



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده : علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد

پترولوژی و ژئوشیمی سنگهای آتشفشانی منطقه چغندرسر ( جنوب غرب  
عباس آباد) و کانه‌زایی وابسته به آنها.

الهام السادات موسوی شاهرودی

اساتید راهنما :

دکتر حسین مهدی زاده شهری

دکتر محمود صادقیان

تابستان ۱۳۸۸





دانشکده علوم زمین  
گروه پترولوژی و زمین‌شناسی اقتصادی

عنوان

پترولوژی و ژئوشیمی سنگ‌های آتشفشانی منطقه چغندر سر (جنوب غرب عباس آباد)  
و کانه‌زایی وابسته به آنها

دانشجو

الهام السادات موسوی شاهرودی

استاتید راهنما

دکتر حسین مهدی زاده شهری

دکتر محمود صادقیان

استاد مشاور

دکتر فرج‌ا... فردوست

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

تابستان ۱۳۸۸

## تشکر و قدردانی

در ابتدا خداوند را به خاطر الطاف بی‌کرانش حمد و سپاس می‌گوییم. اذعان می‌دارم که اتمام این رساله بدون مساعدت و یاری عزیزانی که ذکر نام همگی آنها امکان پذیر نیست، محقق نمی‌گردید. واژه‌ها و کلمات قاصر از درک زحمات و تلاشهای این بزرگواران است، لیکن بر خود لازم می‌دانم، مراتب تشکر و قدردانی خود را ابراز نمایم. از اساتید محترم راهنما، آقایان دکتر حسین مهدی‌زاده شهری و محمود صادقیان که در گردآوری این مجموعه با راهنمایی‌های خود اینجانب را یاری کردند، تشکر می‌نمایم. از دکتر فرج‌ا... فردوست که در مقام استاد مشاور از راهنمایی‌های سودمندشان بهره‌جستم، سپاسگذاری می‌کنم. از داوران محترم این رساله آقای دکتر حبیب‌ا... قاسمی و خانم دکتر آرزو عابدی که این پایان‌نامه را مطالعه نمودند و نقایص و کاستی‌های آن را گوشزد نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

همچنین مراتب تشکر و سپاس خود را از آقای دکتر امیدی و آقای دکتر طاهری ابراز می‌دارم. در ضمن از کارشناس آزمایشگاه آقای مهندس میرباقری جهت همکاری در پیشبرد رساله تشکر می‌نمایم. کمکهای دوستان محترم خانمها زهرا عابدی و نرجس دهنوی و آقایان علی صادقی و محمدحسین خواجه‌زاده که هر یک به نوعی در بخشهای مختلف این رساله سهیم بوده‌اند، قابل تقدیر است.

هر چند تلاشها و کمکهای علمی صورت گرفته راهگشا و راهنمای بسیار ارزشمندی در طی نگارش این پایان‌نامه بوده است، اما بی‌شک همراهی صمیمانه و کمکهای بی‌شائبه همسر آقای علی تنها را مهمترین عامل به پایان رسیدن این رساله می‌دانم. لذا نهایت تشکر و قدردانی را از همسر ارجمندم دارم و از خداوند متعال توفیق روزافزون را برای ایشان آرزومندم.

حمایتها و پشتیبانی پدر و مادر عزیز و بزرگوایم و دیگر اعضا خانواده نیز در تمامی مراحل زندگی شامل حال اینجانب بوده و ضمن تشکر صمیمانه از آنها، سلامتی آن عزیزان را از درگاه خداوند متعال خواستارم.

دانشجو تأیید می نماید که مطالب مندرج در این پایان نامه ( رساله ) نتیجه تحقیقات خودش می باشد و در صورت استفاده از نتایج دیگران مرجع آن را ذکر نموده است.

کلیه حقوق مادی مترتب از نتایج مطالعات ، آزمایشات و نوآوری ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه ( رساله ) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد .

ماه و سال: تیر ماه سال ۱۳۸۸

## چکیده

منطقه مورد مطالعه با وسعتی در حدود ۱۰۰ کیلومتر مربع، در جنوب غرب عباس‌آباد (شرق شهرستان شاهرود) و در لبه شمالی زون ساختاری ایران مرکزی واقع شده است. در این منطقه سنگهای آتشفشانی با ترکیب بازیک (تراکی بازالت) تا حدواسط (تراکی آندزیت بازالتی و تراکی آندزیت) و سنگهای رسوبی (سیلتستون، ماسه‌سنگ، شیل، مارن و آهک فسیل‌دار) متعلق به محیط‌های کم‌عمق تا نیمه‌عمیق و به صورت متناوب دیده می‌شود. طیف ترکیبی سنگهای آتشفشانی منطقه، حاصل عملکرد فرآیند تبلور تفریقی بوده و کلاینوپیروکسن، پلاژیوکلاز و گاهی الیوین، کانی‌های اصلی این سنگها را تشکیل می‌دهند. بافتهای پورفیری تا مگاپورفیری با خمیره میکرولیتی و شیشه‌ای و همچنین بافت گلوپورفیری و غربالی در این سنگها مشاهده می‌شود. فرآیند دگرسانی در این سنگها منجر به تشکیل کانی‌های ثانویه‌ای همچون کلریت، زئولیت، آنالسیم، کلسیت و اپیدوت شده است. کانه‌زایی مس (مالاکیت و آزوریت) از پتانسیل معدنی و مهم مرتبط با سنگهای تراکی آندزیتی مورد مطالعه می‌باشد.

