

بِسْمِ... الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

١٢٩٩.٨



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی دکتری رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی

پترولوژی و ژئوشیمی مجموعه افیولیتی شرق گیلان

استادان راهنما:

دکتر موسی نقره ثیان

دکتر علی درویش زاده

انجمن اطلاعات مرکز علمی پژوهشی
شیمی معدنی

استاد مشاور:

دکتر علی کنعانیان

۱۳۸۸/۱۰/۲۷

پژوهشگر:

مژگان صلواتی

آذر ماه ۱۳۸۷

۱۲۹۹۰۸

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 دکتری رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی
خانم مژگان صلواتی تحت عنوان

پترولوژی و ژئوشیمی مجموعه افیولیتی شرق گیلان

در تاریخ ۱۳۸۷/۹/۲۴ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه... به تصویب نهایی رسید.

- ۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر موسی نقره‌ئیان با مرتبه ی علمی دانشیار امضاء
- ۲- استاد راهنمای پایان نامه دکتر علی درویش‌زاده با مرتبه ی علمی استاد امضاء
- ۳- استاد مشاور پایان نامه دکتر علی کنعانیان با مرتبه ی علمی استادیار امضاء
- ۴- استاد داور داخل گروه دکتر محمود خلیلی با مرتبه ی علمی دانشیار امضاء
- ۵- استاد داور داخل گروه دکتر قدرت ترابی با مرتبه ی علمی استادیار امضاء
- ۴- استاد داور خارج از گروه دکتر صدرالدین امینی با مرتبه ی علمی دانشیار امضاء
- ۷- استاد داور خارج از گروه دکتر عباس آسیابانها با مرتبه ی علمی استادیار امضاء

امضای مدیر گروه

سپاسگزاری :

سپاس بیکران به درگاه یگانه‌ای که مشیت خداوندیش شوق جستجو در شگفتی‌های زمین را در دل بندگانش برانگیخت و بنده نوازش موجبات گذر از این راه پر فراز و نشیب را به راهنمایی اساتید بزرگوار و با کمک دوستان میسر فرمود.

رساله حاضر مجموعه‌ای است حاصل از کاری که در طول پنج سال با کمک و همراهی اساتید، دوستان و عزیزان زیادی به اتمام رسیده و این سخن مجالی است جهت تشکر و قدردانی :

- تقدیر و امتنان بسیار از استاد بسیار بزرگوارم، چهره ماندگار و یگانه پترولوژی ایران جناب آقای پروفیسور علی درویش زاده که در تمام طول تحصیل دانشگاهی همواره مشوق بنده بوده‌اند و این افتخار نصیب شده تا به عنوان شاگردی کوچک از محضر وجودشان کسب علم و فیض نمایم و در راستای انجام این پژوهش نیز قبول زحمت کرده و راهنمایی این رساله را به عهده گرفتند با توجه به مشکلات خاص زمین شناسی در شمال کشور بدون راهنمائیها و حضور ایشان شروع و به پایان رساندن این تحقیق دشوار می‌نمود.
- کمال تشکر و سپاس از استاد گرانقدر گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان جناب آقای دکتر موسی نقره- ثیان ، راهنمای رساله که در تمام مدت کار راهنمایی، همراهی و دلگرمی‌هایشان سبب برطرف شدن موانع و هموار شدن مسیر در داخل دانشگاه برابم بوده است.
- سپاس و تشکر فراوان از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر علی کنعانیان که در تمام طول تحصیل در دانشگاه استاد، راهنما، معلم اخلاق و مشوق بنده بوده‌اند و در جای جای انجام تحقیق حاضر نیز همواره از راهنمائیهایشان بهره‌مند گردیدم در رساله حاضر هر چند به عنوان مشاور ولی عملاً به عنوان یک راهنمای همیشگی، دانش موثر علمی و تجربی خود را در مطالعات صحرایی و تحقیقات آزمایشگاهی در اختیار بنده و این تحقیق گذاشتند. علاوه بر کمکهای ارزنده‌شان، قسمت اعظم هزینه‌های آنالیزهای رساله مزبور توسط ایشان فراهم گردید. بدون راهنمائیها و کمکهای ایشان انجام این تحقیق امری محال بود.
- تشکر و سپاس از دوستان بسیار خوب و وفادارم خانمها دکتر مهناز خدایمی و دکتر ناهید شبانیان به خاطر تمامی کمکها و همراهی‌هایشان.

