

الله أكبر

١٤١٨ هـ



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده علوم زمین

گروه آموزشی زمین شناسی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد M.Sc

رشته زمین شناسی - پترولوژی

عنوان

ژئوشیمی و پتروژنز سکانس پوسته ای افیولیت های خیر -

مروست، شمال غرب شهر بابک

استاد راهنما

دکتر محمد رهگشای

استاد مشاور

دکتر مرتضی خلعت بری جعفری

نگارنده

اعظم سلطان محمدی

نیمسال دوم سال تحصیلی ۸۸ - ۸۷

۱۳۸۸ / ۱۲ / ۲

مجموعه اطلاعات مرکز علمی پژوهش  
تهران

۱۳۱۸۰۴

بسمه تعالی

وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری

دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده علوم زمین

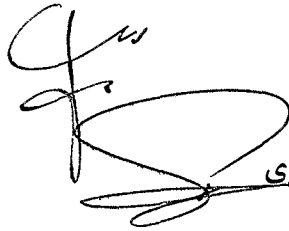
گروه آموزشی زمین شناسی

تأییدیه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

این پایان نامه توسط خانم اعظم سلطان محمدی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته

رشته زمین شناسی گرایش : پترولوژی در تاریخ ۱۳۸۸ / ۱۶ / ۲۲ مورد دفاع قرار گرفت و

براساس رأی هیأت داوران با نمره ۱۹۱۷ و درجه عالی پذیرفته شد.



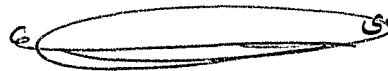
استاتید راهنما: آقای دکتر محمد رهگشای



استاد مشاور: آقای دکتر مرتضی خلعت بری جعفری



استاد داور: آقای دکتر سعید علیرضایی



استاد داور: آقای دکتر فریبرز مسعودی

---

سفر مرا به سرزمینهای سبز استوایی برد

وزیر سایه آن بانیان سبز تو مندا

چه خوب یادم هست عبارتی که به سیلاق ذهن وارد شد:

"وسیع باش و تنها و سربه زير و سخت"

---

..... برای عشق بی دینغ مادرم و مهربانی های پدرم

مشکر و سپاس

پروردگارم را شکر کنم که بار دیگر در مسیر زندگی امیدی را برای آغازی و توانی را برای انجامی، ارزانی داشت.

هر چند کلام در ارج نهادن بر همه آنان که یاری ام رسانده اند کمریزان است و من نیز ناتوان... از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر محمد رحگشای پاسکزارم که به من نه "ادون" که کرفتن را آموخت؛ نه "انکار" که کامل را؛ و نه "تسلیم" که فهمیدن را آموخت؛ نه "سکوت" را، که ترانه تلاسم و خوشبختی منتر من را به من آموخت که همه آدویان را در خود دارد.

و سپاسند معلم بزرگوارم، جناب آقای دکتر مرتضی خلعت بری که زیاده من آموخت؛ اگر کلام مراد نمی یابی، پس بگذار تا سپیده دم دیگری صبر کنیم. اگر در کوری است، پایت به آن سنگ خورده و به این دلیل نفرینش کرده ای، پس اگر سرت در آسمان به ستاره ای برسد، باید ستاره را هم نفرین کنی، پس به نوای فی نواز چنان گوش بسیر که کوئی بهار را می شنوی، حقیقت زیبا را در کترین کلام بر زبان بیاور اما حقیقت تلخ را در هیچ کلامی بر زبان نیاور.

در ادامه...

از آقایان دکتر محمد علی کی زاده و مهندس علی اکبر اسماعیلی برای تمامی مساعدت های بی منتشان در طول مطالعات صحرائی مشگرمی کنم.

از اساتید بزرگوارم دکتر سعید طبرستانی و فریبرز مسعودی که داوری این پژوهش را به عهده داشته و با نظرات خود در تکمیل نهایی این کار مرایاری رسانند، کمال شکر را می نمایم.

از آقایان دکتر ثوی شحانی مقدم و ایمان منصف برای معرفی اولیه محدود مورد مطالعه نیز مشگرمی کنم.

از تمامی دوستانم در دانشکده علوم زمین به ویژه خانم امین دهبان برای همراهی اش و همچنین اعضاء گروه کاری زمین ریز کلاوان مهندسان صدام امینی، احمد حسینی و امید عبدی برای تمامی هدایای بی نهایت پاسکزارم.

در پایان و از همه همتر بوسه بردستان عزیزانم

پدر، مادر، یگانه خواهر و برادرانم

می زخم که بدون حمایت های بی درینشان این پایان به انجام نمی رسید...