نمودارهای مختلف ترسیم شده بر اساس نسبت‌های عناصر اصلی و کمیاب، نشان‌دهنده ارتباط ماگمایی و ژنتیکی سنگهای منطقه با یکدیگر و منشأ گرفتن آنها از یک ماگمای واحد است. به طور کلی، مطالعات صحرایی، پتروگرافی و ژئوشیمیایی حاکی از ماهیت آلکالن این سنگها بوده که در طی ائوسن و در یک محیط درون صفحه قاره‌ای تشکیل شده‌اند. بر اساس نمودارهای مختلف ژئوشیمیایی می‌توان گفت که این سنگها از ذوب بخشی کم یک منشأ غنی شده گارنت لرزولیتی در اعماق ۸۰ تا ۱۰۰ کیلومتری لیتوسفر زیر قاره-ای منشأ گرفته‌اند. ماهیت ماگمایی و جایگاه تکتونیکی این سنگها با سیستم‌های کششی سازگار است. بر اساس یافته‌های صحرایی و ژئوشیمیایی، ولکانیسم منطقه عباس‌آباد، با سیستم کششی انطباق دارد و تنها محیط کششی که امکان ایجاد چنین الگویی را برای سنگهای منطقه فراهم می‌آورد، توسعه حوضه پولاپارت (حوضه کششی) می‌باشد.

کلمات کلیدی: پترولوژی، ژئوشیمی، حوضه پولاپارت، ائوسن، عباس‌آباد.

نام مقاله استخراج شده از این پایان نامه:

پترولوژی و ژئوشیمی سنگهای آتشفشانی منطقه چغندر سر(جنوب غرب عباس آباد).

اهواز - ۱۳۸۷.

## فهرست مطالب

عنوان .....	صفحه
تصویب نامه .....	الف
تشکر و قدردانی .....	ب
اقرار نامه .....	ت
چکیده .....	ث
لیست مقالات .....	ج
فهرست مطالب .....	ح
فهرست جداول .....	ذ
فهرست اشکال .....	ذ

### فصل اول: کلیات

۱-۱- موقعیت جغرافیایی .....	۲
۲-۱- راههای ارتباطی .....	۲
۳-۱- آب و هوا و جغرافیای انسانی .....	۲
۴-۱- ژئومورفولوژی .....	۳
۵-۱- مطالعات انجام شده .....	۳
۶-۱- اهداف مطالعه .....	۵
۷-۱- روش مطالعه .....	۷

### فصل دوم: زمین شناسی عمومی

۱-۲- مقدمه .....	۱۰
۲-۲- پیکره‌های سنگی منطقه مورد مطالعه .....	۱۳
۱-۲-۲- شیل و ماسه‌سنگ توفی .....	۱۳
۱-۲-۲- الف- شیل توفی .....	۱۳



۱۳.....	۲-۲-۱-ب- ماسه سنگ توفی .....
۱۵.....	۲-۲-۲- تنابوب گدازه و توف قرمز .....
۱۵.....	۲-۲-۲- الف- گدازه ها.....
۲۰.....	۲-۲-۲- ب- توف قرمز.....
۲۲.....	۲-۲-۲- ج- گدازه با حالت کنگلومرایبی .....
۲۲.....	۳-۲-۲- آهک نومولیت دار.....
۲۸.....	۴-۲-۲- مجموعه شیلی- مارنی رنگارنگ.....
۲۸.....	۵-۲-۲- ماسه سنگ قرمز.....
۲۹.....	۶-۲-۲- رسوبات آبرفتی عهد حاضر.....
۳۳.....	۳-۲- زمین شناسی ساختمانی.....
۳۲.....	۱-۳-۲- شکستگی ها.....
۳۳.....	۴-۲- زمین شناسی اقتصادی منطقه و پتانسیل معدنی.....
۳۴.....	۱-۴-۲- مس.....
۳۴.....	۲-۴-۲- زئولیت.....
۳۵.....	۵-۲- خلاصه.....

