



پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی-گرایش پترولوژی

عنوان:

پترولوژی سنگهای مافیک و اولترامافیک مجموعه

افیولیتی جنوب قاین، خاور ایران

اساتید راهنما:

دکتر حبیب الله بیابانگرد

دکتر محمد بومری

تحقیق و نگارش:

زهرا کوچکی

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

دی ۱۳۹۲

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان پترولوژی سنگهای مافیک و اولترامافیک مجموعه افیولیتی جنوب قاین، خاور ایران قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد پترولوژی توسط دانشجو زهرا کوچکی با راهنمایی استاد پایان نامه دکتر حبیب الله بیابانگرد تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

زهرا کوچکی

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ توسط هیئت داوران بررسی و درجه به آن تعلق گرفت.

تاریخ

امضاء

نام و نام خانوادگی

استاد راهنما:

استاد راهنما:

استاد مشاور:

داور ۱:

داور ۲:

نماینده تحصیلات تکمیلی:



دانشگاه سیستان و بلوچستان

اصالت اثر

تعهدنامه

اینجانب زهرا کوچکی تعهد می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: زهرا کوچکی

امضاء

تقدیم به:

پدر و مادرم

دو گرانمایه وجود هستی، آیه های لطف و مهربانی

همسر مهربانم

که با فداکاریهای بی دریغ خود تحمل سختیهای بسیار، راه تلاش را بر من، هموار کرد

دخترم

هدیه با ارزش الهی

سپاسگزاری

خدای منان را شاکرم که توفیق قدم گذاردن در مسیر علم و دانش را به من عطا فرمود و در این راه فرشتگان مشعل داری را رهنمون داشت تا در سختیها و مصائبش راهنمایم باشند. شاکرم که به من فرصتی داد تا از محضر اساتید بزرگوار بهره گیرم و گامی هرچند کوچک در گستره بیکران علم و معرفت بردارم. از جناب آقای دکتر حبیب اله بیابانگرداستاد راهنمای فرهیخته و بزرگوارم که اولین روشنی بخش و راهنمای این راه بودند و بدون رهنمودهای ارزنده ایشان، به پایان رساندن این تحقیق ممکن نبود کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم. از نظرات و مشاوره‌های سودمند استادگرامی آقای دکتر محمد بومری در مقام استاد راهنمای دوم ، راهنمای من بودند صمیمانه قدردانی مینمایم. از تمام اساتیدی که در دوران تحصیل در مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد به نحوی افتخار شاگردی در محضرشان را داشتم تشکر را دارم. از کارکنان محترم دانشکده علوم زمین که همکاریهای صمیمانه‌ای را با اینجانب داشته‌اند تشکر مینمایم. از مسئولین محترم آزمایشگاه زمین شناسی به جهت همکاریهای بی شائبه ایشان کمال تشکر و قدردانی را دارم. از دوستان عزیزم که در مراحل انجام این تحقیق کمک و همراه بنده بودند متشکرم. از خانواده بزرگوار و همسرم که علی رغم مشکلات فراوان همیشه همراه من بودند و مرا به تلاش بیشتر توصیه مینمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم. در پایان بار دیگر از کلیه اساتید و دوستانی که در مدت تحصیلم در دانشگاه سیستان و بلوچستان ، مرا با علم و رفتار خود بهره‌مند ساختند، نهایت سپاسگزاری را داشته و برای همه این عزیزان آرزوی سلامتی و سعادت مینمایم .

چکیده:

مجموعه افیولیتی قاین به صورت به هم ریخته و پراکنده در ۲۵ کیلومتری جنوب شهرستان قاین قرار دارد. نقطه نظر تقسیمات زمین شناسی، این مجموعه ها در زون فلیش شرق ایران قرار میگیرند. مهمترین سنگهای این مجموعه شامل گابرو، هارزبورژیت، پیروکسنیت، لرزولیت، سرپانتینیت و بازالت بالشی در کنار خروجی های نظیر آندزیت، داسیت، توفو مجموعه های آذرآواری میباشند. عمده کانیهای سازندهی سنگ های مافیک و اولترامافیک، اولیوین و پیروکسن و کانی های سنگ های خروجی پلاژیوکلاز، پیروکسن و هورنبلند میباشند. بافت غالب این سنگ ها افیتیک، گرانولار، پورفیری، تراکیتی و گلوپورپورفیری میباشند. شواهد پتروگرافی نظیر حاشیهی واکنشی، بافت های غربالی و منطقه بندی به ویژه در درشت بلورهای پلاژیوکلاز و بافتهای جدایشی کلینوپیروکسن داخل ارتوپیروکسن نشان دهنده شرایط غیر تعادلیتشکیل این کانیها است. سنگهای مافیک و اولترامافیک از عناصر نادر خاکی سبک و عناصر لیتوفیل بزرگ یون غنیشدگی و از عناصر نادر خاکی سنگین تهیشدگی نشان میدهند. آنومالی منفی عناصر با شدت میدان بالا نظیر Ti ، Nb و Ta در سنگهای مورد مطالعه وابستگی آنها را به محیطهای اقیانوسی (جزایر اقیانوسی) نشان میدهد. شواهد ژئوشیمیایی مؤید ماهیت تولییتی برای مجموعه مافیک و الترامافیک میباشند. با توجه به شواهد بافتی و نمودارهای ژئوشیمیایی پریدوتیتها به سری پریدوتیتهای انباشتی و متامورفیک (تکتونیت ها) وابستهاند. ماگمای سازندهی سنگ های منطقه مورد مطالعه احتمالاً از ذوب بخشی درجهی پایین یک سنگ منشأ اسپینل لرزولیتی حاصل شده - اند. همچنین سنگهای مافیک و اولترامافیک به دلیل دارا بودن منیزیم زیاد، در محدوده افیولیتهای هارزبورژیتی وابسته به محیطهای سوپراسابداکشن قرار می گیرند. با توجه به موقعیت زمین شناختی، شواهد صحرائی و ژئوشیمیایی شاید بتوان گفت که مجموعه افیولیتی جنوب قاین به رویدادهای وابسته به فرورانش بلوک لوت به زیر بلوک افغان مرتبطو در موقعیت وابسته به زون های سوپراسابداکشن تشکیل شدهاند.