## اقرار و تعهدنامه

اینجانب اعظم سلطان محمدی دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی ، دانشکده علوم زمین ، گروه زمین شناسی ، رشته زمین شناسی - پترولوژی، پایان نامه حاضر را بر اساس مطالعات و تحقیقات شخصی خود انجام داده و در صورت استفاده از داده‌ها ، مآخذ ، منابع و نقشه‌ها به طور کامل به آن ارجاع داده‌ام ، ضمناً داده‌ها و نقشه‌های موجود را با توجه به مطالعات میدانی - صحرایی خود تدوین نموده ام . این پایان نامه پیش از این به هیچ وجه در مرجع رسمی یا غیر رسمی دیگری به عنوان گزارش یا طرح تحقیقاتی عرضه نشده است . در صورتی که خلاف آن ثابت شود ، درجه دریافتی اینجانب از اعتبار ساقط شده ، عواقب و نتایج حقوقی حاصله را می پذیرم .

تاریخ ۱۳۸۸ / ۴ / ۲۲

امضاء

---

“Let us listen to the ancient hymn, the spectacular song of the seas, that have saluted so many chains to the light.”

Emile Argand (Tectonics of Asia, 1924, 1977)

---

## چکیده

مجموعه افیولیتی تکتونیزه خبر- مروست با سن کرتاسه پسین، در بخش میانی کمربند افیولیتی نائین- بافت در حاشیه جنوب باختری خرده قاره ایران مرکزی رخنمون دارد. سنگ های درونی این مجموعه شامل هارزبورژیت سرپانتینیتی، گابرو ایزوتروپ، دایک های صفحه ای دیابازی و ترونجمیت است که توسط دایک های دیابازی منفرد و پگماتیت گابرو قطع شده اند. سنگ های خروجی این مجموعه شامل بازالت بالشی، جریان های صفحه ای و برش هیالوکلاستیک است. این سنگ ها با همبری تکتونیزه در کنار هم قرار گرفته اند.

بررسی نمودار های چند عنصری نرمالیزه نسبت به مقادیر گوشته اولیه، حاکی از غنی شدگی LILE ها و تهی شدگی از HFSE ها، به خصوص Nb در تمامی نمونه ها و Ta, Ti در برخی از آن ها است. بررسی نمودار های نرمالیزه از عناصر کمیاب نسبت به کندریت، بیان گر غنی شدگی های مختلف از عناصر LREE ها در مقابل HREE ها است که این خصوصیات قابل مقایسه با افیولیت های مدیترانه ای و مجموعه های مرتبط با محیط های فرورانش است. تمرکز های مختلف از عناصر Nb, Ta, Zr, Hf و عدم ارتباط نسبت های Nb/Ta, Zr/Hf با مقادیر MgO، ارتباط بین مقادیر Zr با نسبت های Zr/Hf، نشان گر ذوب بخشی نامتجانس و یا دخالت یک منبع نا همگن در تشکیل این سنگ ها است.

نسبت Nb/Ta که به عنوان یک اندیس ژئوشیمیایی برای تخمین میزان ذوب بخشی یک مورب گوشته ای تهی شده (DMM) و میزان تهی شدگی به کار می آید، در سنگ های این مجموعه مورد استفاده قرار گرفت. این نسبت (Nb/Ta= 4.4) در دایک های پگماتیت گابرویی و کمپلکس دایک های دیابازی صفحه ای از مقدار معمول در یک DMM با نسبت (Nb/Ta=14) که قبلا درجات ذوب بخشی را سپری نکرده اند، بسیار کمتر است. نمودار Nb/Ta در مقابل Ta نیز بیان گر منبع DMM با بیش از ۷٪ درجه ذوب بخشی جهت ماگمای سازنده پگماتیت گابرو و کمپلکس دایک دیابازی است. در مقابل بازالت بالشی، جریان صفحه ای، دایک های دیابازی منفرد و ترونجمیت با مقادیر بالاتر Nb/Ta (۲،۱۰-۲۱) بیان گر یک منبع DMM با درجات کمتری از ذوب بخشی اند (کمتر از ۵٪). به علاوه بررسی رفتار عناصر متحرک/غیرمتحرک در فاز سیالات/ مذاب نیز مؤید این مطلب و بیان گر نقش متفاوت ترکیبات مشتق شده از صفحه فرورونده در تکوین این دسته از سنگ ها است به طوری که نسبت های پایین Th/Ta (۰،۵-۱،۷) و بالای Ba/Th (۲۰۹-۱۱۷۳) در پگماتیت گابرو و کمپلکس دایک های صفحه ای بیان گر نقش بیشتر سیالات در مقابل نسبت های اندک Ba/Th (۲۰،۶۴-۴۵۸) و بالاتر Th/Ta (۱،۹-۱۶،۱) بیان گر نقش بیشتر ترکیبات مذاب مانند در تشکیل دایک های دیابازی منفرد، ترونجمیت، گدازه های بالشی و جریان های صفحه ای است.