### فصل سوم: پتروگرافی

۳۸.....	۱-۳- مقدمه.....
۳۸.....	۲-۳- ویژگیهای پتروگرافی سنگهای منطقه.....
۳۸.....	۱-۲-۳- تراکی بازالت.....
۴۴.....	۲-۲-۳- تراکی آندزیت بازالتی.....
۵۰.....	۳-۲-۳- تراکی آندزیت.....
۵۴.....	۴-۲-۳- توف قرمز.....
۵۶.....	۳-۳- دگرسانی.....

۴-۳- ترتیب تبلور..... ۵۶

۵-۳- خلاصه..... ۵۷

### فصل چهارم: ژئوشیمی

۱-۴- مقدمه..... ۵۹

۲-۴- منابع خطا در آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها..... ۵۹

۳-۴- آماده‌سازی و تصحیح نتایج آنالیز شیمیایی..... ۶۱

۴-۴- کاربرد نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌ها در رده‌بندی و نامگذاری آنها..... ۶۷

۵-۴- رده‌بندی و نامگذاری سنگهای آتشفشانی..... ۶۷

۱-۵-۴- طبقه‌بندی شیمیایی- کانی‌شناسی (نورماتیو) سنگها..... ۶۷

۲-۵-۴- طبقه‌بندی شیمیایی..... ۶۹

۲-۵-۴- الف- نمودار طبقه‌بندی میدلموست..... ۷۰

۲-۵-۴- ب- طبقه‌بندی لوباس و همکاران..... ۷۰

۲-۵-۴- طبقه‌بندی فلوید و وینچستر..... ۷۱

۶-۴- بررسی تغییر و تحولات ژئوشیمیایی به کمک نمودارهای تغییرات..... ۷۲

۱-۶-۴- نمودارهای هارکر..... ۷۳

۲-۶-۴- نمودارهای هارکر برخی از عناصر کمیاب..... ۷۶

۳-۶-۴- نمودارهای اندیس تفریق..... ۸۰

۴-۶-۴- نمودارهای تغییرات عناصر کمیاب در برابر ضریب تفریق..... ۸۲

۵-۶-۴- نمودارهای اندیس انجماد..... ۸۳

۷-۴- بررسی نقش فرآیندهای تبلور تفریقی و ذوب بخشی..... ۸۴

۱-۷-۴- نمودارهای تغییرات عناصر ناسازگار در مقابل یکدیگر..... ۸۵

۲-۷-۴- نمودار تغییرات عناصر سازگار در مقابل ناسازگار..... ۸۶

۳-۷-۴- نمودارهای نسبت - نسبت عناصر ناسازگار..... ۸۶

- ۴-۷-۴- نمودار Y در مقابل Zr ..... ۸۹
- ۴-۷-۵- نمودارهای V-TiO<sub>2</sub> و SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> جهت تشخیص روند تفریق ..... ۹۰
- ۴-۷-۶- نمودارهای Th - SiO<sub>2</sub> و SiO<sub>2</sub>-Ni جهت بررسی روند تبلور تفریقی ..... ۹۱
- ۴-۸- تعیین سری ماگمایی با استفاده از نتایج آنالیز شیمیایی عناصر اصلی و کمیاب ..... ۹۱
- ۴-۹- نمایش داده های عناصر کمیاب در نمودارهای عنکبوتی ..... ۹۶
- ۴-۹-الف- نمودار تغییرات عناصر سازگار در مقابل ناسازگار ..... ۹۷
- ۴-۹-ب- دیاگرام عنکبوتی چند عنصری هنجار شده نسبت به گوشته اولیه ..... ۹۹
- ۴-۹-ج- دیاگرام عنکبوتی چند عنصری هنجار شده نسبت به متئوریت کندریتی ..... ۱۰۱
- ۴-۹-د- دیاگرام عنکبوتی چند عنصری هنجار شده نسبت به مورب ..... ۱۰۱
- ۴-۱۰- تعیین درجه دگرسانی سنگهای آلکالن منطقه ..... ۱۰۳
- ۴-۱۱- خلاصه ..... ۱۰۴

#### فصل پنجم: پتروژنز و جایگاه تکتونیکی

- ۵-۱- مقدمه ..... ۱۱۶
- ۵-۲- نمودارهای متمایز کننده جایگاه تکتونیکی ..... ۱۱۶
- ۵-۲-۱- نمودار Zr/Y - Ti/Y پییرس و گیل ..... ۱۱۷
- ۵-۲-۲- نمودار تکتونیکی Zr/Y - Ti/Y پییرس و کان ..... ۱۱۷
- ۵-۲-۳- نمودار تمایزی Zr در مقابل Zr/Y پییرس و نوری ..... ۱۱۸
- ۵-۲-۴- نمودار تمایزی Zr در مقابل Ti پییرس ..... ۱۱۹
- ۵-۲-۵- نمودار Th/Yb در مقابل Ta/Yb پییرس ..... ۱۲۰
- ۵-۲-۶- نمودار Zr در مقابل (Nb/Zr)<sub>N</sub> تیهلمونت و نگی ..... ۱۲۰
- ۵-۳- پتروژنز ..... ۱۲۱
- ۵-۳-۱- سنگهای آذرین آلکالن ..... ۱۲۱

