

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه دامغان
دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی (گرایش پترولوژی)

ژئوشیمی و پتروژنز گنبد های ولکانیکی منطقه شمال غرب سبزوار با

تکیه بر مطالعات ایزوتوپی Sr-Nd

توسط:

ابراهیم محمدی گورجی

اساتید راهنما:

دکتر قاسم قربانی

اساتید مشاور:

دکتر هادی شفایی مقدم

بهمن ماه ۱۳۹۱

اللَّهُمَّ احْمَدُكَ

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه دامغان
دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی (گرایش پترولوژی)

ژئوشیمی و پتروژنز گنبد های ولکانیکی منطقه شمال غرب سبزوار با تکیه
بر مطالعات ایزوتوپی Sr-Nd

توسط:

ابراهیم محمدی گورجی

استاد راهنما:

دکتر قاسم قربانی

استاد مشاور:

دکتر هادی شفایی مقدم

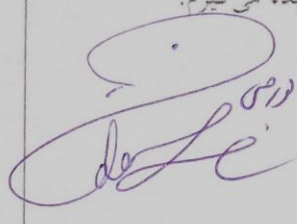
بهمن ماه ۱۳۹۱

تعهدنامه‌ی اصالت پایان نامه / رساله دانشگاه دامغان

اینجانب **ابراهیم محمد زوربی** دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد / دکتری رشته‌ی **سینتیک** گرایش **پetrology** دانشگاه **علم‌سنج** دامغان به شماره دانشجویی **۹۱۱۴۲۲۰۱** که در تاریخ **۹۱/۱۱/۱۷** از پایان‌نامه / رساله‌ی تحصیلی خود تحت عنوان **تاثیر آبریزش آب در سینتیک و پایداری کانیست‌های کربنات در سنگ‌های رسوبی** با نیت **ربط‌دهی $Sr-Nd$ ایزوتوپ**

دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

- (۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.
- (۲) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد و در موارد استفاده از نتایج دیگران به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- (۳) در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، رساله، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت‌های آن‌ها) استفاده شده است، ضوابط و اصول اخلاق علمی رعایت شده است.
- (۴) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هرگونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه دامغان، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.
- (۵) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه دامغان را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.
- (۶) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه دامغان را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات مربوطه رفتار نماید.
- (۷) مسئولیت صحت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.

نام و نام خانوادگی دانشجو: **ابراهیم محمد زوربی**
امضاء: 
تاریخ: **۹۱/۱۲/۱۵**

تمامی حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات، کتاب و نرم افزار حاصل از انجام این پایان‌نامه / رساله، متعلق به **دانشگاه دامغان** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقررات مربوطه و ذکر منبع بلامانع است.

به نام خدا

ژئوشیمی و پتروژنز گنبد های ولکانیکی منطقه شمال غرب سبزواری با تکیه بر
مطالعات ایزوتوپی Sr-Nd

توسط:

ابراهیم محمدی گورجی

پایان نامه ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی
از فعالیت های تحصیلی لازم به منظور اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته:

زمین شناسی (گرایش پترولوژی)
از دانشگاه دامغان

ارزیابی و تأیید شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر قاسم قربانی، استادیار زمین شناسی - پترولوژی دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان (استاد راهنما)
دکتر هادی شفایی مقدم، استادیار زمین شناسی - پترولوژی دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان (استاد مشاور)
دکتر رضا ظهیری استادیار زمین شناسی - کانی شناسی دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان (استاد داور)
دکتر علی اکبر حسن نژاد استادیار زمین شناسی - اقتصادی دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان (استاد داور)
دکتر محسن خادمی استادیار تکتونیک دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان (نماینده تحصیلات تکمیلی)

بهمن ماه ۱۳۹۱

تقدیم بہ:

پدرم و مادر مہربانم

سپاسگزاری

بی‌شک انگریزها در این پژوهش هرگز ره به جایی نمی‌برد و اکنون این گزیده در برابر دیدگان نبود.
و چه ناسزاوار است انگریزها را کوچک شمردیم؛

پیش‌تر از همه دین‌دوستان قاسم قربانی و دکتر مهدی شفیعی بر نگارنده همدست که بار هدایت و راهنمایی این
تحقیق را بر دوش کشیدند و کاستی‌های شاکر در آن را از دستگیری پذیرفتند. جلای علمی این دو قربانی‌شک
حاصل‌جهد و مداومت این دو عزیز است که همواره با صداقت علمی همراه بود.

