

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی

پترولوژی افیولیت بیاضه (جنوب خور – استان اصفهان)

استاد راهنما:

دکتر قدرت ترابی

پژوهشگر:

نرگس نصحیان

خرداد ماه ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی

خانم نرگس نصوحیان تحت عنوان

پترولوژی افیولیت بیاضه (جنوب خور - استان اصفهان)

در تاریخ ۱۳۹۱/۳/۳۰ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی - به تصویب نهایی رسید.

امضا

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر قدرت ترابی با مرتبه ی علمی دانشیار

امضا

۲- استاد داور داخل گروه دکتر موسی نقره ثیان با مرتبه ی علمی استاد

امضا

۳- استاد داور خارج از گروه دکتر محمد رضا ایران نژادی با مرتبه ی علمی استادیار

امضای مدیر گروه



تشکر و قدردانی

سپاس نامتناهی خود را تقدیم خداوندی می‌نمایم که زندگی، خوشبختی و امید به آینده را به من هدیه داده است. تشکر کمترین قدردانی است از پدر بزرگوارم، مادر مهربانم و برادر عزیزم به عنوان بهترین دوستان زندگی ام و یاری دهندگان همیشگی ام که آرامش، امنیت و محبت را به من ارزانی کرده‌اند.

از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر قدرت ترابی که الفبای زمین‌شناسی را به من آموختند و شوق به پژوهش و علاقه به یادگیری را در من چندین برابر نمودند همیشه سپاسگزارم. همچنین از زحمات، حمایت‌ها و راهنمایی‌های ایشان در به ثمر رسیدن این پایان‌نامه صمیمانه تشکر می‌نمایم.

از کلیه اساتید محترم گروه زمین‌شناسی دانشگاه اصفهان به خصوص اساتید ارجمندم در گرایش پترولوژی آقایان دکتر موسی نقره‌ئیان، دکتر محمود خلیلی، دکتر قدرت ترابی، دکتر سید محسن طباطبایی منش، دکتر مرتضی شریفی و دکتر محمدعلی مکی‌زاده که افتخار بنده شاگردی این بزرگواران است، سپاسگزاری می‌کنم.

از مدیر محترم گروه زمین‌شناسی دانشگاه اصفهان جناب آقای دکتر امراله صفری تشکر می‌نمایم.

از کلیه کارمندان محترم گروه زمین‌شناسی دانشگاه اصفهان سپاسگزاری می‌کنم.

از تمامی دوستان ارجمندم که خاطرات، محبت‌ها و همراهی‌های آنان را هرگز فراموش نکرده و نخواهم کرد تشکر می‌نمایم و برای همگان سلامتی، خوشبختی و موفقیت از خداوند بزرگ آرزو مندم.

هیچ کس نمی‌تواند چیزی را بر شما معلوم کند

مگر آنچه را پیشاپیش در سپیده دم دانایی تان، نیمه خفته آرمیده است.

آموزگاری که در سایه سار معبد گام بر می‌دارد....

هرگز از شما نمی‌خواهد که به خانه خرد او درآید

بلکه شما را به آستانه‌ی معرفت خودتان راهبری می‌کند (جبران خلیل جبران).

تقدیم به

خرد قاره شرق - ایران مرکزی

چکیده

افیولیت بیاضه با سن احتمالی پالئوزوئیک یکی از افیولیت های موجود در بخش غربی خرد قاره شرق- ایران مرکزی است. این افیولیت در حاشیه شرقی بلوک یزد قرار دارد و در امتداد گسل بیاضه رخنمون یافته است. در بررسی های صحرایی این افیولیت شامل پریدوتیت های سرپانتینی شده، متاگابرو، دایک های اولترابازیک دگرگون شده، متاپیکریت، سرپانتینیت و متالیستونیت می باشد که توسط مرمر، شیست و ماسه سنگ های دگرگون شده پوشیده شده است. بررسی های کانی شناسی نشان می دهد که واحدهای سنگی تشکیل دهنده این افیولیت متحمل یک دگرگونی پیشرونده در شرایط دما- فشار رخساره شیست سبز تا بخش های پایینی رخساره آمفیولیت گردیده اند.

