, 1977) برای مشخص کردن درصد فلدسپات های آلکالن سنگ مورد نظر نسبت به کل فلدسپات های سازنده آن سنگ..... ۶۲
- شکل (۴-۵) دیاگرام QAP مودال (Streckeisen, 1976) بر پایه روش اصلاحی مولر و براون..... ۶۲
- شکل (۴-۶) نمودار (De la roche, et al. 1980)..... ۶۴
- شکل (۴-۷) نمودار (Middlemost, 1985)..... ۶۵
- شکل (۴-۸) نمودار (Middlemost, 1994)..... ۶۵
- شکل (۴-۹) نمودار مجموع آلکالن در مقابل سیلیس (Irvin & Baragar 1971)..... ۶۶
- شکل (۴-۱۰) نمودار AFM (Irvin & Baragar, 1974)..... ۶۷
- شکل (۴-۱۱) نمودار $K_2O - SiO_2$ (Peccerillo and Taylor 1976)..... ۶۷
- شکل (۴-۱۲) نمودار نسبت مولی $A/NK - A/CNK$ به منظور تعیین اندیس آلومینیوم سنگ‌های آذرین (Shand 1949)..... ۶۹
- شکل (۴-۱۳) نمودار نسبت کاتیون ها به منظور تعیین اندیس آلومینیوم سنگ های آذرین (Villaseca et al, 1998)..... ۶۹
- شکل (۴-۱۴) نمودار SiO_2 در مقابل A / CNK (Chappell and White, 1974)..... ۷۰
- شکل (۴-۱۵) روابط ذوب ترکیبات گرانیتی و گرانیتوئیدی منحنی سولیدوس اشباع از آب برای گرانیت و گرانودیوریت..... ۷۱

فهرست شکل ها

- شکل (۱۶-۴) نمودار Ab - Or - Q در فشار بخار آب ۵ Kbar (از تاتل و بوون و ۱۹۸۵، لوته و همکاران ۱۹۶۴)..... ۷۲
- شکل (۱۷-۴) منحنی پایداری موسکویت (AB) و منحنی ذوب گرانیته (DC) با هم مقایسه شده است تنها در شرایط ADS در مایع گرانیته موسکویت متبلور می شود..... ۷۲
- شکل (۱۸-۴) وابستگی موقعیت مرز میدان کوارتز - آلکان فلدسپات به PH_2O و تراکم F (Manning & Others, 1981)..... ۷۳
- شکل (۱۹-۴) نمودار لگاریتمی Rb - Sr برای تعیین عمق تشکیل (Condie, 1976)..... ۷۴
- شکل (۲۰-۴) نمودارهای تغییرات اکسیدهای عناصر اصلی نمونه های مورد مطالعه در مقابل تغییرات SiO_2 (Harker, 1909)..... ۸۱
- شکل (۲۱-۴) نمودارهای تغییرات اکسیدهای عناصر اصلی نمونه های مورد مطالعه در مقابل اندیس تفریق (Thornton & Tuttle, 1960)..... ۸۲
- شکل (۲۲-۴) نمودارهای تغییرات اکسیدهای عناصر اصلی نمونه های مورد مطالعه در مقابل اندیس انجماد (Kuno, 1959)..... ۸۳
- شکل (۲۳-۴) نمودار Rb در مقابل K_2O ۸۷
- شکل (۲۳-۴) نمودار Ba در مقابل K_2O ۸۷
- شکل (۲۴-۴) نمودار تغییرات عناصر فرعی و کمیاب نمونه های مورد مطالعه در مقابل تغییرات SiO_2 (Harker, 1909)..... ۸۸
- شکل (۲۵-۴) نمودار تغییرات عناصر فرعی و کمیاب نمونه های مورد مطالعه در مقابل تغییرات DI (Harker, 1909)..... ۸۹
- شکل (۲۶-۴) نمودار تغییرات عناصر فرعی و کمیاب نمونه های مورد مطالعه در مقابل تغییرات SI (Harker, 1909)..... ۹۰
- شکل (۲۷-۴) نمودار عنکبوتی چند عنصری نرمالیز شده الف) واحد گابرویی ب) واحدهای گرانودیوریت، مونزوگرانیته و سینوگرانیته که نسبت به کندریت (Thompson, 1982) بهنجار سازی شده اند..... ۹۳
- شکل (۲۸-۴) الگوی فراوانی عناصر کمیاب خاکی الف) واحد گابرویی ب) واحدهای گرانودیوریت، مونزوگرانیته و سینوگرانیته که با کندریت (Boynton, 1984) به هنجار سازی شده اند..... ۹۴
- فصل پنجم : منشأ و محیط تکتونیکی**
- شکل (۱-۵) روند خطی منفی تغییرات $CaO - SiO_2$ در نمونه های مورد مطالعه (Sezmann and Others, 1981)..... ۱۰۸
- شکل (۱-۵) رابطه مثبت Th در مقابل SiO_2 در نمونه های مورد مطالعه (Chappell and White, 1992)..... ۱۰۸