● کلیه موفقیت‌هایم را در طول این دوره مدیون صبر و تحمل بی‌شائبه همسر و پدر و مادرم می‌باشم لذا تقدیر و تشکر بیکران از همسر عزیزم جناب آقای مهندس علیرضا صمدی صوفی به خاطر صبر و تحمل کلیه مشکلات و کاستی‌های زندگی به دلیل تحصیل بنده در این دوره و تلاششان برای ایجاد آرامش و هموار کردن مسیر کارم و همچنین کمک‌های شایان توجه ایشان در طول مدت برداشتهای صحرایی که بدون آنها در محیط جنگلی و پوشیده شمال برداشت حتی یک نمونه امکان پذیر نبود و سپاس و تقدیر از خانواده عزیزم پدر و مادر بزرگوارم که در تمام طول زندگی بالاخص امر تحصیل مشوق، همراه و کمک بنده بوده‌اند. خواهر عزیزم دکتر مژده صلواتی به خاطر کمک‌هایش و دختر کوچکم دلآرام به خاطر تحمل شرایط سخت این دوره.

● تقدیر و تشکر از معاونت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اصفهان به دلیل تأمین بخشی از هزینه‌های انجام این تحقیق و کلیه اساتید پترولوژی دانشگاه اصفهان (آقایان دکتر خلیلی، دکتر ترابی و دکتر نوربهبشت) به دلیل استفاده‌های علمی از محضرشان در طول مدت تحصیل در دانشگاه اصفهان و سرکار خانم ساکتی مسئول دفتر گروه زمین‌شناسی به دلیل انجام هماهنگی‌های اداری.

تقدیم به:

عزیزانم

همسر صبورم

یگانه دخترم

و

اسطوره های فداکاریم

پدر بزرگووار

و

مادر مهربانم

چکیده :

مطالعات صحرایی در منطقه جنوب دریای خزر در شرق استان گیلان موید وجود یک مجموعه افیولیتی نسبتاً کامل در منطقه میباشد که در این پژوهش به نام "مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر (شرق گیلان)" نام گذاری شده است. مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر، مجموعه‌ای است ناپیوسته که به صورت یک قطعه باقیمانده از پوسته اقیانوسی کرتاسه پایانی در شمال رشته کوه البرز، در شمال ایران واقع شده است. مطالعات صحرایی و پتروگرافی مبین حضور دو منبع ماگمایی مختلف در منطقه است: (۱) سنگ‌های تولیتی از نوع ساب آکالن و (۲) سنگ‌های آکالن.

پیکره اصلی مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر، توالی نسبتاً کاملی است که از پایین به بالا شامل کومولاهای الترامافیک، گابروهای لایه‌ای، گابروهای ایزوتروپ، زون تحولی گابرو-دایک، مجموعه های دایکی، زون تحولی دایک-گذاره و گدازه‌های می‌باشد که توسط آهک‌های پلاژیک کرتاسه پایانی (کامپانین-مائستریشتین) پوشیده شده‌اند. سنگ‌های الترامافیک به صورت بخش‌های کوچکی در قاعده گابروهای لایه‌ای به عنوان پایین‌ترین بخش پوسته ای مجموعه افیولیتی و به صورت بین لایه‌هایی در گابروهای لایه‌ای در منطقه حضور دارند و اساساً شامل دونیت، ورلیت، الیوین کلینوپیروکسنیت و کلینوپیروکسنیت می‌باشند. گابروهای لایه‌ای از لحاظ سنگ‌شناسی عمدتاً از ملاتروکتولیت، لوکوتروکتولیت، گابرو و فروگابرو تشکیل شده‌اند. سنگ‌های آتشفشانی گستره وسیعی از توالی افیولیتی جنوب دریای خزر را تشکیل می‌دهند. بر اساس مطالعات صحرایی سنگ‌های آتشفشانی این مجموعه غالباً به شکل گدازه بالشی و ندرتاً به صورت گدازه‌های چریانی و گدازه‌های برشی رخنمون دارند.

ترتیب تبلوری کانیها در سنگ‌های الترامافیک (الیوین‌های نسل اول + کلینوپیروکسن + الیوین‌های نسل دوم)، نبود پلاژیوکلاز در آنها، حضور سنگ‌های دونیت، ورلیت، الیوین کلینوپیروکسنیت و کلینوپیروکسنیت، بالای کلینوپیروکسن‌ها ($> 84^\circ$)، عدم وجود منطقه بندی در کانی‌ها و ترکیب شیمیایی کانیها در آنها، مبین تبلور این سنگ‌ها در فشارهای متوسط تا بالا ($> 10 \text{ kbar}$) است. همچنین ترکیب کلینوپیروکسن‌ها در این سنگ‌ها مبین تشکیل آنها در محیط جزایر قوسی است.

الگوی پراکندگی عناصر نادر خاکی در سنگ‌های ساب آکالن، حکایت از غنی‌شدگی آنها از عناصر LREE دارد. این در حالیست که تهی‌شدگی بارزی از عناصر P و Zr , Nb , Ti در این سنگ‌ها قابل مشاهده است. این خصوصیات از ویژگی‌های مشخص محیط‌های سوپراسابداکشن می‌باشد. مقایسه ترکیب ژئوشیمیایی گدازه‌های رأس توالی با بازالت‌های شناخته شده دنیا، نشان می‌دهد که گدازه‌های منطقه عموماً اختصاصات ژئوشیمیایی بازالت‌های پشت قوس را دارا می‌باشند و در یک پشته در حال گسترش در یک حوضه حاشیه‌ای و در بالای یک زون فرورانش به وجود آمده‌اند. سنگ‌های اسیدی منطقه اصولاً شامل دو گروه اصلی پلاژیوگرانیته‌ها و گرانیته‌های پتاسیک می‌باشند.