متاگابروهای افیولیت بیاضه از کانی های اصلی پلاژیوکلاز (لابرادوریت، آلبیت) و آمفیبول (هورنبلند شرمایکتی، هورنبلند ترمولیتی و اکتینولیت) و کانی های فرعی اپیدوت، کلریت، اوپاک (مگنتیت)، کلسیت، کوارتز و اسفن تشکیل شده اند. بافت های غالب در این سنگ ها گرانوبلاستیک، نامتوبلاستیک و پوئی کیلوبلاستیک است. براساس مطالعات ژئوشیمیایی، ماگمای اولیه این متاگابروها تولییتی با مقادیر پایین پتاسیم است. مقادیر بالای LILE و LREE و مقادیر پایین HFSE در این سنگ ها به نقش منبع گوشته لیتوسفری و تاثیر سیالات مشتق شده از اسلب فرورونده در تشکیل آن ها اشاره می نماید.

بررسی ژئوشیمیایی متاپیکریت های بیاضه نشان دهنده مقادیر بالای MgO (۲۵/۸ تا ۲۸/۰ wt%) و مقادیر پایین SiO_2 (۳۷/۵ تا ۳۹/۴ wt%) است که ماهیت اولترامافیک آن ها را آشکار می نماید. غنی شدگی از HFSE و LREE همراه با مقادیر بالای $Mg\#$ و Ni در این سنگ ها حاکی از غنی شدگی متاسوماتیکی منبع گوشته ای آن ها است. غنی شدگی متاسوماتیکی این منبع گوشته ای می تواند به وسیله سیالات مرتبط با فرورانش پالئوتتیس ایجاد شده باشد. مشخصات ژئوشیمیایی متاپیکریت های افیولیت بیاضه نشان می دهد که این سنگ ها از حدود ۴۰٪ ذوب بخشی یک اسپینل لرزولیت پاراگازیت دار گوشته استنوسفری ایجاد شده اند.

سرپانتینیت های افیولیت بیاضه از توسعه فرایند سرپانتینی شدن در پریدوتیت های این افیولیت ایجاد شده اند. بررسی های کانی شناسی نشان می دهد که رخداد دگرگونی ناحیه ای در لیستونیت های بیاضه، موجب تبدیل لیستونیت های کربناته به متالیستونیت های کربناته (مرمرهای دولومیتی) و لیستونیت های سیلیسی- کربناته با سرپانتین فراوان به متالیستونیت های دارای ترمولیت و اکتینولیت شده است.

بررسی شیمی کروم اسپینل های موجود در سرپانتینیت های افیولیت بیاضه تعلق آن ها را به پریدوتیت های گوشته تهی شده افیولیتی نشان می دهد. میزان $Cr\#$ کروم اسپینل ها (۰/۶۰۶ تا ۰/۶۷۶)، مقادیر قابل توجه بستیت در سرپانتینیت ها و وجود متاپیکریت در بررسی های صحرایی حاکی از این است که هارزبورژیت پریدوتیت غالب گوشته در افیولیت بیاضه است. همه این ویژگی ها نشان می دهند که افیولیت بیاضه شبیه به افیولیت های HOT مرتبط با مناطق بالای زون فرورانش (SSZ) می باشد.

واژه های کلیدی: افیولیت، هارزبورژیت، متاگابرو، متاپیکریت، کروم اسپینل، متالیستونیت، ایران مرکزی، بیاضه.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: کلیات

۱ - مقدمه	۱
۱ - ۱ - موضوع و هدف پژوهش	۲
۱ - ۲ - اهمیت و کاربرد نتایج پژوهش	۲
۱ - ۳ - ویژگی های جغرافیایی	۳
۱ - ۴ - ژئومورفولوژی منطقه	۳
۱ - ۵ - پتانسیل معدنی منطقه	۴
۱ - ۶ - موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی به منطقه	۴
۱ - ۷ - مطالعات پیشینیان	۶
۱ - ۸ - شیوه پژوهش	۸

فصل دوم: افیولیت

- مقدمه	۱۰
۲ - ۱ - افیولیت	۱۱
۲ - ۲ - سنگ های دگرگون شده موجود در مجموعه های افیولیتی	۱۴
۲ - ۳ - تقسیم بندی افیولیت ها	۱۶
۲ - ۴ - محیط های تکتونیکی تشکیل افیولیت ها	۲۰
۲ - ۵ - افیولیت های زون سوپراسابداکشن	۲۱
۲ - ۶ - خصوصیات ژئوشیمیایی افیولیت های زون سوپراسابداکشن	۲۲
۲ - ۷ - شواهد وجود منشا زون سوپراسابداکشن برای افیولیت ها	۲۳
۲ - ۸ - تفاوت ترکیب سنگ های آذرین مرتبط با کافت های میان اقیانوسی و فرورانش	۲۶
۲ - ۹ - بازالت های زون سوپراسابداکشن	۲۸
۲ - ۱۰ - مجموعه های افیولیتی ایران	۲۸