کلمات کلیدی: افیولیت های قاین، پریدوتیت های انباشتی، تولییتی، سوپراسابداکشن.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: کلیات تحقیق

- ۱- مقدمه ۱
- ۲- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه ۲
- ۳- آب و هوای منطقه مورد مطالعه ۳

- ۴- ضرورت و اهداف پژوهش ۳
- ۵- فرضیات پژوهش ۳
- ۶- مروری بر مطالعات پیشین ۳
- ۶-۱- مطالعات خارجی ۴
- ۶-۲- مطالعات داخلی ۵
- ۷- روش پژوهش ۷
- ۸- سازماندهی پایان نامه ۸

فصل دوم: زمین شناسی عمومی

- ۱- مقدمه ۲ ۱۰
- ۲- جایگاه زمین شناسی ایران در نوار چین خورده آلپ - هیمالیا ۱۱
- ۳- تقسیم بندی زون های ساختاری ایران ۱۲
- ۳-۱- حوضه فلیشی خاور ایران ۱۳
- ۳-۱-۱- پراکندگی افیولیت های حوضه فلیشی خاور ایران ۲ ۱۷
- الف- افیولیت های رتوک و نه ۱۸
- ب- افیولیت ملانژهای جنوب بیرجند ۱۹
- ج- افیولیت های جنوب قاین ۱۹
- ۴- زمین شناسی عمومی منطقه ۲۰
- ۴-۱- واحدهای پروتروزیکیکا ۲۰
- ۴-۱-۱- واحدهای نفوذی ۲۰
- ۴-۱-۲- واحدهای دگرگونی ۲۱
- ۴-۲- واحدهای کرتاسه ۲۲
- ۴-۲-۱- واحدهای آمیزه رنگین ۲ ۲۳
- ۴-۲-۲- واحدهای رسوبی ۲۴
- ۴-۳- واحدهای پالتوسن - اتوسن ۲۵
- ۴-۴- واحدهای اولیگو-میوسن ۲۸

۲۸	۴-۵- واحدهای کواترنری
۲۹	۵- زمین شناسی ناحیه ای گسترده مورد مطالعه
۲۹	۵-۱- واحدهای قدیمی تر از کرتاسه
۲۹	الف- واحدهای نفوذی
۳۰	ب- واحدهای دگرگونی
۳۴	۵-۲- واحدهای کرتاسه
۳۴	۵-۲-۱- واحدهای مافیک
۳۴	الف- گابروها
۳۵	ب- بازالت ها
۳۷	۵-۲-۲- مجموعه اولترامافیک
۳۹	۵-۳- واحدهای بعد از کرتاسه
۳۹	۵-۳-۱- واحدهای فلیشی ائوسن
۴۱	۵-۳-۲- واحدهای آندزیتی
۴۲	۵-۳-۳- واحدهای داسیتی
۴۳	۵-۳-۴- واحدهای توفی
۴۴	۵-۳-۵- واحدهای کواترنری ۲

فصل سوم: پتروگرافی

۴۶	۱- مقدمه ۲
۵۲	۲- سنگ های مافیک
۵۳	۳- سنگ های اولترامافیک
۵۳	۳-۱- هارزبورژیت
۵۶	۳-۲- پیروکسنیت
۵۸	۳-۳- لرزولیت
۵۹	۳-۴- سرپانتینیت
۶۱	۴- سنگ های آذرین بیرونی