سنگ‌های آکالن به صورت توده‌های گابرویی و معادل‌های بیرونی آنها (بازالت) به صورت گدازه‌های بالشی و دایک‌های بازالتی می‌باشند. روابط صحرایی بین واحدهای سنگی نشان می‌دهد که این سنگ‌ها همزمان و یا کمی پس از مجموعه افیولیتی تشکیل شده‌اند. ترکیب شیمیایی کانی‌ها سازنده آکالی گابروها، دلالت بر تفریق بلوری آنها از یک ماگمای

بازالتی اولیه در فشار پایین دارد. داده های ژئوشیمیایی سنگهای آکالان نشان می دهد که این سنگها دارای طیف محدودی از ترکیبات عناصر اصلی می باشند و اصولاً از Ta, Nb, Zr, Ti و LREE غنی شدگی نشان می دهند. این خصوصیات ژئوشیمیایی از ویژگیهای سنگهای با ماهیت OIB می باشد. کلیه داده های ژئوشیمیایی نشان میدهند که این سنگها مشابه با OIB نوع HIMU میباشند. داده های ژئوشیمیایی و نمودارهای تکتونیکی مبین تشکیل سنگهای آکالان از یک پلوم فعال و در اثر رژیمهای کششی فعال محلی ایجاد شده اند.

با توجه به موقعیت صحرائی مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر (شرق گیلان) و با توجه به ماهیت ژئوشیمیایی مجموعه مورد نظر که دارای ماهیت سوپراسابداکشن است، به نظر می رسد که این مجموعه یک حوضه پشت قوس از زمین درز سوان-آکرا-قره داغ میباشد که در زمان کرتاسه پایانی در منطقه شروع به تشکیل نموده است.

کلمات کلیدی: افیولیتی، دریای خزر، سوپراسابداکشن، حوضه پشت قوس، زمین درز سوان-آکرا-قره داغ

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: کلیات

- ۱-۱- مقدمه ۱
- ۲-۱- راههای ارتباطی ۳
- ۳-۱- آب و هوا ۵
- ۴-۱- ژئومرفولوژی ۵
- ۵-۱- تاریخچه مطالعات قبلی ۸
- ۶-۱- هدف از مطالعه ۸
- ۷-۱- روش های مطالعه ۹

فصل دوم : مطالعات صحرایی

- ۱-۲- مقدمه ۱۲
- ۲-۲- زمین شناسی عمومی منطقه ۱۲
- ۳-۲- زمین شناسی مجموعه افیولیتی ۱۶
- ۱-۳-۲- مجموعه خسل دشت ۱۹
- ۲-۳-۲- کجید ۱۹
- ۳-۳-۲- مجموعه لاهیجان ۱۹
- ۴-۳-۲- مجموعه جواهردشت ۱۹
- ۵-۳-۲- مجموعه جواهرده ۲۰
- ۶-۳-۲- مجموعه امام ۲۱
- ۷-۳-۲- مجموعه املش ۲۱
- ۴-۲- باز سازی ستون چینه نگاری مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر (شرق گیلان) ۲۱
- ۱-۴-۲- بخش گوشته‌ای ۲۲
- ۲-۴-۲- بخش پوسته‌ای ۲۲
- ۱-۲-۴-۲- کومولاهای الترامافیک ۲۲
- ۲-۲-۴-۲- مجموعه گابروبی ۲۲

عنوان

صفحه

۲۹	۲-۲-۴-۲- مجموعه دایک های صفحه ای
۲۹	۴-۲-۴-۲- مجموعه گدازه های بازالتی
۴۱	۲-۴-۲- واحد آهک های پلاژیک
۴۱	۳-۴-۲- مجموعه های آلکان
۴۲	۱-۳-۴-۲- توده های گابرویی مجموعه آلکان
۴۲	۲-۳-۴-۲- بازالت های آلکان
۴۲	۴-۴-۲- سنگ های اسیدی

فصل سوم: سنگ نگاری

۴۶	۱-۳- مقدمه
۴۶	۲-۳- سنگ های مجموعه افیولیتی
۴۶	۱-۲-۳- سنگ های الترامافیک
۴۷	۱-۱-۲-۳- دونیت ها
۴۷	۲-۱-۲-۳- ورلیت ها
۴۹	۳-۱-۲-۳- کلینوپیروکسنیت ها
۵۲	۲-۲-۳- گابروها
۵۲	۱-۲-۲-۳- گابروهای لایه ای
۵۶	۲-۲-۲-۳- گابروهای توده ای
۶۳	۳-۲-۳- سنگ های آتشفشانی و نیمه آتشفشانی
۶۳	۱-۳-۲-۳- دایک های دیابازی
۶۷	۲-۳-۲-۳- سنگ های آتشفشانی خروجی
۷۲	۴-۲-۳- دگرسانی
۷۳	۳-۳- سنگ های آلکان
۷۳	۱-۳-۳- گابروهای ایزوتروپ
۷۴	۲-۳-۳- بازالت های آلکان
۷۷	۴-۳- سنگ های اسیدی