باشد که در برابر این دو عزیز همیشه حق شناس، متواضع و قدردان باشم.

از پدر و مادر فداکارم که سایه تعلیم و تربیتشان بر زندگی من مستولی است نهایت قدردانی و سپاسگزاری را به

جامی آورم.

از آقای علی‌جزئی ترابی مسئول کارگاه دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان برای همکاری‌شان تشکر می‌کنم.

دانشی را که خدا داد به تو باد و دست
من معتمد که در آن ستری هست
بایک دست گره از کار خود برداری
با دست دگر گیری دست دگران

چکیده

ژئوشیمی و پتروژنز گنبد های ولکانیکی منطقه شمال غرب سبزوار با تکیه بر مطالعات ایزوتوپی Sr-Nd

به وسیله:

ابراهیم محمدی گورجی

منطقه مورد مطالعه در دو موقعیت جغرافیایی در شمال و شمال غربی سبزوار بین طول‌های جغرافیایی $30^{\circ}57'$ تا $40^{\circ}57'$ شرقی و عرضهای جغرافیایی $20^{\circ}36'$ تا $40^{\circ}36'$ شمالی به وسعت 200 کیلومتر مربع و در شمال باشتین بین طول‌های جغرافیایی $05^{\circ}57'$ تا $25^{\circ}57'$ شرقی و عرضهای جغرافیایی $15^{\circ}36'$ تا $25^{\circ}36'$ شمالی به وسعت 300 کیلومتر مربع واقع شده و بخشی از زون افیولیتی سبزوار محسوب می شود. تعداد زیادی گنبد های ولکانیکی با ترکیب آندزیت تا ریولیت در آن زون نفوذ کرده‌اند. این سنگ ها مربوط به فعالیت های احتمالاً پلیو-پلئیسٹوسن بوده که به صورت گنبد های نیمه عمیق تا آتشفشانی در منطقه وجود دارند. بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی سنگ های منطقه مورد مطالعه دارای ویژگی های شیمیایی $56\% > \text{SiO}_2$ ، $15\% > \text{Al}_2\text{O}_3$ ، $\text{MgO} < 3\%$ ، $\text{Sr} > 400 \text{ ppm}$ و غنی شدگی از عناصر LILE و LREE و تهی شدگی از عناصر Y و HREE ($Y < 18$ و $Yb < 1.9$) و نسبت های بالای $\text{Sr}/Y > 40$ و $\text{La}/Yb > 2$ بوده و نشان دهنده ویژگی های آداکیتی می باشند. این آداکیت ها به گروه آداکیت های غنی از سیلیس تعلق دارند و دارای ماهیت متآلومین و سری کالک-آلکالین پتاسیم متوسط تا بالا می باشند. ویژگی های ژئوشیمیایی نمونه های مورد مطالعه، از جمله غنی شدگی از عناصر LREE و LILE نسبت به HREE و HFSE، آنومالی منفی عناصر TNT (Ta-Nb-Ti) و موقعیت آنها در نمودارهای متمایزکننده محیط های تکتونیک، نشان دهنده آن است که این سنگ ها در محیط مرتبط با زون های فرورانش تشکیل شده اند. بررسی های جامع ویژگی های زمین شناسی صحرایی، پتروگرافی، ژئوشیمیایی و ایزوتوپی حکایت از آن دارند که آداکیت های منطقه مورد مطالعه دو دسته می باشند: ۱- آداکیت های دامنه جنوبی نوار افیولیتی شمال سبزوار (ساروق، زرد کوهی، کوه سفید) که دارای ترکیب ریولیتی بوده و بسیار تفریق یافته می باشند (احتمالاً مشابه با پسودو آداکیت ها)، ۲- آداکیت های دامنه شمالی نوار افیولیتی شمال سبزوار (نوده انقلاب و کمرتنگ) که دارای ترکیب آندزیتی و داسیتی هستند و تفریق یافتگی کمتری دارند. مطالعات ایزوتوپی نشان می دهد واحدهای آتشفشانی مورد مطالعه در نمودار های ایزوتوپی در محدوده مرز گوشته رایچ (PREMA) با MORB واقع شده و نشان دهنده آن است که سنگ های مورد مطالعه از یک گوشته نسبتاً تهی شده مشابه با تیپ مورب همراه با مقدار کمی آرایش پوسته ای نشأت گرفته اند.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فهرست مطالب ز