بررسی های زمین شناسی و ژئوشیمیایی این مجموعه نشان از منبع (Source) ناهمگن در تشکیل آن ها بوده که با فرورانش پلیت عربی به زیر خرده قاره ایران مرکزی و در سیستم سوپراسابداکشن قابل توجیه است.

واژه های کلیدی: افیولیت تکتونیزه، کمربند افیولیتی نائین- بافت، منبع ناهمگن، ذوب بخشی، عناصر متحرک/غیر متحرک، فازهای سیال/ مذاب، سیستم های سوپراسابداکشن.



## فهرست مطالب

### فصل اول / کلیات

- ۱-۱ مقدمه ..... ۱
- ۲-۱ تقسیم بندی افیولیت ها ..... ۱
- ۳-۱ ضرورت و اهداف انجام مطالعه ..... ۷
- ۴-۱ تاریخچه مطالعات قبلی ..... ۹
- ۵-۱ موقعیت و مشخصات جغرافیایی محدوده مورد مطالعه ..... ۱۱
- ۱-۵-۱ موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی ..... ۱۱
- ۲-۵-۱ آب و هوا و ژئومورفولوژی ..... ۱۳
- ۶-۱ روش مطالعه ..... ۱۵

### فصل دوم / زمین شناسی عمومی

- ۱-۲ افیولیت های ایران ..... ۱۷
- ۲-۲ کمر بند افیولیتی نائین - شهر بابک - بافت ..... ۲۰
- ۱-۲-۲ افیولیت نائین ..... ۲۱
- ۲-۲-۲ افیولیت شهر بابک ..... ۲۱
- ۳-۲-۲ افیولیت بافت ..... ۲۲
- ۳-۲ زون ماگمایی ارومیه دختر و رخنمون آن در منطقه ..... ۲۲
- ۴-۲ زون سنندج - سیرجان و رخنمون آن در منطقه ..... ۲۶
- ۵-۲ مقایسه مجموعه افیولیتی با یک توالی کامل افیولیتی ..... ۲۶
- ۶-۲ واحدهای سنگی ماگمایی در مجموعه افیولیتی مورد مطالعه ..... ۲۸
- ۱-۶-۲ پریدوتیت ها ..... ۲۸
- ۲-۶-۲ گابروهای ایزوتروپ ..... ۳۰
- ۳-۶-۲ پلاژیوگرانیت های اقیانوسی ..... ۳۱

- ۳۳..... ۲-۶-۴ دایک های مافیک بخش پوسته ای مجموعه افیولیتی
- ۳۳..... ۲-۶-۴-۱ کمپلکس دایک های صفحه ای
- ۳۴..... ۲-۶-۴-۲ دایک های دیابازی منفرد
- ۳۴..... ۲-۶-۵ واحدهای ولکانیکی
- ۳۶..... ۲-۷-۷ واحدهای رسوبی تشکیل دهنده مجموعه افیولیتی
- ۳۶..... ۲-۷-۱ سنگ آهک پلاژیک
- ۳۸..... ۲-۷-۲ رادیولاریت ها
- ۳۹..... ۲-۷-۳ شیل ها
- ۳۹..... ۲-۸-۸ سایر واحدهای چینه ای
- ۳۹..... ۲-۸-۱ فلیش ها
- ۴۰..... ۲-۸-۲ واحدهای نئوژن
- ۴۰..... ۲-۸-۳ واحدهای کواترنری
- ۴۱..... ۲-۹ رخدادهای تکتونیکی
- ۴۲..... ۲-۱۰ پتانسیل های اقتصادی
- ۴۳..... ۲-۱۱ نتیجه گیری

### فصل سوم / پتروگرافی

- ۶۰..... ۳-۱ خصوصیات پتروگرافی واحدهای افیولیتی
- ۷۵..... ۳-۲ انواع سنگی بعد از افیولیت زایی
- ۸۱..... ۳-۳ تفسیر پدیده ها
- ۸۹..... ۳-۴ شواهد پتروگرافی و ارتباط آن با فرورانش
- ۹۲..... ۳-۵ نتیجه گیری