فصل سوم: زمین شناسی عمومی

۳۲	.....	مقدمه
۳۲	.....	۱ - ۳ - خرد قاره شرق - ایران مرکزی
۳۳	.....	۲ - ۳ - پالئوتیس در خرد قاره شرق - ایران مرکزی
۳۴	.....	۳ - ۳ - بلوک یزد
۳۵	.....	۴ - ۳ - مشاهدات صحرائی منطقه مورد مطالعه
۳۷	.....	۳ - ۴ - ۱ - افیولیت بیاضه
۳۸	.....	۳ - ۴ - ۱ - ۱ - پریدوتیت دگرگون شده
۳۹	.....	۳ - ۴ - ۱ - ۲ - سرپانتینیت
۴۰	.....	۳ - ۴ - ۱ - ۳ - لیستونیت های دگرگون شده
۴۳	.....	۳ - ۴ - ۱ - ۴ - متاگابرو
۴۵	.....	۳ - ۴ - ۱ - ۵ - متاپیکریت
۴۶	.....	۳ - ۴ - ۱ - ۶ - دایک های اولترابازیک دگرگون شده
۴۷	.....	۳ - ۴ - ۲ - سنگ های دگرگونی
۴۷	.....	۳ - ۴ - ۳ - آلکالی بازالت
۴۸	.....	۳ - ۴ - ۴ - واحدهای رسوبی
۴۹	.....	۳ - ۴ - ۵ - دایک های دیوریتی
۵۰	.....	۳ - ۵ - ۵ - گسل های منطقه

فصل چهارم: پتروگرافی و شیمی کانی

۵۲	.....	مقدمه
۵۳	.....	۴ - ۱ - سنگ نگاری و شیمی کانی تحولات سنگ های اولترامافیک افیولیت بیاضه
۵۳	.....	۴ - ۱ - ۱ - سنگ های اولترامافیک دگرگون شده افیولیت بیاضه
۵۳	.....	۴ - ۱ - ۲ - سنگ نگاری و شیمی کانی سرپانتینیت های افیولیت بیاضه
۵۴	.....	۴ - ۱ - ۲ - ۱ - سرپانتین
۶۰	.....	۴ - ۱ - ۲ - ۲ - کروم اسپینل

۶۸	..... کانی های فرعی ۳ - ۲ - ۱ - ۴
۷۱	..... سنگ نگاری و شیمی کانی لیستونیت های دگرگون شده افیولیت بیاضه ۳ - ۱ - ۴
۷۱	..... کانی شناسی و شیمی کانی متالیستونیت های کربناته (ممرهای دولومیتی) افیولیت بیاضه ۱ - ۳ - ۱ - ۴
۷۴	..... کانی شناسی و شیمی کانی متالیستونیت های سیلیسی-کربناته افیولیت بیاضه ۲ - ۳ - ۱ - ۴
۷۴	..... آمفیبول ۱ - ۲ - ۳ - ۱ - ۴
۷۹	..... کربنات ها ۲ - ۲ - ۳ - ۱ - ۴
۷۹	..... سرپانتین ۳ - ۲ - ۳ - ۱ - ۴
۸۰	..... سایر کانی ها ۴ - ۲ - ۳ - ۱ - ۴
۸۲	..... سرپانتینی شدن ۴ - ۱ - ۴
۸۵	..... سنگ نگاری و شیمی کانی دایک های اولترابازیک دگرگون شده افیولیت بیاضه ۲ - ۴
۸۵	..... پمپله ایت ۱ - ۲ - ۴
۸۵	..... گارنت ۲ - ۲ - ۴
۸۶	..... اسفن ۳ - ۲ - ۴
۸۷	..... کلریت ۴ - ۲ - ۴
۹۰	..... سنگ نگاری و شیمی کانی متاگابروهای افیولیت بیاضه ۳ - ۴
۹۰	..... پلاژیوکلاز ۱ - ۳ - ۴
۹۳	..... آمفیبول ۲ - ۳ - ۴
۹۸	..... کانی های فرعی ۳ - ۳ - ۴
۱۰۳	..... سنگ نگاری و شیمی کانی متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۴ - ۴
۱۰۳	..... البوین ۱ - ۴ - ۴
۱۰۴	..... کلینوپیروکسن ۲ - ۴ - ۴
۱۱۲	..... فلوگوپیت ۳ - ۴ - ۴
۱۱۳	..... آپاتیت ۴ - ۴ - ۴
۱۱۵	..... سرپانتین ۵ - ۴ - ۴
۱۱۸	..... آمفیبول ۶ - ۴ - ۴
۱۲۳	..... کلریت ۷ - ۴ - ۴