۴-۵- بررسی فرآیند تبلور تفریقی در تحول سنگهای آتشفشانی منطقه عباس آباد بر اساس نسبتهای

- ۱۲۵..... عناصر کمیاب
- ۵-۵- تعیین درجه ذوب و منشأ سنگهای آکالن مورد مطالعه..... ۱۳۰
- ۶-۵- تعیین منشأ سنگهای آتشفشانی منطقه با استفاده از نمودارهای عنکبوتی..... ۱۳۳
- ۷-۵- تعیین الگوی تکتونو ماگمایی سنگهای منطقه عباس آباد..... ۱۳۶
- ۸-۵- خلاصه..... ۱۴۰

### نتیجه گیری نهایی

- ۱۳۲..... نتیجه گیری نهایی

### منابع

- ۱۳۶..... منابع فارسی
- ۱۳۷..... منابع لاتین

### پیوست

- ۱۴۶..... آنالیز شیمیایی عناصر اصلی نمونه های منطقه جنوب دامغان (ترود)
- ۱۴۷..... آنالیز شیمیایی عناصر اصلی نمونه های منطقه میاندشت

### فهرست جداول

- جدول ۱-۲- فسیلهای شاخص ائوسن یافت شده در سنگهای منطقه مورد مطالعه..... ۱۲
- جدول ۱-۴- مشخصات و مختصات جغرافیایی محل برداشت نمونه های سنگی آنالیز شده بر حسب UTM..... ۶۱
- جدول ۲-۴- نتایج آنالیز شیمیایی سنگهای آتشفشانی منطقه عباس آباد..... ۶۲
- جدول ۳-۴- مقادیر عناصر کمیاب و کمیاب خاکی نمونه های منطقه مورد مطالعه..... ۶۴
- محاسبه شده برای نمونه های مورد CIA\*, CaO\* جدول ۴-۴- مقادیر پارمترهای مطالعه..... ۱۱۰

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- نقشه راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه ..... ۲
- شکل ۲-۱- بخشی از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه ..... ۳
- شکل ۳-۱- تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه ..... ۳
- شکل ۴-۱- الف- نمای کلی از سنگهای بازالتی واقع در غرب منطقه مورد نظر ..... ۴
- شکل ۴-۱- ب- دورنمایی از تناوب گدازه تراکی‌آندزیتی با آهک نومولیت‌دار ائوسن (نزدیک معدن سنگ آهک) ..... ۴
- شکل ۱-۲- نقشه پهنه‌های رسوبی- ساختاری عمده ایران و موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی آن ..... ۱۱
- شکل ۲-۲- نمایش واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ..... ۱۱
- عباس‌آباد ..... ۱۲
- شکل ۳-۲- تصویری از شیل توفی همراه با آثار چین‌خوردگی و گسل‌خوردگی در شمال غرب منطقه ..... ۱۴
- شکل ۴-۲- تصویری از ریز چین‌های موجود در شیل‌های توفی شمال غرب منطقه مورد مطالعه ..... ۱۴
- شکل ۵-۲- تناوب ماسه‌سنگ توفی و لایه‌های سیلتستونی- توفی در شمال غرب منطقه (حوالی تاکدیس کال‌آبدار) ..... ۱۴
- شکل ۶-۲- تصویری از وجود آثار زیستی (کرمی شکل) در ماسه‌سنگ‌های توفی (شمال غرب منطقه) ..... ۱۴
- شکل ۷-۲- تصویری از لود مارک موجود در ماسه‌سنگ توفی همراه با آثار زیستی (شمال غرب منطقه) ..... ۱۴
- شکل ۸-۲- تصویری از فنوکریست‌های کلینو پیروکسن موجود در تراکی‌بازالت‌های پورفیری (شمال غرب منطقه) ..... ۱۶
- شکل ۹-۲- حضور فنوکریست‌های پلاژیوکلاز در تراکی‌بازالت‌های پورفیری شمال غرب منطقه ..... ۱۶
- شکل ۱۰-۲- تصویری از فرسایش پوست پیازی در تراکی‌بازالتها (شمال غرب منطقه) ..... ۱۶
- شکل ۱۱-۲- نمایی از تناوب تراکی‌بازالت با لایه‌های سیلتستون، ماسه‌سنگ و شیل توفی (شمال غرب منطقه) ..... ۱۶
- شکل ۱۲-۲- اشکال توپی مانند پپریت همراه با واحد تراکی‌بازالتی (شمال غرب منطقه) ..... ۱۷