### فصل چهارم / ژئوشیمی

- ۱۱۷..... ۴-۱ نام گذاری نمونه های سنگی در مجموعه افیولیتی مورد مطالعه بر اساس ترکیب شیمیایی
- ۱۲۰..... ۴-۲ بررسی روند ماگمایی
- ۱۲۷..... ۴-۳ ویژگی های ژئوشیمیایی افیولیت های مرتبط با مناطق فرورانش
- ۱۳۰..... ۴-۴ نمودار های چندعنصری نرمالیزه نسبت به مقادیر گوشته اولیه و کندریت

۱۳۰.....	۱-۴-۴ ترونجمیت ها
۱۳۳.....	۲-۴-۴ کمپلکس دایک های صفحه ای
۱۳۶.....	۳-۴-۴ واحدهای ولکانیکی
۱۳۹.....	۴-۴-۴ دایک های دیابازی منفرد
۱۴۳.....	۵-۴-۴ دایک های پگماتیت گابرویی
۱۴۳.....	۶-۴-۴ دایک آبساروکیتی
۱۴۶.....	۵-۴ جایگاه تکتونوماگمایی نمونه های مورد بحث
۱۵۳.....	۶-۴ نتیجه گیری

### فصل پنجم / پتروژنز

۱۵۴.....	۱-۵ ارتباط پتروژنتیکی واحدهای معرفی شده با محیط های فرورانش
۱۶۱.....	۲-۵ ارتباط الگوی عناصر نادر خاکی با منبع ماگما
۱۶۴.....	۳-۵ نقش فرایند های مرتبط با فرورانش
۱۶۴.....	۱-۳-۵ نقش ترکیبات مختلف ناشی از فرایند فرورانش
۱۷۵.....	۲-۳-۵ نقش درجات مختلف ذوب بخشی در تنوع ماگمایی موجود
۱۸۰.....	۴-۵ ارتباط بین سری های ماگمایی و فرورانش در پتروژنز واحدهای افیولیتی معرفی شده
۱۸۳.....	۵-۵ نتیجه گیری
۱۸۶.....	فصل ششم / نتیجه گیری

I..... منابع

I..... پیوست

فصل اول / کلیات

- شکل ۱-۱) مراحل تشکیل افیولیت های نوع تتیسی..... ۳
- شکل ۱-۲) مراحل تشکیل افیولیت های نوع کوردیلرایی..... ۴
- شکل ۳-۱) نقشه تکتونیکی ساده شده از قاره آسیا..... ۸
- شکل ۴-۱) نقشه راه های دسترسی به محدوده مورد مطالعه..... ۱۲
- شکل ۵-۱) تصویر ماهواره ای از محدوده مورد مطالعه..... ۱۴

فصل دوم / زمین شناسی عمومی

- شکل ۱-۲) گسترش کمپلکس های افیولیتی در ایران (Khalatbari-Jafari et al, 2006)..... ۱۸
- شکل ۲-۲) موقعیت افیولیت های ایران در رابطه با افیولیت های خاور مدیترانه (Dilek, 2009)..... ۱۹
- شکل ۳-۲) تصویر ماهواره ای از محدوده مورد مطالعه و موقعیت آن نسبت به سایر واحدهای زمین شناسی..... ۲۴
- شکل ۴-۲) نقشه زمین شناسی شماتیک از محدوده مورد مطالعه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰..... ۲۵
- شکل ۵-۲) نقشه زمین شناسی شماتیک از محدوده مورد مطالعه در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰..... ۲۹
- شکل ۶-۲) تصویر میکروسکوپی از نمونه رادیولاریت های موجود در بین واحدهای آندزیتی..... ۳۸
- شکل ۷-۲) تصویر میکروسکوپی از نمونه سنگ آهک پلاژیک محتوی فسیل های گلوبوترونکارا آرکا..... ۳۸
- شکل ۸-۲) توالی افیولیتی پیشنهادی بر اساس روابط صحرایی..... ۴۵
- شکل ۹-۲) محل جدایش واحدهای افیولیتی از واحدهای ولکانیکی جوانتر در دره چاه بنه..... ۴۶
- شکل ۱۰-۲) رخنمون دایک های دیابازی منفرد در واحدهای پریدوتیتی در چاه خرما..... ۴۶
- شکل ۱۱-۲) رخنمون بلوک های نابرجا از سنگ آهک پلاژیک در واحدهای پریدوتیتی..... ۴۷
- شکل ۱۲-۲) برش متشکل از قطعات پریدوتیت، چاه خرما..... ۴۷
- شکل ۱۳-۲) گسترش توده های لیسونیتی در دره چاه بنه..... ۴۸