- ۶۱ ۴-۱-۱- بازالت ها های توده آفی.....
- ۶۱ ۴-۱-۲- بازالت های بالشتکی.....
- ۶۷ ۴-۲- آندزیت ها.....
- ۷۱ ۴-۳- داسیت ها.....
- ۷۳ ۴-۵- دیوریت ها.....
- ۷۵ ۴-۶- توف ها.....
- ۷۸ ۴-۷- مجموعه های دگرگونی.....
- ۷۹ ۴-۸- گرانیت های میلیونیتی شده.....
- ۸۰ ۴-۹- آمفیبولیت ها.....
- ۸۲ ۳-۱۰- ویژگی های کانی شناسی و بافتی سنگ های منطقه مورد مطالعه

فصل چهارم: ژئوشیمی

- ۸۶ ۴-۱- مقدمه.....
- ۸۸ ۴-۲- منابع بروزخطا درطی آماده سازی و تجزیه شیمیایی نمونهها.....
- ۸۸ ۴-۳- آماده سازی و تصحیح نتایج تجزیه شیمیایی.....
- ۸۹ ۴-۴- کاربرد نتایج تجزیه ی شیمیایی عناصر اصلی در طبقه بندی سنگ های مورد مطالعه.....
- ۹۲ ۴-۵- ژئوشیمی سنگ های اولترابازیک.....
- ۹۲ ۴-۵-۱- بررسی تغییر و تحولات ژئوشیمیایی سنگ ها به کمک نمودارهای تغییرانگ.....
- ۹۳ ۴-۵-۱-۱- نمودارهای تغییرات درصد اکسید- درصد MgO (نمودارهای فنر، ۱۹۴۸).....
- ۹۷ ۴-۵-۱-۲- بررسی تغییرات برخی عناصر فرعی در مقابل MgO
- ۱۰۲ ۴-۵-۱-۳- نمودارهای تغییرات عناصر سازگار و ناسازگار در مقابل یکدیگر.....
- ۱۰۳ الف- نمودار تغییرات عناصر ناسازگار در مقابل یکدیگر.....
- ۱۰۳ ب- نمودار تغییرات عناصر ناسازگار در مقابل عناصر سازگار.....
- ۱۰۵ ۴-۵-۲- عدد منیزی می در نمودارهای اولترامافیگ.....
- ۱۰۹ ۴-۵-۳- نمودارهای چند عنصری بهنجار شده (نمودارهای عنکبوتی).....
- ۱۰۹ الف- نمودارهای عنکبوتی بهنجار شده به کندریت.....

- ب- نمودارهای عنکبوتی بهنجار شده به گوشته اولیه ۱۱۱
- ج- نمودارهای عنکبوتی بهنجار شده به مُورب (MORB) ۱۱۲
- ۶- تعیین سری ماگمایی سنگ های اولترامافیک ۱۱۴
- ۷- ژئوشیمی سنگ های خروجی ۱۱۸
- ۷-۱- نامگذاری سنگهای آذرین بر مبنای ترکیب شیمیایی ۱۱۸
- ۸- نمودار عنکبوتی داسیت ها بهنجار شده به میانگین پوسته ۱۲۰

فصل پنجم: پتروژنز

- ۱- مقدمه ۱۲۳
- ۵-۲- تقسیم بندی پریدوتیت ها ۱۲۴
- ۳- وابستگی تکتونیکی سنگهای مافیک و اولترامافیک ۱۲۵
- ۴- طبقه بندی منشاء پریدوتیت های منطقه مورد مطالعه ۱۲۸
- ۵-۵- طبقه بندی تکتونیکی پریدوتیت ها ۱۲۹
- ۵-۶- شواهدی مبنی بر تبلور و ذوب بخشی پریدوتیت های مورد مطالعه ۱۳۳
- ۵-۷- بررسی نقش آرایش پوسته ای در تحول ماگماهای سازنده سنگ های مورد مطالعه ۱۳۴
- ۸- تعیین محل منشأ سنگهای مورد مطالعه ۱۳۸
- ۹- تعیین عمق ذوب بخشی محل منشأ ماگما ۱۴۰
- ۵-۱۰- تعیین عمق ذوب بخشی ناحیه منشأ ۱۴۱
- ۱۱- تعیین ترکیب، درجه ذوب بخشی و عمق محل منشأ ماگما ۱۴۲

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱- مطالعات میکروسکوپی و موقعیت نمونه های مافیک و اولترامافیک	۴۸
جدول ۴-۱- مشخصات و مختصات جغرافیایی نمونههای سنگی منتخب جهت تجزیه شیمیایی	۸۷
جدول ۴-۲- نتایج تجزیه شیمیایی اکسیدهای عناصر اصلی (wt%) برای نمونههای مورد مطالعه	۸۹
جدول ۴-۳- نتایج تجزیههای شیمیایی عناصر کمیاب و کمیاب خاکی نمونههای مورد مطالعه	۹۰
جدول ۵-۱- مقایسه پریدوتیت های منطقه مورد مطالعه با پریدوتیت های سایر مناطق	۱۴۳

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۲	شکل ۱-۱- الف- تقسیمات استانی ایران،.....
۲	شکل ۱-۱- ب- تقسیمات استانی خراسان جنوبی.....
۲	شکل ۱-۱- ج- موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی منطقه مورد مطالعه در اطلس راههای ایران.....
۱۴	شکل ۱-۲- جایگاه زمین شناسی ایران در نوار چین خورده آلپ-همالیا(اقتباس از آفانباتی، ۱۳۸۳).....