فهرست شکل ها

- شکل (۵-۱ج) رابطه منفی تغییرات P_2O_5 در مقابل SiO_2 در نمونه های مورد مطالعه (Chappell and White, 1992) ۱۰۸
- شکل (۵-۲) نمودارهای لازم جهت تفکیک گرانیتوئیدهای نوع A, I, S ۱۰۹
- شکل (۵-۲الف) نمودار Na_2O در مقابل K_2O چیل و وایت (Chappell and White, 2001) ۱۰۹
- شکل (۵-۲ب) نمودار SiO_2 در مقابل Rb/Zr (Harris, 1986) ۱۰۹
- شکل (۵-۲ج) نمودار A/CNK در مقابل SiO_2 (Chappell and White, 1983) ۱۰۹
- شکل (۵-۲د) نمودار Zn در مقابل SiO_2 (Collins and Others, 1982) ۱۰۹
- شکل (۵-۲ه) نمودار Ga در مقابل Al_2O_3 (Chappell and White, 1983) ۱۰۹
- شکل (۵-۳) الگوی تکتونیکی ممکن در رابطه با انواع گرانیتوئیدها و محیط تکتونیکی آنها (Castro and Other, 1991) ۱۱۱
- شکل (۵-۴) نمودارهای متمایز کننده محیط های تکتونیکی گرانیتوئید مورد مطالعه (Pearce and Others, 1984) ۱۱۵
- شکل (۵-۴الف) نمودار تغییرات Nb - SiO_2 ۱۱۵
- شکل (۵-۴ب) نمودار متمایز کننده بر اساس (Nb-Y) ۱۱۵
- شکل (۵-۴ج) نمودار متمایز کننده بر اساس Rb - (Y+Nb) ۱۱۵
- شکل (۵-۴د) نمودار متمایز کننده بر اساس Y - SiO_2 ۱۱۵
- شکل (۵-۴ه) نمودار متمایز کننده بر اساس Rb - SiO_2 ۱۱۵
- شکل (۵-۵) نمودارهای الف. $Zr/Al_2O_3 - TiO_2/Al_2O_3$ و ب. Y - Zr ۱۱۶
- شکل (۵-۶) نمودار تغییرات پارامترهای R_1 و R_2 جهت تفکیک محیط زمین ساختی گرانیتوئیدها (Batchelor and Bowden, 1985) ۱۱۷
- شکل (۵-۷) مراحل تدریجی انواع محیط تکتونیکی سنگ های گرانیتوئیدی (Maniar & Picooli, 1989) ۱۱۹
- شکل (۵-۸) نمودارهای متمایز کننده محیط های تکتونیکی گرانیتوئیدهای مورد مطالعه (Maniar & Picooli, 1989) ۱۲۰
- شکل (۵-۹) معرفی منشأ گرانیتوئیدها بر اساس تقسیم بندی باربارین (Barbarin, 1999) ۱۲۳
- شکل (۵-۱۰) قلمرو ترکیبی گدازه های تجربی مشتق از گداخت پلیت ها، متاگریوک ها و آمفیبولیت ها (Patino o Douce A.C (1996), (1998) ۱۲۶
- شکل (۵-۱۱) مدل تشکیل ماگمای مادر واحدهای مافیک و فلسیک ۱۲۸

فهرست شکل ها

شکل (۵-۱۲) مدل تشکیل ماگمای مادر واحدهای مافیک و فلسیک منطقه مورد مطالعه و نشان دادن پدیده (underplating) و ذوب بخشی پروتولیت‌های پوسته قاره‌ای ۱۲۸

فهرست جداول

فصل چهارم: ژئوشیمی

جدول (۱-۴) نتایج آنالیز شیمیایی عناصر اصلی و فرعی به روش XRF و شیمی تر و سنجش عناصر نادر خاکی توسط روش ICP- MS.....	۵۵
جدول (۲-۴) داده های به صد رسانده شده و تفکیک آهن ۲ و ۳ از آهن کل.....	۵۸
جدول (۳-۴) نتایج محاسبه نورماتیو.....	۶۰
جدول (۴-۴) درصد نورماتیو سه پارامتر ارتوز، آلبیت و آتیت.....	۶۲
جدول (۵-۴) مقادیر میلی کاتیون عناصر اصلی انتخابی و پارامترهای R_1 و R_2 نمونه های منطقه مورد مطالعه.....	۶۴
جدول (۶-۴) پارامترهای A,C,N,K و نسبت A/CNK و A/NK در نمونه های مورد مطالعه.....	۶۸
جدول (۷-۴) پارامتر های SI و DI.....	۷۷

فصل پنجم : منشأ و محیط تکتونیکی

جدول (۱-۵) مشخصات گرانیتهای I,A,S از (Kleeman and Twist, 1989).....	۱۰۳
جدول (۲ - ۵) معیارهای صحرائی جهت تفکیک گرانیتهای نوع I و S.....	۱۰۴
جدول (۳- ۵) معیارهای کانی شناسی و پتروگرافی جهت تفکیک گرانیتهای نوع I و S.....	۱۰۵
جدول (۴ - ۵) ویژگی های شیمیایی گرانیتهای نوع I و S.....	۱۰۶
جدول (۵- ۵) ویژگی های عمده انواع گرانیتهای وابسته به محیط های کوهزایی (اوروژنیک)، (Castro and Other, 1991).....	۱۱۲
جدول (۶-۵) خصوصیات شیمیایی گرانیتهای (Barbarin, 1999).....	۱۲۱
جدول (۷-۵) خصوصیات کانی شناسی و پتروگرافی گرانیتهای (Barbarin, 1999).....	۱۲۲
جدول (۸-۵) منشأ و محیط تکتونیکی گرانیتهای (Barbarin, 1999).....	۱۲۳
جدول (۹-۵) تقسیم بندی گرانیتهای براساس محیط تکتونیکی (Blevin, 2004).....	۱۲۴

فصل اول:

کلیات