- شکل ۲-۱۳- تصویری از آثار چین خوردگی موجود در رسوبات همراه با تراکی بازالت (شمال غرب منطقه)..... ۱۷
- شکل ۲-۱۴- تصویری از فنوکریست‌های پلاژیوکلاز در تراکی آندزیت بازالتی واقع در جنوب منطقه مورد مطالعه..... ۱۸
- شکل ۲-۱۵- شمایی از ساخت مگاپورفیری جریان‌ناشی از آرایش پلاژیوکلازها در تراکی آندزیت بازالتی معدن چغندرسر..... ۱۸
- شکل ۲-۱۶- حفره‌های حاصل از ایدنگسیتی شدن البوین در تراکی آندزیت بازالتی البوین‌دار..... ۱۸
- شکل ۲-۱۷- نمایی نزدیک از اپیدوتی شدن گسترده در تراکی آندزیت بازالتی در مسیر جاده آسفالته شاهرود-عباس آباد ( جنوب غرب منطقه)..... ۱۸
- شکل ۲-۱۸- تصویری از ژئولیت‌های شعاعی موجود در تراکی آندزیت بازالتی غرب منطقه..... ۱۸
- شکل ۲-۱۹- تصویری از فنوکریست پلاژیوکلاز در تراکی آندزیت مگاپورفیری معدن چغندرسر..... ۲۰
- شکل ۲-۲۰- تصویری از رگه‌های کلسیتی مشاهده شده در تراکی آندزیت‌های شمال غرب منطقه..... ۲۰
- شکل ۲-۲۱- تصویری از تراکی آندزیت و آنکلاو موجود در آن ( شمال منطقه)..... ۲۰
- شکل ۲-۲۲- تصویری از ژئولیت‌زایی در سنگ‌های تراکی آندزیتی معدن چغندرسر..... ۲۰
- شکل ۲-۲۳- تصویری از افق بین‌گدازه‌ای در تراکی بازالتها (شمال غرب منطقه مورد مطالعه)..... ۲۱
- شکل ۲-۲۴- تصویری از تناوب‌گدازه تراکی آندزیت بازالتی با توف قرمز (جنوب منطقه مورد مطالعه)..... ۲۱
- شکل ۲-۲۵- تصویری از افق بین‌گدازه‌ای توف قرمز در بین دو واحد تراکی آندزیتی ( نزدیک معدن چغندرسر)..... ۲۱
- شکل ۲-۲۶- نمایش تکرار واحدهای گدازه و افق قرمز رنگ..... ۲۱
- شکل ۲-۲۷- تصویری از تناوب وضعیت کنگلومرایی در بخش پابنی گدازه همراه با سیلتستون و توف قرمز رنگ واقع در شمال منطقه..... ۲۲
- شکل ۲-۲۸- حضور قطعاتی از گدازه در توف قرمز رنگ (شمال غرب منطقه)..... ۲۲
- شکل ۲-۲۹- نمایی از تناوب‌گدازه پورفیری و آهک نومولیت دار (نزدیکی معدن سنگ آهک)..... ۲۳

- شکل ۲-۳۰- حضور رگه‌های کلسیتی سیگموئیدال (S مانند) در واحد آهکی ائوسن (غرب منطقه). ..... ۲۴
- شکل ۲-۳۱- نمایش یکی از آثار S مانند و تشخیص نوع و جهت حرکت گسل از روی آن. .... ۲۴
- شکل ۲-۳۲- تصویری از آثار استیلولیتی موجود در آهک‌های ائوسن (غرب منطقه). ..... ۲۴
- شکل ۲-۳۳- تعیین جهت  $\sigma_1$  و  $\sigma_3$  از روی آثار استیلولیتی موجود در آهک‌های ائوسن (غرب منطقه). ..... ۲۴
- شکل ۲-۳۴- تصویری از نومولیت‌های موجود در واحد آهکی ائوسن (غرب منطقه). ..... ۲۵
- شکل ۲-۳۵- تصویری از قطعات پوسته براکیوپودها در واحد آهکی نومولیت‌دار (غرب منطقه). ..... ۲۵
- شکل ۲-۳۶- تصویری از فسیل براکیوپود در آهک‌های نومولیت‌دار ائوسن (غرب منطقه). ..... ۲۵
- شکل ۲-۳۷- تصویری از فسیل گاستروپد در واحد آهکی ائوسن (غرب منطقه). ..... ۲۵
- شکل ۲-۳۸- تصویر میکروسکپی نشان‌دهنده وجود نومولیت در آهک‌های منطقه مورد مطالعه. .... ۲۵
- شکل ۲-۳۹- تصویر میکروسکپی نشان‌دهنده وجود تکستولاریا در آهک ائوسن. .... ۲۵
- شکل ۲-۴۰- تصویر میکروسکپی نشان‌دهنده میلیولیدها در آهک‌های ائوسن. .... ۲۶
- شکل ۲-۴۱- تصویر میکروسکپی از فسیل دوکفه‌ای مشاهده شده در آهک ائوسن. .... ۲۶
- شکل ۲-۴۲- تصویر میکروسکپی نشان‌دهنده وجود اربیتولیتس در واحد آهکی ائوسن. .... ۲۶
- شکل ۲-۴۳- نمایی از تناوب گدازه کنگلومرایی و آهک نومولیت‌دار ائوسن (کنار معدن سنگ آهک). ..... ۲۷
- شکل ۲-۴۴- تصویری از کنگلومرا با قطعات گدازه‌ای که سیمان آهکی فضای بین آنها را پر کرده است (کنار معدن سنگ آهک). ..... ۲۷
- شکل ۲-۴۵- تصویری از وجود فسیل‌های نومولیت و براکیوپود در گدازه کنگلومرایی (کنار معدن سنگ آهک). ..... ۲۷
- شکل ۲-۴۶- حضور آثار استیلولیتی در گدازه کنگلومرایی (کنار معدن سنگ آهک). ..... ۲۷
- شکل ۲-۴۷- تصویری از مرز لایه‌های شیلی- مارنی رنگارنگ و آهک نومولیت‌دار ائوسن (در امتداد جاده آسفالته شاهرود- عباس‌آباد، ۲۰ کیلومتری غرب عباس‌آباد). ..... ۲۸