- شکل ۲-۲- تقسیم بندی واحدهای ساختاری ایران (اشتوکلین و نبوی، ۱۹۷۳)..... ۱۲
- شکل ۳-۲- تکامل تکتونیکی زون جوش خورده سیستان (تیروول و همکاران، ۱۹۸۳)..... ۱۳
- شکل ۴-۲- الف- موقعیت زمین درز سیستان و دو مجموعه افیولیتی (رتوک- نه) (تیروول و همکاران، ۱۹۸۳)..... ۱۸
- شکل ۴-۲- ب- حدود تقریبی مجموعه های افیولیتی جنوب بیرجند، قاین و نهبندان..... ۱۸
- شکل ۷-۲- گرانیت های هوازده در شمال باختری مجموعه های افیولیتی جنوب قاین، کوه زال..... ۲۱
- شکل ۸-۲- میکاشیست های باختر مجموعه های افیولیتی جنوب قاین در ناحیه کوه زال..... ۲۲
- شکل ۹-۲- مجموعه های گنایسی باختر مجموعه افیولیتی جنوب قاین در ناحیه کوه زال..... ۲۲
- شکل ۱۰-۲- مجموعه های مافیک در مجموعه های افیولیتی جنوب قاین..... ۲۴
- شکل ۱۱-۲- مجموعه های اولترامافیک در مجموعه های افیولیتی جنوب قاین..... ۲۴
- شکل ۱۲-۲- نمایی از ماسه سنگهای چین خورده در واحد فلیشی ائوسن در اغلب نقاط منطقه مورد مطالعه..... ۲۶
- شکل ۱۳-۲- شیل های قرمز دگرسان شده در غرب مجموعه افیولیتی جنوب قاین..... ۲۶
- شکل ۱۴-۲- مرز بین واحد های شیلی چین خورده ائوسن و مجموعه های افیولیتی جنوب قاین..... ۲۷
- شکل ۱۵-۲- مجموعه های کنگلومرایی با قطعات نسبتاً درشت از جنس ماسه سنگی، قطعات آتشفشانی و توف..... ۲۷
- شکل ۱۶-۲- مجموعه های آبرفتی اطراف منطقه مورد مطالعه..... ۲۸
- شکل ۱۷-۲- نمایی از مجموعه گرانیت های میلیونیتی شده در باختر مجموعه افیولیتی جنوب قاین..... ۳۰
- شکل ۱۸-۲- نمایی از مرز بین واحدهای گرانیئوئیدی و دگرگونی در منطقه مورد مطالعه..... ۳۰
- شکل ۱۹-۲- مجموعه گرانیت - گنایس در باختر مجموعه افیولیتی جنوب قاین..... ۳۱
- شکل ۲۰-۲- میکاشیست ها در باختر مجموعه افیولیتی جنوب قاین..... ۳۲
- شکل ۲۱-۲- روند خاوری - باختری میکاشیست ها و آهک های دگرگون شده در باختر منطقه مورد مطالعه..... ۳۲
- شکل ۲۲-۲- نمای از مجموعه اسلیت های شکسته شده در باختر مجموعه افیولیتی جنوب قاین..... ۳۳
- شکل ۲۳-۲- نمایی از ماسه سنگ های دگرگون شده منطقه مورد مطالعه..... ۳۳
- شکل ۲۴-۲- قسمتی از مجموعه گابرویی دگرسان شده در مجموعه افیولیتی جنوب قاین..... ۳۵
- شکل ۲۵-۲- نمایی از مجموعه بازالتی با بافت توده ای در مجموعه افیولیتی جنوب قاین..... ۳۶
- شکل ۲۶-۲- گدازه های بالشی با ترکیب بازالتی به صورت کروی شکل..... ۳۶
- شکل ۲۷-۲- نمایی از بازالت های اسپلیتی شده در مجموعه های افیولیتی جنوب قاین..... ۳۷