- شکل ۲-۱۴) نمایی از پیچ پگماتیت گابرویی بودینه شده، چاه خرما..... ۴۸
- شکل ۲-۱۵) نمایی از واحدهای افیولیتی متشکل از پریدوتیت، کمپلکس دایک های صفحه ای، سنگ آهک پلاژیک، دره چاه بنه..... ۴۹
- شکل ۲-۱۶) رخنمونی از توده ترونجمیتی در کنار واحدهای ولکانیکی در بین کمپلکس دایک های صفحه ای، دره چاه بنه..... ۵۰
- شکل ۲-۱۷) رخنمون بلوک های ولکانیکی در بین دایک های صفحه ای در دره چاه بنه..... ۵۰
- شکل ۲-۱۸) نمایی از برش های ولکانیکی در دره چاه بنه..... ۵۱
- شکل ۲-۱۹) رخنمون دایک آندزیتی در توده ترونجمیتی..... ۵۲
- شکل ۲-۲۰) رخنمون وسیعی از جریان های صفحه ای آندزیتی در ارتفاعات چهل گله بان..... ۵۳
- شکل ۲-۲۱) تشکیل پیزولیت های منگنز دار همراه با سنگ آهک پلاژیک، چاه بنه..... ۵۳
- شکل ۲-۲۲) مورفولوژی تپه ماهوره ای از کمپلکس دایک های صفحه ای در تماس گسله با سنگ آهک پلاژیک، تل چهل ملک..... ۵۴
- شکل ۲-۲۳) همبری عادی دایک های صفحه ای و گدازه های بازالتی، تل چهل ملک..... ۵۴
- شکل ۲-۲۴) رخنمون گدازه ای بالشی در تل سرخ و پوشش آن ها توسط رادیولاریت ها..... ۵۵
- شکل ۲-۲۵) رخنمون رادیولاریت ها به صورت میان لایه ای داخل جریان های صفحه ای آندزیتی، تل سرخ..... ۵۶
- شکل ۲-۲۶) پوشش جریان های صفحه ای آندزیتی با تماس عادی توسط رادیولاریت ها ، تل سرخ..... ۵۶
- شکل ۲-۲۷) تزریق پلاژیوگرانیت ها در واحدهای گابرویی و تشکیل برش های گابرویی..... ۵۷
- شکل ۲-۲۸) رخنمون دایک های پگماتیت گابرویی منفرد در واحدهای پریدوتیتی، کوه تل سرخ..... ۵۷

#### فصل سوم / پتروگرافی

- شکل ۳-۱) تقسیم بندی انواع سنگ های موجود در مجموعه افیولیتی مورد مطالعه بر اساس مطالعات پتروگرافی ۵۹
- شکل ۳-۲) مراحل مختلف فرورانش در یک صفحه فرورونده و ارتباط محیط های کششی ایجاد شده با رگچه های موازی و منقطع..... ۹۳
- تابلو ۱) تصاویر میکروسکوپی از واحدهای ولکانیکی متعلق به بعد از افیولیت زاپی..... ۹۷
- تابلو ۲) تصاویر میکروسکوپی از واحدهای ولکانیکی متعلق به بعد از افیولیت زاپی..... ۹۹

- تابلو ۳) تصاویر میکروسکوپی از واحدهای ولکانیکی متعلق به بعد از افیولیت زایی ..... ۱۰۱
- تابلو ۴) تصاویر میکروسکوپی از توده های نفوذی واحدهای افیولیتی ..... ۱۰۳
- تابلو ۵) تصاویر میکروسکوپی از توده های نفوذی از واحدهای افیولیتی ..... ۱۰۵
- تابلو ۶) تصاویر میکروسکوپی از توده های نفوذی از واحدهای افیولیتی ..... ۱۰۷
- تابلو ۷) تصاویر میکروسکوپی از انواع دایک ها و بلوک های موجود در مجموعه افیولیتی ..... ۱۰۹
- تابلو ۸) تصاویر میکروسکوپی از انواع دایک های دیابازی منفرد و کمپلکس دایک های صفحه ای ..... ۱۱۱
- تابلو ۹) تصاویر میکروسکوپی از واحدهای ولکانیکی متعلق به مجموعه افیولیتی ..... ۱۱۳
- تابلو ۱۰) تصاویر میکروسکوپی از واحدهای ولکانیکی متعلق به مجموعه افیولیتی ..... ۱۱۵