فصل چهارم: شیمی کانیها

۱-۴- مقدمه ۸۲

۲-۴- شیمی کانیها در سنگ های مجموعه افیولیتی ۸۲

۱-۲-۴- کلینوپیروکسن ۸۲

۲-۲-۴- الیون ۸۹

۳-۲-۴- فلدسپاتها ۹۰

۳-۴- شیمی کانیها در سنگ های آلكالن ۹۱

۱-۳-۴- کلینوپیروکسن ۹۱

۲-۳-۴- فلدسپاتها ۹۶

فصل پنجم: ژئوبارومتري و ژئوترمومتري

۱-۵- مقدمه ۱۱۱

۲-۵- ژئوبارومتري ۱۱۱

۱-۲-۵- سنگ های مجموعه افیولیتی ۱۱۱

۲-۲-۵- سنگ های آلكالن ۱۱۵

۳-۵- ژئوترمومتري ۱۱۷

فصل ششم: ژئوشیمی سنگها و پترولوژی

۱-۶- مقدمه ۱۲۱

۲-۶- شیمی سنگ های مجموعه افیولیتی ۱۲۱

۱-۲-۶- رده بندی شیمیایی ۱۲۱

۲-۲-۶- عناصر اصلی ۱۲۳

۱-۲-۲-۶- روند تغییرات عناصر در برابر MgO ۱۲۳

۳-۲-۶- عناصر کمیاب ۱۳۱

۱-۳-۲-۶- نمودار تغییرات عناصر کمیاب در برابر MgO ۱۳۱

۲-۳-۲-۶- روند تغییرات عناصر نادر خاکی (REE) ۱۳۴

۳-۳-۲-۶- روند تغییرات عناصر ناسازگار (HFS, LFS و REE) ۱۳۶

عنوان	صفحه
۴-۲-۶- جایگاه تکتونیکي و منشأ ماگماهاي توليد کننده مجموعه افیولیتی	۱۴۵
۵-۲-۶- نقش آلودگی پوسته ای در تکوین بازالت‌های منطقه	۱۵۶
۶-۲-۶- تعیین درجات ذوب بخشی	۱۵۸
۳-۶- ژئوشیمی پلاژیوگرانیته‌ها	۱۵۸
۱-۳-۶- عناصر اصلی سنگ های اسیدی	۱۶۰
۲-۳-۶- عناصر کمیاب سنگ های اسیدی	۱۶۳
۳-۳-۷- محیط تکتونیکي سنگ های اسیدی	۱۶۴
۴-۳-۶- پتروژنز سنگ های گرانیتی منطقه	۱۶۶
۴-۶- ژئوشیمی سنگ های آلكالن	۱۶۸
۱-۴-۶- عناصر اصلی	۱۶۸
۲-۴-۶- ژئوشیمی عناصر کمیاب	۱۶۹
۳-۴-۶- مشخصات منبع ماگمایی منشاء سنگ های آلكالن	۱۷۱
۴-۴-۶- نقش آلودگی پوسته ای در سنگ های آلكالن	۱۷۶
۵-۴-۶- نقش ذوب بخشی	۱۷۶
فصل هفتم: تیپ افیولیتی مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر	
۱-۷- مقدمه	۱۹۶
۲-۷- دلایل و شواهدی بر تشکیل مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر در مراکز سرعت کند	۱۹۸
۳-۷- افیولیت نوع لرزولیت یا هارزبورژیت	۲۰۰
فصل هشتم: بحث و بررسی	
۱-۸- مقدمه	۲۰۵
۲-۸- بحث	۲۰۷
فصل نهم: نتیجه گیری	
منابع و مواخذ	۲۲۲