فهرست جداول ح

فهرست اشکال ح

فصل اول: (کلیات)

۲-۱- مقدمه ۲

۲-۱- موقعیت جغرافیایی ۳

۳-۱- راه های ارتباطی ۳

۴-۱- آب و هوا و جغرافیای انسانی ۳

۵-۱- ژئو مورفولوژی منطقه ۶

۶-۱- مطالعات قبلی ۱۲

۵-۱- هدف از مطالعه ۱۳

۶-۱- روش تحقیق ۱۴

فصل دوم: (زمین شناسی عمومی)

۱-۲- مقدمه ۱۶

۲-۲- زمین شناسی عمومی منطقه ۱۷

۳-۲- واحدهای سنگی اصلی منطقه ۲۰

۳-۲-۱- واحدهای افیولیتی کرتاسه فوقانی ۲۰

۲۰	۲-۳-۲- واحدهای رسوبی
۲۴	۳-۳-۲- سنگهای آذرین اسیدی و حدواسط بعد از ائوسن
۲۸	۴-۲- زمین شناسی ساختمانی منطقه
۲۹	۵-۲- پتانسیل های معدنی
۲۹	۵-۲- نتیجه گیری

فصل سوم: (مطالعات پتروگرافی و طبقه بندی سنگ ها)

۳۱	۱-۳- مقدمه
۳۱	۲-۳- ویژگی های پتروگرافی سنگهای آذرین منطقه
۳۲	۱-۲-۳- آندزیت ها
۳۳	۲-۲-۳- داسیت ها
۳۶	۳-۲-۳- ریولیت ها
۳۹	۳-۳- نمایش پارائنز کانیایی
۳۹	۴-۳- نتیجه گیری

فصل چهارم: (ژئوشیمی)

۴۲	۱-۴- مقدمه
۴۲	۲-۴- آماده سازی و تجزیه ژئوشیمیایی نمونه ها
۴۳	۳-۴- تغییرات عناصر کمیاب در اثر دگرسانی هیدروترمال
۴۹	۵-۴- کاربرد داده های ژئوشیمیایی
۴۹	۶-۴- رده بندی و نامگذاری سنگهای آذرین
۴۹	۱-۶-۴- طبقه بندی شیمیایی سنگها
۵۰	۱-۱-۶-۴- طبقه بندی دولارش و همکاران
۵۰	۲-۱-۶-۴- طبقه بندی تاس
۵۰	۳-۱-۶-۴- طبقه بندی فلوید و وینچستر
۵۲	۷-۴- بررسی تغییر و تحولات ژئوشیمیایی به کمک نمودارهای تغییرات
۵۳	۱-۷-۴- نمودارهای هارکر

- ۵۳-۱-۷-۴- نمودارهای تغییرات عناصر اصلی در مقابل SiO_2 (هارکر).....
- ۵۵-۲-۱-۷-۴- نمودارهای تغییرات عناصر کمیاب در مقابل SiO_2 (هارکر).....
- ۶۱-۴-۷-۴- نمودارهای تغییرات عناصر کمیاب.....
- ۶۳-۸-۴- تعیین سری ماگمایی.....
- ۶۳-۱-۸-۴- نمودار AFM ابروین و باراگار (۱۹۷۱).....
- ۶۴-۲-۸-۴- نمودار A/NK در مقابل A/CNK (شاند، ۱۹۴۳).....
- ۶۴-۳-۸-۴- نمودار Y در مقابل Zr لومتر (۱۹۸۹).....
- ۶۵-۴-۸-۴- نمودار K_2O در مقابل SiO_2 پکسریلو و تایلور (۱۹۷۶).....
- ۹-۴- نمودارهای عنکبوتی نمودارهای چند عنصری (نورمالیز شده به ترتیب به کندریت و
گوسته اولیه).....
- ۶۵-۱۰-۴- بررسی رفتار ژئوشیمیایی خاص عناصر کمیاب و نادر خاکی آداکیت ها در مقابل سری
کالک-آلکالن.....
- ۷۱-۱۱-۴- نتیجه گیری.....
- فصل پنجم: (ایزوتوپ)
- ۷۸-۱-۵- ایزوتوپ چیست؟.....
- ۲-۵- تعیین منشأ سنگ ها به روش های $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ، $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ، $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ، $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
- ۷۹- $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
- ۸۰-۳-۵- ترکیب ایزوتوپی Nd ، Sr ، و pb در سنگ های آذرین.....
- ۸۶-۴-۵- منشأ گوشته سنگ های منطقه مورد مطالعه.....
- فصل ششم: (جایگاه تکتونیکی و پتروژنز)
- ۹۲-۱-۶- مقدمه.....
- ۹۲-۲-۶- محیط تکتونوماگمایی تشکیل آداکیت های مورد مطالعه.....
- ۱۰۱-۳-۶- الگوی تکتونوماگمایی تشکیل آداکیت های منطقه.....
- ۱۰۳-۴-۶- فرآیندهای مؤثر در تحول ماگمای آداکیتی منطقه.....