- شکل ۲-۲۸- نمایی از مجموعه های اولترامافیک جنوب تا باختری مجموعه افیولیتی جنوب قاین..... ۳۸
- شکل ۲-۲۹- دایک های دیوریتی که مجموعه های اولترامافیک را قطع کرده اند..... ۳۸
- شکل ۲-۳۰- نمایی از مجموعه واحدهای اولترامافیک سرپانتینیتی شده در مجموعه افیولیتی جنوب قاین ۳۹
- شکل ۲-۳۰- ماسه سنگ های چین خورده در منطقه مورد مطالعه ۴۰
- شکل ۲-۳۱- کنگلومرای پلی میکتایت با قطعات آتشفشانی، اندازه اکثر قطعات بیشتر از ۲ میلیمتری باشد..... ۴۱
- شکل ۲-۳۳- مرز گسلی بین واحد های آتشفشانی و واحد های فلیشی ۴۱
- شکل ۲-۳۴- روانه های آندزیتی در منطقه مورد مطالعه ۴۲
- شکل ۲-۳۵- نمایی از سنگ های داسیتی در منطقه مورد مطالعه ۴۳
- شکل ۲-۳۶- نمایی از مجموعه های توفی در منطقه مورد مطالعه ۴۴
- شکل ۳-۱- موقعیت سنگهای آذرین خروجی و نفوذی در نمودار اشتریکایزن، ۱۹۷۴..... ۴۹
- شکل ۳-۲- موقعیت سنگهای اولترامافیک در نمودار اشتریکایزن، ۱۹۷۴ ۴۹
- شکل ۳-۳- نمونه دستی از گابروهای موجود در افیولیت های مورد مطالعه،..... ۵۲
- شکل ۳-۴- (الف) بلورهای پیروکسن و سرپانتین در گابروهای میلونیتی شده،..... ۵۳
- شکل ۳-۴- (ب) بلورهای کوچک و فراوان پیروکسن که توسط کلسیت جانشین شده اند..... ۵۳
- شکل ۳-۵- نمونه دستی از سنگهای هارزبورژیتی که می توان بلورهای پیروکسن و اولیوین را در آن مشاهده کرد..... ۵۴
- شکل ۳-۶- (الف) ادخال های کلینوپیروکسن درون ارتوپیروکسن در هارزبورژیت های منطقه مورد مطالعه ۵۵
- شکل ۳-۶- (ب) بافت جدایشی کلینوپیروکسن درون ارتوپیروکسن در هارزبورژیت های منطقه مورد مطالعه ۵۵
- شکل ۳-۶- (ج) بلورهای خرد شده و دانه ای اولیوین در هارزبورژیت های منطقه مورد مطالعه ۵۵
- شکل ۳-۶- (د) درشت بلور ارتوپیروکسن و بافت خلیجی تشکیل شده در حاشیه آن در هارزبورژیت های منطقه ۵۵
- شکل ۳-۷- نمونه دستی پیروکسنیت ها ی، منطقه همراه درشت بلورهای ارتوپیروکسن ۵۶
- شکل ۳-۸- (الف) ادخال های کلینو پیروکسن داخل درشت بلور ارتوپیروکسن در پیروکسنیت های منطقه ۵۷
- شکل ۳-۸- (ب) درشت بلورهای ارتوپیروکسن و کلینوپیروکسن همراه با بافت گرانولار در پیروکسنیت های منطقه ۵۷
- شکل ۳-۸- (ج) تیغه های جدایشی کلینوپیروکسن درون ارتوپیروکسن در پیروکسنیت های منطقه ۵۷
- شکل ۳-۸- (د) بلورهای خرد شده و بی شکل اولیوین همراه درشت بلور ارتوپیروکسن در پیروکسنیت های منطقه ۵۷
- شکل ۳-۹- نمونه دستی از لرزولیت های منطقه که درشت بلورهای پیروکسن را در آن می توان مشاهده کرد..... ۵۸