فهرست شکلها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- نقشه توزیع افيوليتهاي ايران	۲
شکل ۲-۱- تصوير ماهواره‌اي منطقه مورد مطالعه	۳
شکل ۳-۱- نقشه جغرافيايي منطقه مطالعه شده	۴
شکل ۳-۱- تقسيمات ژئومورفولوژيک منطقه مورد مطالعه	۷
شکل ۱-۲- موقعيت ۷ ناحيه نمونه برداري شده در منطقه	۱۶
شکل ۲-۲- نقشه زمين شناسي منطقه مطالعه شده	۱۷
شکل ۳-۲- ستون استراتيگرافي مناطق مختلف مطالعه شده	۱۸
شکل ۴-۲- سنگ هاي الترامافیک لايه‌اي در پايين ترين بخش	۲۳
شکل ۵-۲- تصاویري از رخنمون هاي گابروهاي لايه‌اي	۲۵
شکل ۶-۲- تزریق گابروهاي پگماتوئیدی تأخیری در سنگ هاي الترامافیک	۲۶
شکل ۷-۲- گابروهاي برشي در مسیر جاده جواهر دشت	۲۷
شکل ۸-۲- رخنمون گابروهاي توده‌اي	۲۸
شکل ۹-۲- مرز بين گابروهاي توده‌اي و دایک هاي بازالتی	۳۰
شکل ۱۰-۲- تزریق ماگمای بازالتی در گابروهاي توده‌اي	۳۱
شکل ۱۱-۲- رخنمون گابروهاي آلکالن	۳۲
شکل ۱۱-۲- بافت یک دایک بازالتی از مرکز به حاشیه	۳۲
شکل ۱۲-۲- رخنمون مجموعه دایکهای ورقه‌اي	۳۳
شکل ۱۳-۲- رخنمون مرز بين دایکهای بازالتی و گدازه هاي بالشی	۳۴
شکل ۱۴-۲- هجوم شیرابه هاي ماگماهاي بازالتی بعدی	۳۴
شکل ۱۵-۲- انواع مختلف گدازه هاي بالشی	۳۶
شکل ۱۶-۲- اندازه متفاوت بالش ها در واحد گدازه هاي بالشی	۳۷
شکل ۱۷-۲- رخنمون گدازه هاي جریانی در منطقه	۳۸
شکل ۱۸-۲- رخنمون بالش هاي برشی (پیلو برش)	۳۸

- شکل ۲-۱۹- مرز بین آهک های پلاژیک فوقانی و گدازه های بالشی ۴۰
- شکل ۲-۲۰- دایکها و رگچه های پلاژیوگرائیهای در داخل گابروهای توده ای ۴۳
- شکل ۲-۲۱- دایکهای گرانیت پتاسیک در گدازه های بالشی ۴۴
- شکل ۳-۱- مقاطع میکروسکوپی از دونیت ۴۸
- شکل ۳-۲- سرپانتینیزاسیون شدید در دونیتها ۴۸
- شکل ۳-۳- کانیهای الیوین و کلینوپیروکسن در ورلیتها ۵۰
- شکل ۳-۴- بلورهای الیوین و پلاژیوکلاز اینترکومولوس در ورلیتها ۵۰
- شکل ۳-۵- بلورهای نسل اول الیوین محبوس در کانی کلینوپیروکسن ۵۰
- شکل ۳-۶- الیوین های نسل دوم در سنگ های ورلیتی ۵۱
- شکل ۳-۷- تبدیل کلینوپیروکسن ها به آمفیبول هورنبلند قهوه‌ای ۵۱
- شکل ۳-۸- بلورهای کاملاً تجزیه شده الیوین که در کلینوپیروکسن به دام افتاده اند ۵۲
- شکل ۳-۹- بلورهای الیوین اینترکومولوس در سنگ کلینوپیروکسنیت ۵۲
- شکل ۳-۱۰- کومولوس های پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن در ملاگابروها ۵۵
- شکل ۳-۱۱- بلورهای الیوین و پلاژیوکلاز در ملاتروکتولیتهای ۵۵
- شکل ۳-۱۲- بلورهای پلاژیوکلاز در آنورتوزیت گابروهای مجموعه گابروهای لایه ای ۵۷
- شکل ۳-۱۳- گابروهای توده ای ۵۷
- شکل ۳-۱۴- دگرسانی در گابروهای توده ای ۵۸
- شکل ۳-۱۵- بافت گلمروپورفیری در گابروهای توده ای ۵۸
- شکل ۳-۱۶- بافت گرانولار در گابروهای توده‌ای دگرسان شده ۵۹
- شکل ۳-۱۷- الیوین گابروها شامل کانیهای الیوین، کلینوپیروکسن و پلاژیوکلاز ۵۹
- شکل ۳-۱۸- درشت بلورهای کلینوپیروکسن، بلورهای الیوین و پلاژیوکلاز ۶۱
- شکل ۳-۱۹- تشکیل بافت کرونا در اطراف کانیهای تیره ۶۱
- شکل ۳-۲۰- بافت پگماتوئیدی در هورنبلندگابروها ۶۲
- شکل ۳-۲۱- هورنبلند گابرو متشکل از هورنبلند قهوه‌ای، کلینوپیروکسن و پلاژیوکلاز ۶۲
- شکل ۳-۲۲- بافت اینترگرانولار در دایکهای صفحه‌ای ۶۵