..... ۱۲۵	۴ - ۴ - ۸ - پره‌نیت
..... ۱۲۶	۴ - ۴ - ۹ - اوپاک

فصل پنجم: ژئوشیمی

..... ۱۲۹	- مقدمه
..... ۱۳۳	۵ - ۱ - رده بندی و نامگذاری سنگ های پلوتونیک موجود در افیولیت بیاضه
..... ۱۳۳	۵ - ۱ - ۱ - نمودار قلیایی کل در برابر سیلیس (TAS)
..... ۱۳۶	۵ - ۱ - ۲ - نمودار SiO_2-Zr/TiO_2
..... ۱۳۶	۵ - ۲ - نمودارهای تعیین سری ماگمایی
..... ۱۳۷	۵ - ۲ - ۱ - نمودارهای تمایز سری های ماگمایی بر مبنای عناصر اصلی
..... ۱۳۹	۵ - ۲ - ۲ - نمودارهای تمایز سری های ماگمایی بر مبنای عناصر فرعی
..... ۱۴۱	۵ - ۳ - نمودار بهنجارسازی عناصر نادر خاکی به کندریت
..... ۱۴۴	۵ - ۴ - نمودارهای بهنجارسازی عناصر نادر خاکی به پشته های میان اقیانوسی و جزایر قوسی
..... ۱۴۶	۵ - ۵ - نمودار بهنجارسازی به گوشته اولیه

فصل ششم: پتروژنز

..... ۱۴۹	- مقدمه
..... ۱۴۹	۶ - ۱ - بررسی ماهیت پریدوتیت های گوشته افیولیت بیاضه
..... ۱۵۳	۶ - ۲ - پتروژنز تحولات پریدوتیت های گوشته افیولیت بیاضه
..... ۱۵۵	۶ - ۳ - تعیین محیط تکتونیکی تشکیل افیولیت بیاضه
..... ۱۵۷	۶ - ۴ - تعیین درجه ذوب بخشی پریدوتیت های افیولیت بیاضه
..... ۱۵۸	۶ - ۵ - ترموبارومتري متاگابروها و متاپیکریت های افیولیت بیاضه
..... ۱۵۸	۶ - ۵ - ۱ - بررسی دمای دگرگونی متاگابروهای افیولیت بیاضه
..... ۱۵۹	۶ - ۵ - ۲ - ترموبارومتري متاپیکریت های افیولیت بیاضه
..... ۱۶۱	۶ - ۵ - ۳ - بررسی دمای دگرگونی متاپیکریت های افیولیت بیاضه
..... ۱۶۲	۶ - ۶ - پتروژنز متاگابروهای افیولیت بیاضه

صفحه	عنوان
۱۶۳	۶ - ۷ - پتروژنز متاپیکریت های افیولیت بیاضه
۱۶۹	نتیجه گیری
۱۷۰	پیشنهادات
۱۷۱	پیوست ها
۱۷۴	منابع و ماخذ