- شکل ۳-۱۰- الف) بلورهای خُرد شده و بی شکل اولیوین در لرزولیت های منطقه مورد مطالعه ۵۹
- شکل ۳-۱۰- ب) درشت بلورهای ارتوپیروکسن و کلینوپیروکسن در لرزولیت های منطقه مورد مطالعه ۵۹
- شکل ۳-۱۰- ج) ادخال هایی از بلورهای کلینوپیروکسن درون درشت بلور ارتوپیروکسن در لرزولیت های ۵۹
- شکل ۳-۱۰- د) بلورهای کلینوپیروکسن همراه بلورهای خُرد شده اولیوین و درشت بلور ارتوپیرکسن ۵۹
- شکل ۳-۱۱- نمونه دستی از سرپانتینیت های منطقه ۶۰
- شکل ۳-۱۲- الف) بافت مشبک همراه بلور گرد شده اولیوین در سرپانتینیت ها منطقه مورد مطالعه ۶۱
- شکل ۳-۱۲- ب) بلورهای خُرد شده و دانه ریز اولیوین همراه با درشت بلور ارتوپیروکسن سرپانتینیتی شده ۶۱
- شکل ۳-۱۳) نمونه دستی از بازالت های منطقه ۶۲
- شکل ۳-۱۴- الف) درشت بلورها و میکروولیت های پلاژیوکلاز ، بافت میکروولیت پورفیری در بازالت های منطقه ۶۴
- شکل ۳-۱۴- ب) بلورهای درشت پلاژیوکلاز با بافت پورفیری همراه با ماکل پلی سنتیک ۶۴
- شکل ۳-۱۴- ج) درشت بلور پلاژیوکلاز با بافت غربالی و میکروولیت های پلاژیوکلاز در بازالت های منطقه ۶۴
- شکل ۳-۱۴- د) درشت بلور های پلاژیوکلاز با ماکل و منطقه بندی ۶۴
- شکل ۳-۱۴- ه) بلورهای درشت و شکل دار پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتیک در بازالت های منطقه مورد مطالعه ۶۴
- شکل ۳-۱۴- و) انحلال و منطقه بندی در درشت بلورهای پلاژیوکلاز در بازالت های منطقه مورد مطالعه ۶۴
- شکل ۳-۱۵- الف) تجمع بلورهای پلاژیوکلاز و ایجاد شدن بافت گلومروپورفیری در بازالت های منطقه ۶۵
- شکل ۳-۱۵- ب) درشت بلورهای پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتیک و بافت منطقه ای در بازالت های منطقه ۶۵
- شکل ۳-۱۵- ج) پرشدگی پلاژیوکلاز ها توسط کانی های ثانویه به ویژه کلسیت همراه میکروولیت های پلاژیوکلاز ۶۵
- شکل ۳-۱۵- د) بلورهای شکلدار پیروکسن همراه با درشت بلورهای تیغه ای شکل پلاژیوکلاز ۶۵
- شکل ۳-۱۵- و) حضور کوارتز و کلسیت ثانویه، بلورهای کوارتز درون شکستگی های ۶۵
- شکل ۳-۱۵- ه) درشت بلورهای پلاژیوکلاز با ماکل، حضور کانی های ثانویه ۶۵
- شکل ۳-۱۶- نمونه دستی از بازالت های بالشی همراه با بافت دانه ای و حاشیه های سریع سرد شده ۶۶
- شکل ۳-۱۷- الف) بافت شعاعی و اینترگرانولار همراه بلورهای پلاژیوکلاز و پیروکسن در بازالت های بالشی ۶۷
- شکل ۳-۱۷- ب) درشت بلورهای پلاژیوکلاز و پیروکسن هایی که در بین آنها قرار گرفته اند ۶۷
- شکل ۳-۱۸) نمونه دستی آندزیت های منطقه مورد مطالعه همراه با درشت بلورهای پلاژیوکلاز ۶۸
- شکل ۳-۱۹- الف) درشت بلورهای پلاژیوکلاز با ماکل های پلی سنتیک همراه کوارتزهای دانه ریز در آندزیت ها ۷۰

- شکل ۳-۱۹ ب) درشت بلورهای ماکله و ریزبلورهای (میکروولیت) جهت یافته در آندزیت های منطقه مورد مطالعه ۷۰
- شکل ۳-۱۹ ج) انحلال و منطقه بندی در درشت بلورهای پلاژیوکلاز ۷۰
- شکل ۳-۱۹ د) بافت غربالی در پلاژیوکلازها همراه کانی های کدر پراکنده در آندزیت های منطقه مورد مطالعه ۷۰
- شکل ۳-۱۹ ه) درشت بلورهای پلاژیوکلاز با ادخال های کلریت در آندزیت های منطقه مورد مطالعه ۷۰
- شکل ۳-۱۹ و) درشت بلورهای هورنبلند و بافت گلوپروپورفیری در آندزیت های منطقه مورد مطالعه ۷۰
- شکل ۳-۲۰ الف) بلورهای خرد شده پیروکسن، درشت بلورهای ماکله و سرسیتی شده ۷۱
- شکل ۳-۲۰ ب) قالب پلاژیوکلاز که توسط اپیدوت جایگزین شده در آندزیت های منطقه مورد مطالعه ۷۱
- شکل ۳-۲۰ ه) درشت بلور ماکله پلاژیوکلاز در آندزیت های منطقه مورد مطالعه ۷۱
- شکل ۳-۲۰ ج) درشت بلور انحلال یافته پلاژیوکلاز با بافت غربالی در آندزیت های منطقه مورد مطالعه ۷۱
- شکل ۳-۲۱) نمونه دستی از داسیت های منطقه مورد مطالعه همراه با درشت بلورهای پلاژیوکلاز ۷۱
- شکل ۳-۲۲ الف) شکستگی پلاژیوکلاز که توسط کوارتز به طور ثانویه پر شده در داسیت ها ۷۳
- شکل ۳-۲۲ ب) هورنبلند های سوخته و بافت برشی در داسیت های منطقه مورد مطالعه ۷۳
- شکل ۳-۲۳) نمونه دستی از دیوریت های منطقه که دارای بلورهای پلاژیوکلاز قابل رویت می باشند ۷۳
- شکل ۳-۲۴ الف) درشت بلورهای پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتیک همراه با کلریت در دیوریت های منطقه ۷۴
- شکل ۳-۲۴ ب) بافت اینترگرانولار موجود در دیوریت همراه با رگه های کلسیتی در دیوریت های منطقه ۷۴
- شکل ۳-۲۵) نمونه دستی از توف های منطقه مورد مطالعه همراه با درشت بلورهای پلاژیوکلاز و قطعات لیتیک ۷۵
- شکل ۳-۲۶ الف) درشت بلورهای ماکل دار پلاژیوکلاز و ریزبلورهای (میکروولیت) جهت یافته اطراف آنها ۷۷
- شکل ۳-۲۶ ب) درشت بلور پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتیک در توف های منطقه مورد مطالعه ۷۷
- شکل ۳-۲۶ ج) شکستگی های پلاژیوکلاز ها که به طور ثانویه توسط کلسیت پر شده اند ۷۷
- شکل ۳-۲۶ د) قالب درشت بلور پلاژیوکلاز بر جای مانده در توف های منطقه ۷۷
- شکل ۳-۲۶ ه) درشت بلور پلاژیوکلاز همراه با قالب های کلسیتی شده آن در توف ها ۷۷
- شکل ۳-۲۶ ی) بلورهای بی شکل هورنبلند همراه با درشت بلورهای ماکله پلاژیوکلاز ۷۷
- شکل ۳-۲۶ ن) حفرات پر شده توسط کلریت های ثانویه در توف های منطقه مورد مطالعه ۷۷
- شکل ۳-۲۷) از گنیس ها در نمونه دستی با ساخت جهت یافته ۷۸
- شکل ۳-۲۸ الف) لایه های تیره و روشن و بافت جهت یافته در گنیس های منطقه ۷۹