- شکل ۳-۲۳- درشت بلورهای کلینوپیروکسن همراه با بلورهای تجزیه شده الیوین..... ۶۵
- شکل ۳-۲۴- تجزیه پلاژیوکلاز از مرکز به اپیدوت..... ۶۵
- شکل ۳-۲۵- دگرسانی دایکهای بازالتی..... ۶۶
- شکل ۳-۲۶- تجزیه بلورهای پلاژیوکلاز به کلسیت..... ۶۶
- شکل ۳-۲۷- بازالت نوع ۱ با درشت بلورهای پلاژیوکلاز..... ۶۸
- شکل ۳-۲۸- درشت بلورهای کلینوپیروکسن در بازالتی نوع ۱..... ۶۸
- شکل ۳-۲۹- بازالتی نوع ۱ با درشت بلورهای کلینوپیروکسن و پلاژیوکلاز..... ۶۹
- شکل ۳-۳۰- بازالت نوع ۳ با بافت آفیریک..... ۶۹
- شکل ۳-۳۱- پر شدگی حفرات بازالتی بالشی با کلسیت و زئولیت..... ۷۱
- شکل ۳-۳۲- کلینوپیروکسن تیتان اوژیت در گابروهای آلکان..... ۷۵
- شکل ۳-۳۳- درشت بلورهای پیروکسن در گابروهای آلکان..... ۷۵
- شکل ۳-۳۴- بلورهای سریانتینیزه شده الیوین به همراه..... ۷۶
- شکل ۳-۳۵- جایگزینی کامل برنیت بجای پیریت..... ۷۶
- شکل ۳-۳۶- درشت بلورهای کلینوپیروکسن اوژیت با حاشیه پر تیتان در بازالتی آلکان..... ۷۷
- شکل ۳-۳۷- بافتیهای افتیک و ساب افتیک و پورفیری در بازالتی آلکان..... ۷۸
- شکل ۳-۳۸- ساخت شعاعی در کلینوپیروکسن و کانیهای تیره تیتانومنیتیت..... ۷۹
- شکل ۳-۳۹- ساخت گل کمربندی در پلاژیوکلازهای گدازه های بالشی آلکان..... ۷۹
- شکل ۳-۴۰- همرشدی کوارتز و فلدسپات در گرانیت..... ۸۰
- شکل ۴-۱- ترکیب پیروکسنهای مجموعه افیولیتی بر نمودارهای موریموتو و همکاران، ۱۹۸۸..... ۸۴
- شکل ۴-۲- نمودار تغییرات Al-Si و $Al^{IV} + Na$ ۸۴
- شکل ۴-۳- نمودار تغییرات TiO_2 در مقابل Mg#..... ۸۶
- شکل ۴-۴- ترکیب کلینوپیروکسنهای مجموعه افیولیتی بر روی نمودارهای تکتونیکي..... ۸۸
- شکل ۴-۵- نمودار $Ti-Al_{(t)}$ پیروکسنهای بازالتها و الترامافیکهای مجموعه افیولیتی..... ۸۹
- شکل ۴-۶- نمودار تغییرات فرستریت در برابر NiO..... ۹۰
- شکل ۴-۷- ترکیب فلدسپارهای سنگ های بازالتی بر روی نمودار مثلثی ارتوز-آلبیت-آنورتیت..... ۹۱