- شکل ۲-۴۸- تصویری از مجموعه شیلی- مارنی الوان واقع در امتداد جاده آسفالته شاهرود- عباس آباد و در ۲۰ کیلومتری غرب عباس آباد. .... ۲۸
- شکل ۲-۴۹- نقشه پراکندگی گسل‌های منطقه مورد مطالعه بر اساس نقشه زمین‌شناسی و مشاهدات صورت گرفته. .... ۳۰
- شکل ۲-۵۰- شمایی از شکستگی‌های قرمز رنگ در تراکی‌اندزیت که محل عبور سیال را نشان می‌دهند (معدن چغندر سر). .... ۳۲
- شکل ۲-۵۲- تصویری از شکستگی همراه با اثر خش لغز در سنگهای پورفیری معدن چغندر سر. .... ۳۲
- شکل ۲-۵۳- تصویری از رگه کلسیتی همراه با بلورهای کلسیتی دندان سگی در ماسه‌سنگ سیلتستونی (شمال منطقه). .... ۳۲
- شکل ۲-۵۴- نمایش رگه کلسیتی و نحوه عملکرد گسل چپگرد. .... ۳۲
- شکل ۲-۵۵- موقعیت گسل‌های امتداد لغز مهم موجود در شمال و جنوب منطقه مورد مطالعه. .... ۳۵
- شکل ۲-۵۶- آثار کانه‌زایی مس (مالاکیت) در سنگهای تراکی‌اندزیتی محدوده معدن چغندر سر. .... ۳۵
- شکل ۲-۵۷- حضور سرباره‌های معدنکاری ناشی از ذوب سنگهای تراکی‌اندزیتی و پورفیری معدن چغندر سر. .... ۳۵
- شکل ۳-۱- تأثیر فرآیند دگرسانی بر روی سنگ تراکی‌بازالتی پر شدن حفرات سنگ با کانی‌های ثانویه نظیر کلریت، زئولیت و کلسیت (شمال غرب منطقه). .... ۳۹
- شکل ۳-۲- بافت بادامکی ناشی از حضور آنالسیم، زئولیت و شیشه در حفرات موجود در نمونه تراکی-بازالتی. .... ۳۹
- شکل ۳-۳- تصویر میکروسکپی از خوردگی خلیج مانند کلینو پیروکسن موجود در تراکی‌بازالت. .... ۴۳
- شکل ۳-۴- خمیدگی و تحلیل رفتگی فنوکریست پلاژیوکلاز موجود در تراکی‌بازالت. .... ۴۳
- شکل ۳-۵- خوردگی خلیج مانند در الیوین موجود در تراکی‌بازالت. .... ۴۴
- شکل ۳-۶- تصویر میکروسکپی از الیوین همراه با دگرسانی در راستای شکستگی‌های هلالی در تراکی‌بازالت. .... ۴۴
- شکل ۳-۷- دگرسانی الیوین به بولنزیت و ایجاد شبکه داربستی در تراکی‌بازالت. .... ۴۴