- شکل ۳-۲۸-ب) پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتتیک همراه بیوتیت های کلریتی شده و دانه های بی شکل کوارتز ۷۹
- شکل ۳-۲۹-نمونه دستی گرانیتهای میلونیتی شده با بافت گرانولار ۷۹
- شکل ۳-۳۰-الف) کوارتزهای اولیه و ثانویه و بافت گلوپوروفیری آنها همراه با دانه های ریز اپیدوت در گرانیته ۸۰
- شکل ۳-۳۰-ب) درشت بلور پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتتیک همراه با کوارتزهای زمینه ۸۰
- شکل ۳-۳۰-ج) پلاژیوکلاز اپیدوتیتی همراه دانه های کوارتز در گرانیتهای میلونیتی شده ۸۰
- شکل ۳-۳۰-د) بافت کاتاکلاستیک همراه درشت بلور پلاژیوکلاز سریسیته شده، در گرانیتهای میلونیتی شده ۸۰
- شکل ۳-۳۱-نمونه دستی از آمفیبولیت های منطقه مورد مطالعه ۸۱
- شکل ۳-۳۲-الف) درشت بلور پلاژیوکلاز و هورنبلند با بافت گلوپوروفیری در آمفیبولیت های ۸۲
- شکل ۳-۳۲-ب) پلاژیوکلازهای دگرسان شده در آمفیبولیت های منطقه مورد مطالعه ۸۲
- شکل ۴-۱-روند تغییرات درصد اکسید-درصد MgO (فتر، ۱۹۴۸) ۹۷
- شکل ۴-۲-نمودار تغییرات عناصر فرعی در مقابل اکسید منیزیم ۱۰۲
- شکل ۴-۳-نمودار تغییرات عناصر سازگار و ناسازگار در مقابل یکدیگر ۱۰۵
- شکل ۴-۴-الف-نمودار CaO/Al_2O_3 در برابر عدد منیزیمی برای نمونه های اولترامافیک ۱۰۸
- شکل ۴-۴-ب-موقعیت نمونه ها در نمودار اکسید آلومینیوم نسبت به عدد منیزیمی ۱۰۸
- شکل ۴-۴-ج-موقعیت نمونه ها در نمودار اکسید آلومینیوم نسبت به عدد منیزیمی ۱۰۸
- شکل ۴-۴-د-موقعیت نمونه ها در نمودار کروم نسبت به عدد منیزیمی ۱۰۸
- شکل ۴-۴-ه-موقعیت نمونه ها در نمودار اسکاندیوم نسبت به عدد منیزیمی ۱۰۸
- شکل ۴-۵-الف-نمودار بهنجار شده تغییرات عناصر کمیاب و فرعی نمونه ها نسبت به کندریت (تامپسون، ۱۹۸۲) . ۱۱۴
- شکل ۴-۵-ب-نمودار بهنجار شده تغییرات عناصر فرعی سنگهای مورد مطالعه به گوشته اولیه ۱۱۴
- شکل ۴-۵-ج-نمودار بهنجار شده تغییرات عناصر فرعی سنگهای مورد مطالعه به موب (MORB) ۱۱۴
- شکل ۴-۶-نمودار تفکیک سنگهای آذرین کالک آلکان از تولیتی با استفاده از نمودار AFM ۱۱۶
- شکل ۴-۷-موقعیت سنگ های مختلف در نمودار $MgO-Al_2O_3-CaO$ (Coleman, 1977) ۱۱۶
- شکل ۴-۸-موقعیت نمونه های الترامافیک در نمودار $MgO-FeO-Na_2O+K_2O$ (Coleman, 1977) ۱۱۷
- شکل ۴-۹-موقعیت نمونه های الترامافیک در نمودار $FeO^*/(FeO^*+MgO)$ در برابر Al_2O_3 ۱۱۷
- شکل ۴-۱۰-موقعیت نمونه های مورد مطالعه در نمودار TAS (لی باس و همکاران، ۱۹۸۶) ۱۱۹