- شکل ۴-۸- ترکیب پیروکسن های سنگ های آکالن بر نمودارهای موریموتو و همکاران، ۹۸۸ ۹۲
- شکل ۴-۹- نمودارهای تغییرات $(\text{Al}^{\text{IV}} + \text{Na}, \text{Al-Si})$ ۹۳
- شکل ۴-۱۰- ترکیب کلینوپيروكسن های سنگ های آکالن بر روی نمودار های تکتونیکی ۹۴
- شکل ۴-۱۱- ترکیب فلدسپارهای سنگ های آکالن بر روی نمودار مثلثی ارتوز-آلبیت-آنورتیت ۹۶
- شکل ۵-۱- نمودارهای تغییرات $\text{Cr}_2\text{O}_3, \text{TiO}_2$ و Al_2O_3 در مقابل Mg\# ۱۱۴
- شکل ۵-۲- نمودار تغییرات Cr_2O_3 در مقابل Mg\# ۱۱۶
- شکل ۵-۳- نمودار تغییرات Al_2O_3 در مقابل Mg\# ۱۱۶
- شکل ۵-۴- نمودار تغییرات Al اکتاهدرال در مقابل Al ۱۱۷
- شکل ۶-۱- رده بندی شیمیایی سنگ های مجموعه افیولیتی ۱۲۲
- شکل ۶-۲- طبقه بندی ژئوشیمیایی دایکها و گدازه های ۱۲۳
- شکل ۶-۳- نمودار تغییرات اکسیدهای اصلی سنگ های منطقه ۱۲۸
- شکل ۶-۴- ترکیب نورماتیو بر روی نمودار یودر و تایللی ۱۳۰
- شکل ۶-۵- نمودار تغییرات عناصر کمیاب سنگ های منطقه در برابر تغییرات MgO ۱۳۳
- شکل ۶-۶- نمودار عنکبوتی جهت بررسی فراوانی عناصر نادر خاکی موجود در سنگ های ۱۳۵
- شکل ۶-۷- نمودار عنکبوتی جهت بررسی فراوانی عناصر ناسازگار موجود در سنگ های ۱۳۷
- شکل ۶-۸- نمودار عنکبوتی جهت بررسی فراوانی عناصر ناسازگار موجود در سنگ های ۱۳۸
- شکل ۶-۹- نمودار تغییرات نسبت های عناصر $\text{La/Yb}, \text{Th/Yb}, \text{Zr/Yb}$ ۱۴۰
- شکل ۶-۱۰- نمودار پیشنهادی پیرس (۱۹۸۳) ۱۴۱
- شکل ۶-۱۱- ترکیب دایکها بر روی نمودارهای جنسن (۱۹۷۶)، مولن (۱۹۸۳) و میاشیرو (۱۹۷۴) ۱۴۲
- شکل ۶-۱۲- روند تغییرات عناصر اصلی و کمیاب با Zr ۱۴۴
- شکل ۶-۱۳- ترکیب شیمیایی سنگ های آتشفشانی بر روی نمودارهای وینچستر ۱۴۷
- شکل ۶-۱۴- ترکیب شیمیایی دایکها بر روی نمودارهای پیرس (۱۹۸۲) ۱۴۹
- شکل ۶-۱۵- ترکیب شیمیایی دایکهای بر روی نمودارهای پیشنهادی گیل، ۱۹۸۱ ۱۵۰
- شکل ۶-۱۶- دایکهای منطقه در نمودارهای ساندرز و تارنی (۱۹۸۴) ۱۵۱
- شکل ۶-۱۷- نمودارهای تغییرات Ti/Zr و Ti/V در مقابل Zr ۱۵۲

- شکل ۶-۱۸- نمودار تغییرات Nb/Th در مقابل Y ۱۵۲
- شکل ۶-۱۹- ترکیب شیمیایی دایکها و گدازه های بالشی بر روی نمودارهای بکالوا و همکاران، ۱۹۸۳. ۱۵۳
- شکل ۶-۲۰- موقعیت نمونه های سنگ های درونی بر روی نمودار پیشنهادی برد، ۱۹۸۶. ۱۵۴
- شکل ۶-۲۱- موقعیت بازالت های مورد مطالعه بر روی نمودار پیشنهادی فراری، ۲۰۰۰. ۱۵۶
- شکل ۶-۲۲- نمودار تغییرات نسبت های عنصری K/Rb ۱۵۷
- شکل ۶-۲۳- نمودار تغییرات Cr در برابر Y (پیرس، ۱۹۸۳). ۱۵۹
- شکل ۶-۲۴- ترکیب گرانیتوئیدها بر روی نمودارهای ایروین و باراگار ۱۹۷۱ و مانیار و پیکولی، ۱۹۸۹. ۶۱
- شکل ۶-۲۵- ترکیب شیمیایی پلاژیوگرانیت و گرانیت پتاسیک منطقه بر روی نمودار ریکوود (۱۹۸۹). ۶۲
- شکل ۶-۲۶- ترکیب نمونه گرانیتوئید بر روی نمودارهای کلمن و پیترمن (۱۹۷۵) و ساروتامان (۱۹۹۳). ۱۶۲
- شکل ۶-۲۷- نمودار عنکبوتی جهت بررسی فراوانی عناصر کمیاب در گرانیتوئیدهای منطقه. ۱۶۳
- شکل ۶-۲۸- ترکیب شیمیایی گرانیتوئیدهای منطقه بر روی نمودارهای تکتونیکي ۱۶۵
- شکل ۶-۲۹- ترکیب گرانیتوئیدها بر روی نمودارهای پیشنهادی کندی، ۱۹۸۹ و مارتین، ۱۹۹۳. ۱۶۶
- شکل ۶-۳۰- طبقه بندی شیمیایی سنگ های آکالن منطقه ۱۶۹
- شکل ۶-۳۱- تغییرات عناصر کمیاب سنگ های آکالن منطقه در روی نمودارهای عنکبوتی ۱۷۱
- شکل ۶-۳۲- نمودارهای تغییرات Nb/U در مقابل Ce/U ، Zr/Y ۱۷۴
- شکل ۶-۳۳- موقعیت بازالت های مورد مطالعه بر روی نمودار پیشنهادی فراری، ۲۰۰۰. ۱۷۵
- شکل ۶-۳۴- نمودار پیشنهادی پیرس، ۱۹۸۳. ۱۷۷
- شکل ۶-۳۵- نسبت عناصر نسبتاً ناسازگار به عناصر شدیداً ناسازگار. ۱۷۸
- شکل ۶-۳۶- نمودار تغییرات Zr/Nb در مقابل Ce/Y و Nb/Y ۱۷۹
- شکل ۷-۱- طرحی فرضی از نسبت مساحت روانه های سیال به روانه های بالشی بر حسب نرخ باز شدگی. ۱۹۹
- شکل ۷-۲- مقایسه ستون چینه شناسی افیولیت های هارزبورژیتی (HOT) و لرزولیتی (LOT) ۲۰۱
- شکل ۸-۱- موقعیت اقیانوس سوان-آکرا-قره داغ در زمان ژوراسیک پایانی (آکسفوردین) ۲۰۹
- شکل ۸-۲- موقعیت اقیانوس سوان-آکرا-قره داغ در ابتدای کرتاسه ۲۱۰
- شکل ۸-۳- بسته شدن اقیانوس سوان-آکرا-قره داغ در خارج از مرزهای ایران ۲۱۱
- شکل ۸-۴- بسته شدن تقریباً کامل اقیانوس سوان-آکرا-قره داغ در خارج از مرزهای ایران ۲۱۲