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱ - موقعیت منطقه بیاضه در نقشه زمین شناسی ایران	۵
شکل ۱-۲ - راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه	۵
شکل ۲-۱ - سکانس افیولیت و واحدهای سنگی موجود در آن	۱۴
شکل ۲-۲ - نقشه افیولیت های اصلی ایران و موقعیت افیولیت بیاضه در آن	۳۱
شکل ۳-۱ - پانورامای منطقه بیاضه	۳۶
شکل ۳-۲ - تصویر ماهواره ای منطقه بیاضه	۳۶
شکل ۳-۳ - نقشه زمین شناسی ساده شده از منطقه بیاضه و موقعیت افیولیت بیاضه	۳۷
شکل ۳-۴ - نمای کلی از افیولیت بیاضه و محل عبور گسل بیاضه در حد فاصل افیولیت و آهک های کرتاسه	۴۰
شکل ۳-۵ - سرپانتینیت ها و متالیستونیت های افیولیت بیاضه	۴۲
شکل ۳-۶ - متالیستونیت های افیولیت بیاضه و همیافتی آن ها با سرپانتینیت های منطقه	۴۲
شکل ۳-۷ - متالیستونیت های سیلیسی - کربناته افیولیت بیاضه	۴۳
شکل ۳-۸ - متالیستونیت های سیلیسی - کربناته افیولیت بیاضه در نمونه دستی	۴۳
شکل ۳-۹ - متاگابروهای افیولیت بیاضه	۴۵
شکل ۳-۱۰ - متاپیکریت ها و دایک های اولترامافیک دگرگون شده افیولیت بیاضه در نمونه دستی	۴۶
شکل ۳-۱۱ - رخنمون آلکالی بازالت های غرب بیاضه همراه با افیولیت بیاضه	۴۸
شکل ۳-۱۲ - کنتاکت دایک دیوریتی و شیبست های منطقه	۵۰
شکل ۴-۱ - تصاویر میکروسکوپی سرپانتینیت های افیولیت بیاضه	۵۵
شکل ۴-۲ - تصاویر میکروسکوپی بافت های ایجاد شده توسط کانی سرپانتین در سرپانتینیت های افیولیت بیاضه	۵۶
شکل ۴-۳ - نمودار بررسی سرپانتین های موجود در سرپانتینیت های افیولیت بیاضه	۵۷
شکل ۴-۴ - نمودارهای آنالیز XRD سرپانتینیت های افیولیت بیاضه	۵۸
شکل ۴-۵ - تصاویر میکروسکوپی کروم اسپینل های موجود در سرپانتینیت های افیولیت بیاضه	۶۱
شکل ۴-۶ - تغییرات مورفولوژی کروم اسپینل در پریدوتیت ها و کرومیتیت ها و تعیین DR# (گردی) آن ها	۶۲
شکل ۴-۷ - ترکیب اعضای پایانی گروه اسپینل در منشور ترکیبی اسپینل ها	۶۳

- شکل ۴ - ۸ - نمودار مثلثی ترکیب کروم اسپینل های موجود در سرپانتینیت های افیولیت بیاضه ۶۶
- شکل ۴ - ۹ - طرح شماتیک تغییرات بافتی و شیمیایی کروم اسپینل اولیه با افزایش درجه دگرگونی. ۶۷
- شکل ۴ - ۱۰ - تصاویر میکروسکوپی کانی های فرعی موجود در سرپانتینیت های افیولیت بیاضه ۷۰
- شکل ۴ - ۱۱ - تصاویر میکروسکوپی بررسی مرمهرهای دولومیتی موجود در افیولیت بیاضه ۷۲
- شکل ۴ - ۱۲ - روند کاهش سطح مرز دانه ای (GBAR) ۷۳
- شکل ۴ - ۱۳ - تصاویر میکروسکوپی دولومیت هایی با اتصالات سه گانه در مرمهرهای دولومیتی افیولیت بیاضه ۷۳
- شکل ۴ - ۱۴ - نمودار آنالیز XRD مرمهرهای دولومیتی افیولیت بیاضه ۷۳
- شکل ۴ - ۱۵ - تصاویر میکروسکوپی وجود آمفیبول در متالیستونیت های سیلیسی- کربناته افیولیت بیاضه ۷۵
- شکل ۴ - ۱۶ - نمودار تقسیم بندی ترکیب آمفیبول های موجود در متالیستونیت های افیولیت بیاضه ۷۷
- شکل ۴ - ۱۷ - نمودار طبقه بندی آمفیبول های موجود در متالیستونیت های سیلیسی- کربناته افیولیت بیاضه ۷۸
- شکل ۴ - ۱۸ - نمودار بررسی آمفیبول های موجود در متالیستونیت های سیلیسی- کربناته افیولیت بیاضه ۷۸
- شکل ۴ - ۱۹ - موقعیت ترکیبی آمفیبول های دگرگونی موجود در متالیستونیت های سیلیسی- کربناته افیولیت بیاضه ۷۹
- شکل ۴ - ۲۰ - تصاویر میکروسکوپی کانی های موجود در متالیستونیت های سیلیسی- کربناته افیولیت بیاضه ۸۰
- شکل ۴ - ۲۱ - تصاویر میکروسکوپی دایک های اولترابازیک دگرگون شده افیولیت بیاضه ۸۷
- شکل ۴ - ۲۲ - نمودار بررسی ماهیت اسفن های موجود در دایک های اولترامافیک دگرگون شده افیولیت بیاضه ۸۹
- شکل ۴ - ۲۳ - تصاویر میکروسکوپی پلاژیوکلازهای موجود در متاگابروهای افیولیت بیاضه ۹۱
- شکل ۴ - ۲۴ - نمودار بررسی ترکیب فلدسپارهای موجود در متاگابروهای افیولیت بیاضه ۹۳
- شکل ۴ - ۲۵ - تصاویر میکروسکوپی آمفیبول همراه با پرهنیت در متاگابروهای افیولیت بیاضه ۹۴
- شکل ۴ - ۲۶ - تصاویر میکروسکوپی آمفیبول همراه با آلبیت در متاگابروهای افیولیت بیاضه ۹۵
- شکل ۴ - ۲۷ - نمودار تقسیم بندی ترکیب آمفیبول های موجود در متاگابروهای افیولیت بیاضه ۹۷