- شکل ۴-۱۱- موقعیت سنگهای منطقه در نمودار وینچستر و فلویید (۱۹۷۷)..... ۱۲۰
- شکل ۴-۱۲- نمودار بهنجار شده عناصر فرعی و کمیاب به میانگین پوسته (Weaver and Tamey, 1984)..... ۱۲۱
- شکل ۵-۱- ترکیب سنگ کل پریدوتیت‌های منطقه Al_2O_3/SiO_2 در مقابل MgO/SiO_2 ۱۲۷
- شکل ۵-۲- اکسید کلسیم در مقابل اکسید آلومینیم برای پریدوتیت‌های منطقه مورد مطالعه..... ۱۲۸
- شکل ۵-۳- مقایسه افیولیت‌های قاین با انواع لرزولیتی و هارزبورژیته (نیکولاس، ۱۹۸۰)..... ۱۲۹
- شکل ۵-۴- موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه بر روی نمودار تمایز تکتونیکی $Th-Hf/3-Ta$ ۱۳۰
- شکل ۵-۵- موقعیت سنگهای مورد مطالعه در نمودار تمایز تکتونیکی $Th-Zr-Nb$ (وود، ۱۹۸۰)..... ۱۳۱
- شکل ۵-۶- موقعیت نمونه‌های بازیک در نمودار تمایز تکتونیکی $Ti-V$ (شروه، ۱۹۸۲)..... ۱۳۱
- شکل ۵-۷- موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه در نمودار (بارکر، ۱۹۷۹)..... ۱۳۲
- شکل ۵-۸- نمودار Ce/Zr در مقابل Ba/Zr برای نمونه‌های منطقه مورد مطالعه..... ۱۳۳
- شکل ۵-۹- نمودار Yb در مقابل Sc و V برای ترکیب کل سنگ پریدوتیت‌ها و پیروکسنیت‌های منطقه..... ۱۳۳
- شکل ۵-۱۰- موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه در نمودار SiO_2 در مقابل Ni, Th (ویلسون، ۱۹۸۹)..... ۱۳۵
- شکل ۵-۱۱- موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه در نمودار MgO در مقابل Ce/Pb (فارمن، ۲۰۰۷)..... ۱۳۶
- شکل ۵-۱۲- موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه در نمودار Zr/Sm در مقابل SiO_2 (وانگ و همکاران، ۲۰۰۸)..... ۱۳۷
- شکل ۵-۱۳- الف- موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه بر روی نمودارهای La/Sm در مقابل Sm/Yb ۱۳۸
- شکل ۵-۱۳- ب- نمودار La/Nb در مقابل La/Sm (یان و ژائو، ۲۰۰۸)..... ۱۳۸
- شکل ۵-۱۴- الف- نمودار نسبت Sm/Yb در مقابل La/Yb (جانسون و همکاران، ۱۹۹۰)..... ۱۴۰
- شکل ۵-۱۴- ب- نمودار نسبت (Sm/Yb) در مقابل (Ce/Yb) (نمودار پایه از کرینیتز و همکاران، ۲۰۰۶)..... ۱۴۰
- شکل ۵-۱۵- الف- نمودار تغییرات نسبت Ce در مقابل Ce/Yb (الام، ۱۹۹۱)..... ۱۴۱
- شکل ۵-۱۵- ب- نمودار میانگین تمرکز عناصر Yb, Sm و Ce (الام، ۱۹۹۱)..... ۱۴۱
- شکل ۵-۱۶- موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه در نمودار SiO_2 در مقابل FeO ۱۴۲
- شکل ۵-۱۷- نمودار نسبت Sm/Yb در مقابل Ce/Sm (کوبان و همکاران، ۲۰۰۷)..... ۱۴۳
- شکل ۵-۱۸- الف- نمودار تغییرات Zr در مقابل Nb (بر اساس داده‌های سان و مکدونوف، ۱۹۸۹)..... ۱۴۳
- شکل ۵-۱۸- ب- نمودار تغییرات Zr در مقابل Y (سان و مک دونوف، ۱۹۸۹)..... ۱۴۳

فهرست علائم

نشانه	علامت
زون سوپرا سابدکشن	SSZ
بازالت های پشته میان اقیانوسی	MORB

تولئیت جزایر قوسی	LAT
بازالت درون صفحه ای	WPB
اولیوین	Ol
اورتوپیروکسن	Opx
کلینوپیروکسن	Cpx
پیروکسن	Px
سرپانتین	Serp
پلاژیوکلاز	Plg
فلدسپات آلکالن	Kfs
اکسید آهن	O-Fe
کلریت	Cl
کربنات	Carb
هورنبلند	Hb
آمفیبول	Amp
بیوتیت	Bio
کوارتز	Qz
عددمنیزیمی	Mg#
آهن کل	Feo*