- شکل ۳-۸- همراهی کانی آنالسیم با زئولیت‌های رشته‌ای در تراکی‌بازالت ..... ۴۴
- شکل ۳-۹- نمونه صحرایی تراکی‌اندزیت‌بازالتی الیوین‌دار. حفره‌های موجود در آن ناشی از ایدنگسیتی شدن الیوین هاست امتداد مسیر معدن چغندر سر(جنوب غرب منطقه). ..... ۴۶
- شکل ۳-۱۰- تصویر میکروسکپی از دگرسانی الیوینها به ایدنگسیت در تراکی‌اندزیت‌بازالتی الیوین-دار ..... ۴۶
- شکل ۳-۱۱- بافت گلمروپورفیری ناشی از تجمع بلورهای پلاژیوکلاز، کلینوپیروکسن و کانی اوپک در تراکی‌اندزیت‌بازالتی ..... ۴۹
- شکل ۳-۱۲- بافت غربالی در پلاژیوکلازهای موجود در تراکی‌اندزیت‌بازالتی همراه با ادخال کلینوپیروکسن ..... ۴۹
- شکل ۳-۱۳- رشد دو مرحله‌ای پلاژیوکلاز به همراه بافت میکرولیتی در تراکی‌اندزیت‌بازالتی ..... ۴۹
- شکل ۳-۱۴- تصویر میکروسکپی از حاشیه دگرسانی در پلاژیوکلاز موجود در تراکی‌اندزیت‌بازالتی ..... ۴۹
- شکل ۳-۱۵- تصویر میکروسکپی نشاندهنده ماکل اوژیت در کلینوپیروکسن (اوژیت) موجود در تراکی‌اندزیت‌بازالتی ..... ۵۰
- شکل ۳-۱۶- کلینوپیروکسن شکل دار با منطقه بندی ترکیبی در تراکی‌اندزیت‌بازالتی ..... ۵۰
- شکل ۳-۱۷- شمایی از ساخت پورفیری- جریانی ناشی از آرایش پلاژیوکلازها در تراکی‌اندزیت (شمال غرب منطقه). ..... ۵۱
- شکل ۳-۱۸- بافت جریانی حاصل آرایش میکرولیتهایی پلاژیوکلاز در تراکی‌اندزیت ..... ۵۱
- شکل ۳-۱۹- تصویر میکروسکپی از بافت افیتیک در تراکی‌اندزیت ..... ۵۱
- شکل ۳-۲۰- حضور پلاژیوکلازهای تیغه ای و مدور در تراکی‌اندزیت‌ها ..... ۵۳
- شکل ۳-۲۱- فنوکریست پلاژیوکلاز شکل دار در تراکی‌اندزیت که دارای بافت غربالی در حاشیه و ماکل پلی‌سینتتیک می‌باشد ..... ۵۳
- شکل ۳-۲۲- کلینوپیروکسن شکل دار دارای زونینگ در تراکی‌اندزیت ..... ۵۳
- شکل ۳-۲۳- حضور ادخال‌هایی از آپاتیت و کانی اوپک در کلینوپیروکسن موجود در تراکی‌اندزیت ..... ۵۳
- شکل ۳-۲۴- دگرسانی کانی‌های مافیک به کلریت در تراکی‌اندزیت ..... ۵۳

- شکل ۳-۲۵- تصویر میکروسکوپی از بافت ریز بلور در توف‌های قرمز (کریستال ویتریک توف)..... ۵۵
- شکل ۳-۲۶- بلور پلاژیوکلاز همراه با کانی‌های ثانویه و اوپک در زمینه شیشه‌ای توف قرمز..... ۵۵
- شکل ۳-۲۷- تصویر میکروسکوپی از درشت بلور کلینوپیروکسن موجود در توف قرمز که شکستگی-  
های فراوان بر روی آن مشاهده می‌شود..... ۵۶
- شکل ۳-۲۸- تصویر میکروسکوپی از بلورهای کلسیت و کانی‌های اوپک در زمینه شیشه‌ای توف قرمز..... ۵۶
- شکل ۴-۱-الف- نمودار رده‌بندی سنگهای آتشفشانی مورد مطالعه با استفاده از ترکیبات نورماتیو و پارامترهای  $Q'$  و Anor ..... ۶۸
- شکل ۴-۱-ب- نمودار رده‌بندی سنگهای آتشفشانی مورد مطالعه با استفاده از نورماتیو آنورتیت درصد و CI ..... ۶۹
- شکل ۴-۲- نمودار طبقه‌بندی سنگهای آتشفشانی (میدلموست)..... ۷۰
- شکل ۴-۳- نمودار طبقه‌بندی سنگهای آتشفشانی (لوباس و همکاران)..... ۷۲
- شکل ۴-۴- نمودار طبقه‌بندی سنگهای آتشفشانی (دولارش و همکاران)..... ۷۲
- شکل ۴-۵- نمودارهای درصد اکسیدهای عناصر اصلی در مقابل  $SiO_2$  (نمودارهای هارکر) نمونه‌های مورد مطالعه..... ۷۸
- شکل ۴-۶- شکل ۴-۶- نمودارهای هارکر مربوط به نمونه‌های منطقه مورد مطالعه همراه با نمونه-  
های متعلق به مناطق میاندشت بادامه (۱۳۸۲) و جنوب دامغان قربانی (۱۳۸۴)..... ۷۹
- شکل ۴-۷- نمودارهای درصد اکسیدهای عناصر کمیاب در مقابل درصد  $SiO_2$  نمونه‌های مورد مطالعه..... ۸۰
- شکل ۴-۸- نمودارهای اندیس تفریق در مقابل درصد وزنی اکسیدهای عناصر اصلی..... ۸۱
- شکل ۴-۹- نمودارهای اندیس تفریق در مقابل درصد وزنی برخی از اکسیدهای عناصر کمیاب..... ۸۳
- شکل ۴-۱۰- نمودارهای اندیس انجماد در مقابل درصد وزنی اکسیدهای عناصر اصلی..... ۸۴
- شکل ۴-۱۱- موقعیت نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در نمودارهای تغییرات عناصر ناسازگار- ناسازگار و سازگار- ناسازگار..... ۸۷
- شکل ۴-۱۲- موقعیت نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در نمودارهای نسبت- نسبت عناصر ناسازگار..... ۸۸