- شکل ۴ - ۲۸ - نمودار طبقه بندی آمفیبول های موجود در متاگابروهای افیولیت بیاضه ۹۷
- شکل ۴ - ۲۹ - موقعیت ترکیبی آمفیبول های موجود در متاگابروهای افیولیت بیاضه ۹۸
- شکل ۴ - ۳۰ - تصاویر میکروسکوپی اپیدوت در متاگابروهای افیولیت بیاضه ۱۰۰
- شکل ۴ - ۳۱ - تصاویر میکروسکوپی کلریت در متاگابروهای افیولیت بیاضه ۱۰۰
- شکل ۴ - ۳۲ - نمودار بررسی ترکیب کلریت های موجود در متاگابروهای افیولیت بیاضه ۱۰۲
- شکل ۴ - ۳۳ - تصاویر میکروسکوپی حضور اوپاک و کلسیت در متاگابروهای افیولیت بیاضه ۱۰۲
- شکل ۴ - ۳۴ - تصاویر میکروسکوپی الیون های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۰۵
- شکل ۴ - ۳۵ - تصاویر میکروسکوپی کلینوپیروکسن های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۰۶
- شکل ۴ - ۳۶ - موقعیت ترکیبی کلینوپیروکسن های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه در نمودار Q
J - کلینوپیروکسن ها ۱۰۹
- شکل ۴ - ۳۷ - موقعیت ترکیبی کلینوپیروکسن های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه در نمودار Q-
Jd- Ae کلینوپیروکسن ها ۱۰۹
- شکل ۴ - ۳۸ - موقعیت ترکیبی کلینوپیروکسن های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه در مثلث
تقسیم بندی کلینوپیروکسن ها ۱۱۰
- شکل ۴ - ۳۹ - نمودار بررسی آذرین یا دگرگون بودن کلینوپیروکسن های موجود در متاپیکریت های
افیولیت بیاضه ۱۱۰
- شکل ۴ - ۴۰ - نمودار بررسی همبستگی میزان TiO_2 و Al_2O_3 کلینوپیروکسن های موجود در متاپیکریت
های افیولیت بیاضه ۱۱۱
- شکل ۴ - ۴۱ - تصاویر میکروسکوپی فلوگوپیت های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۱۳
- شکل ۴ - ۴۲ - موقعیت فلوگوپیت های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه در نمودار تقسیم بندی
خانواده بیوتیت ها ۱۱۵
- شکل ۴ - ۴۳ - موقعیت فلوگوپیت های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۱۵
- شکل ۴ - ۴۴ - تصاویر میکروسکوپی آپاتیت و سرپانتین در متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۱۶
- شکل ۴ - ۴۵ - نمودار آنالیز XRD نمونه ای از متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۱۷
- شکل ۴ - ۴۶ - تصاویر میکروسکوپی آمفیبول های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۲۰
- شکل ۴ - ۴۷ - موقعیت آمفیبول های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه در نمودار تقسیم بندی
آمفیبول ها ۱۲۲