- ۱۰۴-۴-۱- بررسی هضم- تبلور تفریقی (AFC) در نمونه های مورد مطالعه.....
- ۱۰۶-۵- پتروزنز آداکیت های مورد مطالعه.....
- ۱۰۸-۷- نتیجه گیری.....
- فصل هفتم: (بحث و نتیجه گیری)

- ۱۱۱-۱-۷- بحث.....
- ۱۱۱-۱-۱-۷: مقایسه آداکیت های شمال سبزوار با دیگر آداکیت های گزارش شده در ایران و جهان.....
- ۱۱۴-۱-۲- مدل های پیشنهادی برای ژنز آداکیت های شمال و شمال غرب سبزوار.....
- ۱۱۴-۲- نتیجه گیری.....
- ۱۱۶-۳- پیشنهادات.....

منابع و مأخذ

- ۱۱۸- فهرست منابع.....
- ۱۲۷- چکیده انگلیسی (Abstract).....

((فهرست جدول ها))

- ۳۹-۱-۳- نمایش گرافیکی پاراژنز کانیاپی سنگهای مورد مطالعه.....
- ۴۴-۱-۴- مشخصات و مختصات جغرافیایی محل برداشت نمونه های سنگی آنالیز شده
- ۴۵-۲-۴- نتایج آنالیز شیمیایی گنبد های مورد مطالعه.....
- ۷۲-۳-۴- مقایسه ویژگی های ژئوشیمیایی سنگهای مورد مطالعه با ویژگیهای ژئوشیمیایی مطرح شده توسط کاستیلو (۲۰۰۶).....
- ۸۴-۱-۵- داده های ایزوتوپی Pb و Nd، Sr برای نمونه های مورد مطالعه.....
- ۱۱۲-۱-۷- مقایسه ویژگی های ژئوشیمیایی آداکیت های مورد مطالعه با دیگر ماگماهای آداکیتی ایران و جهان.....

(فهرست اشکال)

- شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن ۵
- شکل ۱-۲- الف- نقشه پهنه‌های رسوبی - ساختاری عمده ایران (آقنابتی، ۱۳۸۳) و ب- نقشه زیر پهنه‌های ایران مرکزی (علوی، ۱۹۹۱) که موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی آنها با علامت مربع نشان داده شده است ۷
- شکل ۱-۳- تصاویر ماهواره ای منطقه مورد مطالعه ۸
- شکل ۱-۴- A- گنبد ریولیتی واقع در شمال روستای ساروق و B- گنبد ریولیتی زرد کوهی (دید به سمت شمال شرق) ۹
- شکل ۱-۵- تصویر پانوراما از گنبد داسیتی واقع در شمال روستای مهر ۱۰
- شکل ۱-۶- نمایش مورفولوژی منطقه مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار سه بعدی Global Mapper ۱۱
- شکل ۱-۲- تقسیم‌بندی واحدهای ساختاری ایران از نظر نبوی (۱۳۵۵) ۱۷
- شکل ۲-۲- نقشه زمین‌شناسی ساده شده منطقه سبزوار با استفاده از نقشه های زمین شناسی سبزوار و باشتین. محل نمونه برداری ها در این نقشه نشان داده شده است ۱۹
- شکل ۲-۴- مجموعه سرپانتینیتهای شمال روستای مهر ۲۱
- شکل ۲-۵- جایگیری توده های داسیتی در بین مجموعه های هارزبوزگیتی و سرپانتینیتهای شمال روستای مهر ۲۱
- شکل ۲-۶- جایگیری لنز دونیتی در بین توده های سرپانتینیتهای شمال روستای مهر ۲۲
- شکل ۲-۷- گابروهای لایه‌ای در مجموعه افیولیتی سبزوار ۲۲
- شکل ۲-۸- بازالت های بالشی در مجموعه افیولیتی سبزوار ۲۳
- شکل ۲-۹- نمای نزدیکی از واحد مارنی میوسن (شمال مهر) ۲۳
- شکل ۲-۱۰- نمای نزدیک از کنگلو مرای پلیوسن شمال روستای ساروق ۲۴
- شکل ۲-۱۱- گنبد داسیتی شمال روستای ساروق ۲۶
- شکل ۲-۱۲- گنبد ریولیتی شمال روستای مهر ۲۶
- شکل ۲-۱۳- تصویر پانوراما از گنبد داسیتی زرد کوهی ۲۷

شکل ۳-۱- A -تصویر میکروسکوپی از بافت دانه ریز و جریانی و حضور کانی اپک در سنگ های آندزیتی روستای نوده انقلاب (XPL، بزرگنمایی ۴۰ برابر) ، B- تصویر میکروسکوپی از بافت دانه ریز و جریانی سنگ های آندزیتی روستای نوده انقلاب (XPL، بزرگنمایی ۴۰ برابر) و C- تصویر میکروسکوپی از بافت جریان و حضور فنوکریست پلاژیوکلاز نیمه شکل دار تا نیمه شکل دار با ماکل پلی سینتیک و همچنین کانی پیروکسن در سنگ های آندزیتی روستای نوده انقلاب (XPL، بزرگنمایی ۴۰ برابر)..... ۳۳

شکل ۳-۲- A- فنوکریست های پلاژیوکلاز دارای ماکل های کارلسباد و پلی سنتیک در سنگ های داسیتی کوه کمر تنگ (XPL، بزرگنمایی ۴۰ برابر) ، B- بافت گومرو در سنگ های داسیتی کوه کمر تنگ (XPL، بزرگنمایی ۴۰ برابر) ، C- بافت پورفیریتیک متشکل فنوکریست های پلاژیوکلاز و بیوت سنگ های داسیتی کوه کمر تنگ خمیره سنگ بافت جریانی نشان می دهد (XPL، بزرگنمایی ۴۰ برابر) و D- بافت پورفیریتیک متشکل از فنوکریست های پلاژیوملاز و آلکالی فلدسپار در سنگ های داسیتی کوه کمر تنگ (XPL، بزرگنمایی ۴۰ برابر)..... ۳۵

شکل ۳-۳- A- وجود کانی زیرکن به صورت ادخال در داخل کانی بیوتیت (PPL ، بزرگنمایی ۴۰ برابر) ، B- همان تصویر A در نور (XPL، بزرگنمایی ۴۰ برابر) و C- فنوکریست آلکالی فلدسپار با ماکل کارلسباد سنگ های داسیتی کوه کمر تنگ (XPL، بزرگنمایی ۴ برابر)..... ۳۶

شکل ۳-۴- A- فنوکریست های بسیار درشت و شکل دار سانیدین در سنگ های داسیتی روستای کوه سفید (XPL، بزرگنمایی ۴۰ برابر) و B- فنوکریست های گرد و مدور کوارتز با حاشیه خورده شده خلیجی شده به همراه ریزبلورهایی از این کانی و میکروولیت های فلدسپات آلکالن در زمینه سنگ های ریولیتی روستای کوه سفید (XPL، بزرگنمایی ۴۰ برابر)..... ۳۸