#### فصل چهارم / ژئوشیمی

- شکل ۱-۴) علانم به کاررفته در نمودارهای مختلف جهت تفکیک نمونه های مورد بحث ..... ۱۱۷
- شکل ۲-۴) نمودار  $\text{SiO}_2$  در مقابل  $\text{Zr/TiO}_2$  (Floyd and Winchester, 1978) ..... ۱۱۹
- شکل ۳-۴) نمودار  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  در مقابل  $\text{SiO}_2$  (Le bas et al., 1986) ..... ۱۱۹
- شکل ۴-۴) نمودار Th در مقابل Co به منظور نامگذاری و تعیین سری ماگمایی واحدهای سنگی (Hastie et al., 2007) ..... ۱۲۰
- شکل ۵-۴) نمودارهای دوتایی اکسیدهای اصلی در مقابل اکسید منیزیم در نمونه های مورد مطالعه ..... ۱۲۳
- شکل ۶-۴) نمودارهای دوتایی عناصر کمیاب در مقابل اکسید منیزیم در نمونه های مورد مطالعه ..... ۱۲۴
- شکل ۷-۴) مقدار عدد کرم اسپینل ها در پریدوتیت های محیط های مختلف تکتونیکی (After Dick and Bullen, 1984) ..... ۱۳۰
- شکل ۸-۴) نمودار چند عنصری نمونه ترونجمیتی، نرمالایز شده نسبت به مقادیر گوشته اولیه (Sun and McDonough, 1989) ..... ۱۳۲
- شکل ۹-۴) نمودار عناصر نادرخاکی نمونه ترونجمیتی، نرمالایز شده نسبت به مقادیر کندریت (Sun and McDonough, 1989) و مقایسه آن با روند عمومی E-MORB ..... ۱۳۲
- شکل ۱۰-۴) نمودار چند عنصری کمپلکس دایک های صفحه ای نرمالایز شده نسبت به مقادیر گوشته اولیه (Sun and McDonough, 1989) ..... ۱۳۵

- شکل ۴-۱۱) نمودار عناصر نادرخاکی نمونه کمپلکس دایک های صفحه ای، نرمالایز شده نسبت به مقادیر کندریت (Sun and McDonough, 1989) و مقایسه آن با روند N-MORB..... ۱۳۵
- شکل ۴-۱۲) نمودار چند عنصری نمونه های ولکانیکی، نرمالایز شده نسبت به مقادیر گوشته اولیه (Sun and McDonough, 1989)..... ۱۳۸
- شکل ۴-۱۳) نمودار عناصر نادرخاکی نمونه های ولکانیکی، نرمالایز شده نسبت به مقادیر کندریت (Sun and McDonough, 1989) و مقایسه آن ها با روند E-MORB, N-MORB, IAB..... ۱۳۸
- شکل ۴-۱۴) نمودار چند عنصری دایک های دیابازی منفرد، نرمالایز شده نسبت به مقادیر گوشته اولیه (Sun and McDonough, 1989)..... ۱۴۱
- شکل ۴-۱۵) نمودار عناصر نادرخاکی نمونه دایک های دیابازی منفرد، نرمالایز شده نسبت به مقادیر کندریت (Sun and McDonough, 1989) و تشابه آن ها با روند عمومی E-MORB..... ۱۴۱
- شکل ۴-۱۶) نمودار چند عنصری نمونه دایک کوارتز دیوریتی- کوارتز مونزودیوریتی نرمالایز شده نسبت به مقادیر گوشته اولیه (Sun and McDonough, 1989)..... ۱۴۲
- شکل ۴-۱۷) نمودار عناصر نادرخاکی نمونه دایک کوارتز مونزودیوریتی- کوارتز دیوریتی نرمالایز شده نسبت به مقادیر کندریت (Sun and McDonough, 1989)..... ۱۴۲
- شکل ۴-۱۸) نمودار چند عنصری نمونه دایک های پگماتیت گابرویی منفرد، نرمالایز شده نسبت به مقادیر گوشته اولیه (Sun and McDonough, 1989)..... ۱۴۴
- شکل ۴-۱۹) نمودار عناصر نادرخاکی نمونه دایک های پگماتیت گابرویی منفرد، نرمالایز شده نسبت به مقادیر کندریت (Sun and McDonough, 1989)..... ۱۴۴
- شکل ۴-۲۰) نمودار چند عنصری نمونه دایک آبساروکیتی، نرمالایز شده نسبت به مقادیر گوشته اولیه (Sun and McDonough, 1989)..... ۱۴۵
- شکل ۴-۲۱) نمودار عناصر نادرخاکی نمونه دایک آبساروکیتی، نرمالایز شده نسبت به مقادیر کندریت (Sun and McDonough, 1989) و مقایسه آن با روند OIB..... ۱۴۵
- شکل ۴-۲۲) نمودار Zr/Y در مقابل Zr برای تفکیک بازالت ها بر اساس جایگاه تکتونیکی (Pearce and Norroy, 1979)..... ۱۴۸
- شکل ۴-۲۳) نمودار سه تایی Hf-Th-Ta (Wood, 1979) جهت تفکیک انواع بازالت ها بر اساس محیط تکتونیکی ۱۴۹
- شکل ۴-۲۴) انواع نمودار های سه تایی عناصر کمیاب به منظور تفکیک بازالت ها در محیط های تکتونوماگمایی مختلف..... ۱۵۰