- شکل ۴ - ۴۸ - نمودار ترکیب آمفیبول های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۲۲
- شکل ۴ - ۴۹ - نمودار بررسی ماهیت آمفیبول های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۲۲
- شکل ۴ - ۵۰ - تصاویر میکروسکوپی کلریت در متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۲۳
- شکل ۴ - ۵۱ - نمودار ترکیب کلریت های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۲۵
- شکل ۴ - ۵۲ - تصاویر میکروسکوپی پرهنیت های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۲۶
- شکل ۴ - ۵۳ - تصاویر میکروسکوپی وجود اوپاک در متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۲۷
- شکل ۴ - ۵۴ - ترکیب کانی های اوپاک موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۲۸
- شکل ۵ - ۱ - رده بندی شیمیایی و نامگذاری نمونه های مورد مطالعه در نمودار TAS ۱۳۴
- شکل ۵ - ۲ - نامگذاری متاپیکریت های افیولیت بیاضه براساس نمودار اصلاح شده TAS ۱۳۵
- شکل ۵ - ۳ - نامگذاری متاپیکریت های افیولیت بیاضه براساس نمودار TAS ۱۳۵
- شکل ۵ - ۴ - رده بندی شیمیایی نمونه های مورد مطالعه در نمودار Zr/TiO_2 در مقابل SiO_2 ۱۳۶
- شکل ۵ - ۵ - تعیین سری ماگمایی نمونه های مورد مطالعه بر روی نمودار TAS ۱۳۷
- شکل ۵ - ۶ - تقسیم بندی فرعی سری ماگمایی ساب آکالن برای نمونه های مورد مطالعه در نمودار $K_2O - SiO_2$ ۱۳۸
- شکل ۵ - ۷ - تفکیک ماگماهای تولییتی از ماگماهای آکالن برای نمونه های مورد مطالعه در نمودار $TiO_2 - Zr/P_2O_5$ ۱۳۹
- شکل ۵ - ۸ - تفکیک سری ماگمایی نمونه های مورد مطالعه در نمودار $Zr - Y$ ۱۴۰
- شکل ۵ - ۹ - نمودار بهنجارسازی عناصر نادر خاکی نمونه های آنالیز شده از افیولیت بیاضه به کندریت ها ۱۴۲
- شکل ۵ - ۱۰ - نمودار بهنجارسازی عناصر نادر خاکی نمونه های آنالیز شده از افیولیت بیاضه به بازالت های پشته های میان اقیانوسی نرمال ۱۴۵
- شکل ۵ - ۱۱ - نمودار بهنجارسازی عناصر نادر خاکی نمونه های آنالیز شده از افیولیت بیاضه به بازالت های پشته های میان اقیانوسی غنی شده ۱۴۵
- شکل ۵ - ۱۲ - نمودار بهنجارسازی عناصر نادر خاکی نمونه های آنالیز شده از افیولیت بیاضه به بازالت های جزایر اقیانوسی ۱۴۶
- شکل ۵ - ۱۳ - نمودارهای بهنجارسازی متاپیکریت های افیولیت بیاضه به گوشته اولیه ۱۴۷
- شکل ۵ - ۱۴ - نمودارهای بهنجارسازی متاگبروها و متادیوریت های افیولیت بیاضه به گوشته اولیه .. ۱۴۷

- شکل ۶ - ۱ - نمودار Fe# در برابر Cr# اسپینل ها جهت بررسی ماهیت پریدوتیت های افیولیت بیاضه
 ۱۵۱
- شکل ۶ - ۲ - تعیین ماهیت پریدوتیت های افیولیت بیاضه با استفاده از شیمی کروم اسپینل ها ۱۵۱
- شکل ۶ - ۳ - نمودار تعیین درجه تهی شدگی پریدوتیت های افیولیت بیاضه ۱۵۲
- شکل ۶ - ۴ - نمودار تعیین درجه منشا گوشته ای پریدوتیت های افیولیت بیاضه ۱۵۳
- شکل ۶ - ۵ - نمودارهای تعیین محیط تکتونیکی پریدوتیت های افیولیت بیاضه با استفاده از ترکیب اسپینل
 های کروم دار ۱۵۶
- شکل ۶ - ۶ - نمودار Mg# در برابر Cr# اسپینل ها جهت بررسی ماهیت و محیط تشکیل پریدوتیت های
 افیولیت بیاضه ۱۵۶
- شکل ۶ - ۷ - نمودار Al^{IV} در برابر Al^{VI} موجود در کلینوپیروکسن ها ۱۶۰
- شکل ۶ - ۸ - نمودار دما در مقابل فشار رخساره های گوشته بالایی برای متاپیکریت های افیولیت بیاضه
 ۱۶۱
- شکل ۶ - ۹ - نمودار بررسی ماهیت واحدهای سنگی مختلف موجود در افیولیت بیاضه ۱۶۶
- شکل ۶ - ۱۰ - تعیین درجه ذوب بخشی متاپیکریت های افیولیت بیاضه ۱۶۸

فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
جدول ۴ - ۱ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری کانی سرپانتین موجود در سرپانتینیت های افیولیت بیاضه.....	۵۹
جدول ۴ - ۲ - سری محلول جامد و اعضای پایانی گروه اسپینل.....	۶۲
جدول ۴ - ۳ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری کروم اسپینل های موجود در سرپانتینیت های افیولیت بیاضه.....	۶۵
جدول ۴ - ۴ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری آمفیبول های موجود در متالیستونیت های افیولیت بیاضه.....	۷۶
جدول ۴ - ۵ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری کانی های کوارتز و کلسیت موجود در متالیستونیت های افیولیت بیاضه.....	۸۱
جدول A ۴ - ۶ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری کانی های گارنت، اسفن و کلریت موجود در دایک های اولترامافیک دگرگون شده افیولیت بیاضه.....	۸۸
جدول B ۴ - ۶ - محاسبه اعضای پایانی در گارنت موجود در دایک های اولترامافیک دگرگون شده افیولیت بیاضه.....	۸۸
جدول ۴ - ۷ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری پلاژیوکلازهای موجود در متاگابروهای افیولیت بیاضه.....	۹۲
جدول ۴ - ۸ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری آمفیبول های موجود در متاگابروهای افیولیت بیاضه.....	۹۶
جدول ۴ - ۹ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری کلریت های موجود در متاگابروهای افیولیت بیاضه.....	۱۰۱
جدول ۴ - ۱۰ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری پیروکسن های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه.....	۱۰۸
جدول ۴ - ۱۱ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری فلوگوپیت های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه.....	۱۱۴
جدول ۴ - ۱۲ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری کانی های آپاتیت و سرپانتین موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه.....	۱۱۸

جدول ۴ - ۱۳ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری آمفیبول های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه	۱۲۱
جدول ۴ - ۱۴ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری کلریت های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه.....	۱۲۴
جدول ۴ - ۱۵ - نتایج آنالیز میکروپروب و محاسبه فرمول ساختاری کانی های اوپاک موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه	۱۲۸
جدول ۵ - ۱ - نتایج آنالیز ژئوشیمیایی متاپیکریت های افیولیت بیاضه	۱۳۰
جدول ۵ - ۲ - نتایج آنالیز ژئوشیمیایی متاگابروهای افیولیت بیاضه	۱۳۱
جدول ۵ - ۳ - نتایج آنالیز ژئوشیمیایی متادیوریت های افیولیت بیاضه.....	۱۳۲
جدول ۶ - ۱ - محاسبه درصد ذوب بخشی پربدوتیت های افیولیت بیاضه	۱۵۷
جدول ۶ - ۲ - نتایج ترمومتری کلریت های موجود در متاگابروهای افیولیت بیاضه.....	۱۵۹
جدول ۶ - ۳ - نتایج ترمومتری متاپیکریت های افیولیت بیاضه در فشارهای ۱ تا ۱۰ کیلو بار به روش ژئوترمومتری تک کلینوپیروکسن	۱۵۹
جدول ۶ - ۴ - نتایج ترمومتری کلریت های موجود در متاپیکریت های افیولیت بیاضه.....	۱۶۲

فهرست پیوست ها

صفحه

عنوان

- پیوست ۱- لیست کامل اختصارات کانی ها ارائه شده توسط ویتنی و اوانز (۲۰۱۰)..... ۱۷۱
- پیوست ۲- جدول ضرایب تبدیل کاتیون ها به اکسیدهای عناصر و اکسیدهای عناصر به کاتیون ها ۱۷۳