شکل ۳-۵- فنوکریست های آمفیبول و فلدسپات آلکالن همراه با بافت پورفیریتیک در سنگ های ریولیتی روستای ساروق (XPL، بزرگنمایی ۴۰ برابر) ، B- حضور میکروفنو کریست بیوتیت در سنگ های ریولیتی روستای ساروق (XPL، بزرگنمایی ۴۰ برابر) و C- ساختمان منطقه ای در فنوکریست های پلاژیوکلاز در سنگ های ریولیتی منطقه ساروق (XPL، بزرگنمایی ۴۰ برابر)..... ۳۸

- شکل ۳-۶- نمایش گرافیکی پارائنز کانیاپی سنگهای مورد مطالع ۳۹
- شکل ۴-۱- موقعیت نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در نمودار طبقه‌بندی سنگهای آتشفشانی با استفاده از پارامترهای R1-R2 (دولارش و همکاران، ۱۹۸۰) ۵۱
- شکل ۴-۲- موقعیت نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در نمودار طبقه‌بندی لوپاس (۱۹۸۶) ۵۱
- شکل ۴-۳- موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه بر روی نمودار Zr/TiO_2 در مقابل SiO_2 (فلوید و وینچستر، ۱۹۷۷) ۵۲
- شکل ۴-۴- نمودارهای درصد اکسیدهای عناصر اصلی در مقابل SiO_2 ۵۷
- شکل ۴-۵- نمودارهای عناصر کمیاب در مقابل SiO_2 برای نمونه‌های مورد مطالعه ۵۹
- شکل ۴-۶- رفتار ژئو شیمیایی نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در نمودارهای تغییرات عناصر ناسازگار- ناسازگار و سازگار - ناسازگار ۶۲
- شکل ۴-۷- نمودارهای نسبت عناصر ناسازگار و نمونه‌های مورد مطالعه در این دیاگرام ۶۳
- شکل ۴-۸- نمودار AFM ابروین و باراگار (۱۹۷۱) و تمایل نمونه‌های مورد مطالعه به موقعیت سری کالک-آلکالن ۶۴
- شکل ۴-۹- نمودار A/NK در مقابل A/CNK (شاند، ۱۹۴۳)، که موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه بر روی آن نشان داده شده است ۶۴
- شکل ۴-۱۰- نمودار Y در مقابل Zr (لومتر و دیگران، ۱۹۸۹) و تمایل نمونه‌ها به پلات شدن در محدوده سری کالک-آلکالن ۶۵
- شکل ۴-۱۱- نمودار درصد وزنی K_2O در مقابل SiO_2 (پکسریلو و تایلور، ۱۹۷۶) و تمایل اکثر نمونه‌ها به سری کالک-آلکالن و کالک آلکالن با پتاسیم بالا ۶۵
- شکل ۴-۱۲- A نمودار عنکبوتی عناصر نادر خاکی (REE) نورمالیز شده نسبت به کندریت برای نمونه‌های مورد مطالعه و B نمودار چند عنصری نورمالیز شده نسبت به گوشته اولیه برای سنگ‌های مورد مطالعه (سان و مک دونوف، ۱۹۸۹) ۶۷
- شکل ۴-۱۳- نمودار Sr/Y در مقابل Y (دوفان و دورمون، ۱۹۹۰) و موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه بر روی آن ۷۳

شکل ۴-۱۴- نمودار La/Yb در مقابل Yb (دوفان و دورمون، ۱۹۹۰) و قرارگیری نمونه های مورد مطالعه درون میدان آداکیتها. ۷۳

شکل ۴-۱۵- A نمودار درصد وزنی MgO در مقابل SiO₂: B نمودار Sr در مقابل درصد وزنی K₂O+Na₂O، C: نمودار Sr/Y در مقابل Y (مارتین و همکاران، ۲۰۰۵) برای نمونه های آداکیتی منطقه مورد مطالعه. همانگونه که در این شکل ها مشخص می باشد نمونه های مورد مطالعه دارای گرایش به آداکیت های پر سیلیس می باشند. ۷۴

شکل ۵-۱- A - نمودار همبستگی ایزوتوپی ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd مقابل ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb، و B- نمودار همبستگی ایزوتوپی (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i در مقابل ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb برای نمونه های مورد مطالعه (زیندلر و هارت ۱۹۸۶). ۸۸

شکل ۵-۲- A- نمودار همبستگی ایزوتوپی ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb در مقابل ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb، B- نمودار همبستگی ایزوتوپی ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb در مقابل ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb برای نمونه های مورد مطالعه (زیندلر و هارت ۱۹۸۶) ۸۹