- شکل ۴-۲۵) نمودار Nb/Th در مقابل Y (after Jenner et al., 1991) ..... ۱۵۱
- شکل ۴-۲۶) نمودار V در مقابل Ti (after Shervais, 1982) ..... ۱۵۲
- شکل ۴-۲۷) نمودار تفکیک محیط تکتونیکی بر اساس مقادیر V-Ti و نقش فوگاسیته اکسیژن بر محیط (after Shervais, 1982) ..... ۱۵۲

### فصل پنجم / پتروژنز

- شکل ۵-۱) تصویر شماتیک از سیستم های فرورانش داخل اقیانوسی و نقش منابع مختلف در مشاء ماگما (Hawkins, 2003) ..... ۱۵۶
- شکل ۵-۲) نمودار Th/Yb در مقابل Ta/Yb (Pearce et al., 1982) ..... ۱۵۸
- شکل ۵-۳) نمودار نسبت های Ce/Nb در مقابل Th/Nb (after Saunders and Tarney., 1991) ..... ۱۶۰
- شکل ۵-۴) تاثیر ذوب بخشی با توجه به منابع گوشته ای مختلف بر میزان تمرکز عناصر نادر خاکی ..... ۱۶۳
- شکل ۵-۵) هیستوگرام نسبت های Th/Ta در نمونه های موجود در مجموعه افیولیتی ..... ۱۶۶
- شکل ۵-۶) هیستوگرام نسبت های Ba/Th در نمونه های موجود در مجموعه افیولیتی ..... ۱۶۶
- شکل ۵-۷) هیستوگرام نسبت های W/Th در نمونه های موجود در مجموعه افیولیتی ..... ۱۶۷
- شکل ۵-۸) هیستوگرام نسبت های Nb/Ta در نمونه های موجود در مجموعه افیولیتی ..... ۱۶۷
- شکل ۵-۹) نمودار دوتایی نسبت W در مقابل MgO ..... ۱۷۰
- شکل ۵-۱۰) نمودار نسبت Ta/W در مقابل Ta ..... ۱۷۱
- شکل ۵-۱۱) نمودارهای دوتایی نسبت های W/Th در مقابل مقادیر Ce/Pb, W/U, Th ..... ۱۷۲
- شکل ۵-۱۲) نسبت W/Ba در مقابل مقدار Ba ..... ۱۷۳
- شکل ۵-۱۳) نمودار Ba/Th در مقابل Th به منظور دخالت ترکیبات مختلف در محیط های فرورانش (Munker et al., 2004) ..... ۱۷۴
- شکل ۵-۱۴) نمودار W/Th در مقابل Zr/Hf ..... ۱۷۴
- شکل ۵-۱۵) نمودار تغییرات Nb/Ta و Zr/Hf در مقابل MgO ..... ۱۷۶
- شکل ۵-۱۶) تغییرات درجات تهی شدگی با تغییرات Zr-Hf (Konig et al, 2008) ..... ۱۷۷



- شکل ۵-۱۷) نمودار  $Nb/Ta$  در مقابل  $Ta$  به منظور محاسبه درجات مختلف ذوب بخشی در یک منبع گوشته ای تهی شده (Caulfield et al., 2008)..... ۱۷۹
- شکل ۵-۱۸) نمودار ارتباط بین درجات تهی شدگی در منشاء ماگما و مقدار  $Nb/Ta$  در نمونه های مرتبط با مجموعه افیولیتی (Caulfield et al., 2008)..... ۱۸۰
- شکل ۵-۱۹) تصویر شماتیک از سری های ماگمایی مختلف و منشاء ولکانیسم های مربوط به مناطق کمائی از مراحل ابتدائی تا بلوغ (Haragushi et al., 2008)..... ۱۸۱
- شکل ۵-۲۰) مدل تکتونوماگمایی ارائه شده برای تکامل حوزه فرورانش اقیانوس نئوتتیس در مدیترانه (Dilek, 2009)..... ۱۸۴
- شکل ۵-۲۱) روند تکامل ماگما تشکیل دهنده واحدهای مختلف مجموعه افیولیتی مورد مطالعه در ارتباط با محیط فرورانش ..... ۱۸۵