- شکل ۴-۱۳- موقعیت نمونه های منطقه مورد مطالعه در نمودارهای نسبت عناصر ناسازگار در مقابل Th(ppm) (شاو)..... ۸۸
- شکل ۴-۱۴- نمودار در Y مقابل Zr بر ای تمایز تفریق بلوری و ذوب بخشی (عبدالله و همکاران)..... ۸۹
- شکل ۴-۱۵- بررسی روند تفریق بر اساس نمودارهای مک‌لیمور و همکاران..... ۹۰
- شکل ۴-۱۶- بررسی روند تبلور تفریقی و ذوب بخشی بر اساس نمودارهای ارائه شده توسط آلدانماز و همکاران..... ۹۱
- شکل ۴-۱۷- نمودار مجموع آلکالی در مقابل سیلیس میدلموست..... ۹۲
- شکل ۴-۱۸- دیاگرام تعیین سری آلکالن و ساب آلکالن..... ۹۳
- شکل ۴-۱۹- دیاگرام تفکیک آلکالن و تولئیتی..... ۹۳
- شکل ۴-۲۰- نمودار متمایز کننده  $Na_2O+K_2O$  در مقابل  $SiO_2$ ..... ۹۴
- شکل ۴-۲۱- نمودار تفکیک آلکالن سدیک و پتاسیک..... ۹۵
- شکل ۴-۲۲- دیاگرام  $K_2O$  در مقابل  $SiO_2$ ..... ۹۶
- شکل ۴-۲۳- نمودار عنکبوتی عناصر کمیاب خاکی (REE) هنجار شده به مقادیر متئوریت کندریتی..... ۹۹
- شکل ۴-۲۴- نمودار عنکبوتی چند عنصری هنجار شده نسبت به گوشته اولیه..... ۱۰۰
- شکل ۴-۲۵- نمودار عنکبوتی چند عنصری هنجار شده نسبت به متئوریت کندریتی..... ۱۰۲
- شکل ۴-۲۶- نمودار عنکبوتی چند عنصری هنجار شده نسبت به مورب..... ۱۰۳
- شکل ۵-۱- نمودار تمایزی  $Zr/Y - Ti/Y$ ..... ۱۰۷
- شکل ۵-۲- نمودار  $Ti, Zr, Y$ ..... ۱۰۸
- شکل ۵-۳- نمودار Zr در مقابل  $Zr/Y$ ..... ۱۰۹
- شکل ۵-۴- نمودار تمایزی Zr در مقابل Ti..... ۱۰۹
- شکل ۵-۵- نمودار Th/Yb در مقابل Ta/Yb..... ۱۱۰
- شکل ۵-۶- نمودار Zr در مقابل  $(Nb/Zr)N$ ..... ۱۱۱
- شکل ۵-۷- (a-i)- موقعیت سنگهای آتشفشانی مورد مطالعه در نمودارهای عناصر کمیاب..... ۱۲۹
- شکل ۵-۸- نمودار تغییرات Ce/Pb در مقابل Nb/U..... ۱۲۲

- شکل ۵-۹- نمودار Nb در مقابل Y ..... ۱۲۳
- شکل ۵-۱۰- نمودار Y در مقابل Zr ..... ۱۲۴
- شکل ۵-۱۱- نمودار نسبت Nb/Zr در مقابل Nb/Ba ..... ۱۲۵
- شکل ۵-۱۲- نمودار نسبت La/Yb در مقابل La ..... ۱۲۶
- شکل ۵-۱۳- نمایش شماتیک چرخش خردقاره ایران مرکزی و شرقی (CEIM) نسبت به صفحه توران ..... ۱۲۸
- شکل ۵-۱۴- مراحل تشکیل حوضه پولاپارت ( مراحل a تا e) ..... ۱۲۹