شکل ۵-۳- A- نمودار همبستگی ایزوتوپی (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i در مقابل ϵ_{Nd} برای نمونه های مورد مطالعه و B- نمودار همبستگی ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd در مقابل (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i ۹۰

شکل ۶-۱- نمودارهای تکتونوماگمایی برای تقسیم بندی و سنگ های گرانیتی - داسیتی (پیرس و همکاران، ۱۹۸۴). سنگهای مورد مطالعه در این دیاگرام ها در محدوده قوس آتشفانی پلات شده اند ۹۳

شکل ۶-۲- A نمودار TiO₂ در مقابل SiO₂، B، نمودار Zr/TiO₂ در مقابل SiO₂، C - نمودار P₂O₅ در برابر SiO₂ و D- نمودار Th/Ce در مقابل SiO₂ (با تغییرات ژو و همکاران، ۱۹۸۳). برای سنگ های آداکیتی منطقه مورد مطالعه همانگونه که در این شکل ها مشخص میشود آداکیت های مناطق شمال شرق سبزوار (شامل زرد کوهی، ساروق، کوه سفید و مهر) در محدوده آداکیتهای مشتق شده از یک پوسته قاره ای ضخیم شده پلات شده در حالی که آداکیت های شمال سبزوار (شامل کوه کمر تنگ و نوده انقلاب) رفتاری متفاوت نشان داده و تمایل به پلات شدن در محدوده آداکیت های حاصل از ورقه اقیانوسی فرو رانده شده نشان می دهند. ۹۷

- شکل ۳-۶- A - نمودار Al_2O_3 در مقابل SiO_2 ، B - نمودار MgO در مقابل SiO_2 ، C - نمودار Th در مقابل SiO_2 و D - نمودار Yb در مقابل SiO_2 (با تغییرات ژو و همکاران، ۱۹۸۳) برای نمونه های مورد مطالعه. ۹۸.....
- شکل ۴-۶- نمودار MgO در مقابل SiO_2 (با تغییرات استرن و کیلیان ۱۹۹۹) برای آداکیت های مورد مطالعه. ۹۹.....
- شکل ۵-۶- نمودار $La_{(N)}/Yb_{(N)}$ در مقابل Yb_N (با تغییرات از دوفان و درومون، ۱۹۹۵) برای آداکیت های مورد مطالعه ۹۹
- شکل ۶-۶- A - نمودار K_2O/Na_2O در مقابل درصد وزنی Al_2O_3 و B - نمودار Sr در مقابل K_2O/Na_2O برای آداکیت های منطقه مورد مطالعه ۱۰۰
- شکل ۷-۶- نمودار ϵ_{Nd} در مقابل $(^{87}Sr/^{86}Sr)_i$ ۱۰۱.....
- شکل ۸-۶- مدل پترولوژیکی چگونگی تشکیل انواع ماگماهای آداکیتی در مناطق فرورانش قوس قاره ای (موبین، ۲۰۰۹) ۱۰۳.....
- شکل ۹-۶- نمودار Ta/Yb در مقابل Th/Yb و نمودار Th/Yb در مقابل SiO_2 (با تغییرات از ایرفان تمزیل و همکاران ۲۰۱۲) ۱۰۵.....
- شکل ۱۰-۶- A - نمودار $^{143}Nd/^{144}Nd$ در مقابل Th/Nb و B - نمودار Th/La در مقابل Th/Nb (ماسیمو چیارادیا ۲۰۰۹) ۱۰۵.....
- شکل ۱۱-۶- نمودار نسبت $(^{87}Sr/^{86}Sr)_i$ در مقابل $(^{143}Nd/^{144}Nd)_i$ (با تغییرات از ایرفان تمزیل و همکاران ۲۰۱۲) ۱۰۶.....
- شکل ۱۲-۶- نمودار La_N/Yb_N در مقابل $Yb_N(ppm)$ ۱۰۷.....
- شکل ۱۳-۶- نمودار Sr/Y در مقابل Y (دوفان و دورموند، ۱۹۹۰) و تبعیت نمونه ها از ذوب بخشی پوسته قاره ای ۱۰۸.....

فصل اول

کلمات