### پیوست

شکل A.1) نقشه زمین شناسی شماتیک از محدوده مورد مطالعه و موقعیت نمونه های برداشت شده ..... پیوست

## فهرست جداول

### فصل اول / کلیات

جدول ۱-۱ مشخصات افیولیت های نوع تتیسی و کوردیلرایی ..... ۵

جدول ۱-۲ تقسیم بندی انواع افیولیت ها و خصوصیات مختلف آن ها ..... ۶

### فصل سوم / پتروگرافی

جدول ۱-۳ خلاصه ای از خصوصیات پتروگرافی واحدهای افیولیتی ..... ۹۴

جدول ۲-۳ خلاصه ای از خصوصیات پتروگرافی واحدهای سنگی متعلق به بعد از فرایند های افیولیت زایی ..... ۹۵

### فصل چهارم / ژئوشیمی

جدول ۱-۴ مشخصات و نتایج حاصل از آنالیز کل سنگ در نمونه های مورد مطالعه ..... ۱۲۶

### فصل پنجم / پتروژنز

جدول ۱-۵ نسبت های محاسبه شده در نمونه های مورد آنالیز شیمیایی در این مطالعه ..... ۱۶۸

\*\*

جدول A.1 فهرست نمونه های مورد مطالعه به همراه موقعیت و محل نمونه برداری ..... پیوست

جدول A.2 مشخصات کانیایی و ساختاری نمونه های مورد مطالعه ..... پیوست

فصل اول مقدمه

---

---

CHAPTER ONE INTRODUCTION

## فصل اول

## کلیات

## ۱-۱ مقدمه

مطالعه افیولیت ها به عنوان بخشی از لیتوسفر اقیانوسی می تواند اطلاعات ارزشمندی در رابطه با تکامل پوسته اقیانوسی ارائه نماید. علاوه بر این، مطالعه این سنگ ها می تواند اطلاعات ارزشمندی در رابطه با تحول ماگمای مادر در این سنگ ها و خاستگاه تکتونوماگمایی افیولیت ها ارائه دهد.

واژه "افیولیت" نخستین بار در سال ۱۸۱۳ توسط Brongniart کانی شناس فرانسوی به کار رفت. مفهوم افیولیت نیز در اوایل قرن ۱۹ در اروپا به نحو گسترده ای مطرح شد و به دنبال آن مطالعات گسترده ای در این زمینه صورت گرفت. در نهایت در سال ۱۹۷۲ در کنفرانس پنروز (penrose conference) تعریفی جامع از آن ارائه گردید. بر اساس این تعریف، افیولیت ها بقایایی از پوسته اقیانوسی قدیمی اند و محیط تشکیل آن را مختص به پشته های میان اقیانوسی فرض نمودند. طی سال های ۱۹۸۰-۱۹۹۰ مطالعات ژئوشیمیایی این دیدگاه را تغییر داد و حضور ماگمایی تحول یافته را در ارتباط با حوزه های فرورانش پیشنهاد نمود که منجر به تعریف افیولیت های مرتبط با زون های فرورانش "*(Supra-subduction type ophiolites)*" شد (Dilek, 2003). با توجه به این تعریف، از طرفی با در نظر گرفتن عواملی مانند سیالات مشتق شده در نواحی فرورانش و تاریخچه ذوب در ماگمای سازنده افیولیت ها، جایگاه تشکیل افیولیت ها علاوه بر پشته های میان اقیانوسی در محیط های فرورانش مانند جلوکمان، کمان های اولیه (Embryonic arc) و پشت کمان نیز معرفی شده اند. با توجه به دیدگاه های مختلف، تقسیم بندی های گوناگونی در مورد افیولیت ها ارائه شده است. در ادامه به مستندترین و رایج ترین تقسیم بندی های ارائه شده، اشاره می شود.

## ۱-۲ تقسیم بندی افیولیت ها

به طور کلی افیولیت ها بر اساس دیدگاه های مختلفی تقسیم بندی شده اند. به عنوان مثال Moores (1982) افیولیت ها را بر اساس ساختارهای درونی به انواع افیولیت های تتیسی و کوردیلرایی تقسیم نموده است. تفاوت بین انواع افیولیت های تتیسی و کوردیلرایی می تواند به دلیل تفاوت در مراحل تکاملی افیولیت های مذکور (شکل ۱-۲، ۱) در زمان تشکیل آن ها