عنوان

صفحه

- شکل ۸-۵- موقعیت زمیندرز سوان-آکرا- قره‌داغ در جنوب دریای خزر ۲۱۵
- شکل ۸-۶- طرح شماتیکی از مدل ژئودینامیکی پیشنهادی برای تشکیل سنگ های مورد مطالعه ۲۱۶

فهرست جدولها

عنوان	صفحه
جدول ۴-۱- نتایج آنالیز میکروپروپرب کلینوپیروکسنها در بازالت‌های مجموعه افیولیتی.....	۹۷
جدول ۴-۲- نتایج آنالیز میکروپروپرب کلینوپیروکسن ها در الترامافیکهای مجموعه افیولیتی	۹۸
جدول ۴-۳- نتایج آنالیز میکروپروپرب الیونینها در الترامافیکهای مجموعه افیولیتی	۱۰۰
جدول ۴-۴- نتایج آنالیز میکروپروپرب الیونینهای بازالت‌های مجموعه افیولیتی	۱۰۱
جدول ۴-۵- نتایج آنالیز میکروپروپرب فلدسپاتهای بازالت‌های مجموعه افیولیتی	۱۰۲
جدول ۴-۶- نتایج آنالیز میکروپروپرب کلینوپیروکسن های بازالت‌های آلكالن	۱۰۴
جدول ۴-۷- نتایج آنالیز میکروپروپرب پیروکسن های گابروهای آلكالی.....	۱۰۵
جدول ۴-۸- نتایج آنالیز میکروپروپرب الیونینها در گابروهای آلكالن	۱۰۶
جدول ۴-۹- نتایج آنالیز میکروپروپرب پلاژیوکلاز در گدازه های آلكالن.....	۱۰۷
جدول ۴-۱۰- ترکیب شیمیایی و فرمول ساختمانی کانی پلاژیوکلاز در آلكالی گابروها	۱۰۸
جدول ۵-۱- نتایج دمای ترمومتری بر حسب سانتیگراد در کلینوپیروکسن‌های سنگ‌های الترامافیک.....	۱۱۹
جدول ۵-۲- نتایج دمای ترمومتری بر حسب سانتیگراد در کلینوپیروکسن‌های سنگ‌های بازالتی.....	۱۱۹
جدول ۵-۳- نتایج دمای ترمومتری بر حسب سانتیگراد در کلینوپیروکسن‌های گابروهای آلكالن.....	۱۱۹
جدول ۵-۴- نتایج دمای ترمومتری بر حسب سانتیگراد در کلینوپیروکسن‌های بازالت‌های آلكالن	۱۱۹
جدول ۶-۱- علایم مورد استفاده در نمودارهای ژئوشیمیایی فصل ۶.....	۱۲۲
جدول ۶-۲- نتایج آنالیز اکسیدهای اصلی بازالت‌های مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر.....	۱۸۰
جدول ۶-۳- نتایج آنالیز عناصر کمیاب بازالت‌های مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر.....	۱۸۱
جدول ۶-۴- نتایج آنالیز اکسیدهای اصلی سنگ‌های الترامافیک مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر.....	۱۸۳
جدول ۶-۵- نتایج آنالیز اکسیدهای اصلی سنگ‌های گابرویی مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر.....	۱۸۳
جدول ۶-۶- نتایج آنالیز عناصر کمیاب سنگ‌های الترامافیک مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر.....	۱۸۴
جدول ۶-۷- نتایج آنالیز عناصر کمیاب سنگ‌های گابرویی مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر.....	۱۸۵
جدول ۶-۸- نتایج آنالیز اکسیدهای اصلی سنگ‌های گرانیتی مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر.....	۱۸۶
جدول ۶-۹- نتایج آنالیز عناصر کمیاب سنگ‌های گرانیتی مجموعه افیولیتی جنوب دریای خزر.....	۱۸۷
جدول ۶-۱۰- نتایج آنالیز اکسیدهای اصلی بازالت‌های آلكالن.....	۱۸۸