

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فَتَوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ

١٠٨-٧

۸۷/۱/۱۰۱۱۷۷  
۸۷/۱/۸



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی زمین شناسی گرایش پترولوژی

پترولوژی و خاستگاه ژئوتکتونیکي بازالت های پالئوزوئیک زیرین دره جهق

(شرق روستای قهرود، جنوب کاشان)

استادان راهنما:

دکتر سید محسن طباطبایی منش

دکتر همایون صفایی

استاد مشاور:

دکتر قدرت ترابی

پژوهشگر:

اکرم السادات میرلوحی

۱۳۸۷ / ۹ / ۲۳

تیرماه ۱۳۸۷

۱۰۸۰۰۶

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

شبهه نگارش پایان نامه  
رعایت شده است  
تحصیلات تکمیلی دانشگاه اصفهان



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی

خانم اکرم السادات میرلوحی

تحت عنوان

پترولوژی و خاستگاه ژئوتکتونیکي بازالت های پالئوزوئیک زیرین دره جهق

(شرق روستای قهرود، جنوب کاشان)

در تاریخ ۱۳۸۷/۴/۳ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه **معالج**..... به تصویب نهایی رسید.

امضا

۱- استادان راهنمای پایان نامه دکتر سید محسن طباطبایی منش با مرتبه ی علمی استادیار

امضا

دکتر همایون صفایی با مرتبه ی علمی استادیار

امضا

۲- استاد مشاور پایان نامه دکتر قدرت ترابی با مرتبه ی علمی استادیار

امضا

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

امضا

۴- استاد داور خارج از گروه دکتر مهین منصوری با مرتبه ی علمی استادیار

امضا

امضای مدیر گروه

## سپاسگزاری

فرش باد صبا را گفته تا فرش زمردین بگسترده و دایه ابر بهاری را فرموده تا نبات نبات در مهد زمین بیورد.

حمد و سپاس شایسته خداوندی است که آفرینش جهان و هبوط آدم را مقدمه ای بر وجود نازنین پنج تن آل عبا قرار داد و سایر بندگان را نیز از نعمت های بیکرانش بی نصیب قرار نداد. خدا را شاکرم که مرتبه وجودی انسان را با عنوان «خلیفه الهی بر روی زمین» بر من منت نهاد و در عصری زندگی می کنم که هر لحظه انتظار ظهور «مهدی موعود» می رود.

اکنون که به یاری خداوند یگانه توفیق یافتم تا به عنوان یک پژوهشگر جوان، سهمی در مطالعات زمین شناسی کشور عزیزم، ایران، داشته باشم، بر خود لازم می دانم از همه عزیزانی که مرا در این راه یاری و همراهی کردند تشکر و قدردانی نمایم.

از استاد فرزانه، جناب آقای دکتر سید محسن طباطبایی منش، با عنوان استاد راهنمای اول، که از هیچ کمک و رهنمودی دریغ نکردند، کمال تشکر و قدردانی را داشته و آرزومند سلامتی و موفقیت برای ایشان از درگاه خداوند متعال می باشم. از استاد ارجمند، جناب آقای دکتر همایون صفایی، با عنوان استاد راهنمای دوم، که از اطلاعات ارزشمند و راهنمایی های سودمندشان در انجام این تحقیق بهره مند شدم، مراتب سپاس و کمال امتنان خود را ابراز می دارم. از استاد مهربان، دانا و نکته سنج، جناب آقای دکتر قدرت ترابی با عنوان استاد مشاور، که نکات ارزنده ای را در طی تحصیل و انجام این پژوهش به من گوشزد کردند، سپاسگزارم.

از پیشنهادات داوران محترم، جناب آقای دکتر نقره ثیان و سرکارخانم دکتر مهین منصوری متشکر و سپاسگزارم. تلاش ها و زحمات مدیران گروه زمین شناسی، آقایان دکتر وزیری و دکتر صفایی و معاونت ایشان دکتر طباطبایی منش، قابل تقدیر و ستایش می باشد. برای من سعادت بزرگ بود که در محضر اساتید بزرگی همچون آقایان دکتر نقره ثیان، دکتر خلیلی، دکتر قاضی فرد، دکتر شریفی، دکتر باقری، ادامه تحصیل داده و به درجه بالاتری از علم دست پیدا کنم. زحمات بی شائبه و بی نهایت اساتید محترم گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور اصفهان در طی دوره لیسانس، به ویژه آقایان دکتر ارزانی، دکتر احمدیان، مهندس همدانیان و مهندس ندیمی را ارج می نهم.

آرزومند موفقیت و شادکامی برای دوستان و همکلاسی های عزیزم، به ویژه خانم ها مهندس فاطمه هاشمی، نرگس شیردشت زاده، شیما عبداللهی، زهره ابراهیمیان و حمیده بهارزاده که در شادی، غم، پیشرفت و ترقی یکدیگر سهیم بودیم، هستیم.

از جناب آقای دکتر هوشنگ اسدی هارونی به خاطر کمک در انجام آنالیزهای ژئوشیمیایی سنگ ها متشکرم. زحمات و کمک های بی دریغ دایی بزرگوارم، جناب آقای مهندس محمدرضا رهنما، که در تمام مراحل تحصیل یار و یاور من بودند را ارج نهاده و برایشان آرزوی سلامتی، سعادت و کامیابی از ایزد منان دارم. پدر و مادر عزیزتر از جانم، اعظم و امیر خوبم و الهه نازم، کلمات مرا یاری نمی کنند تا جوابگوی لطف و مهربانی، دلسوزی و زحمات شما باشم. من توانایی تشکر و جبران زحمات شما را ندارم، اما از خداوند سبحان می خواهم که پاداشی بس بزرگ، خیر دنیا و سعادت آخرت را نصیب شما گرداند.

با تشکر و سپاس فراوان

اکرم السادات میرلوحی

تابستان ۱۳۸۷

تقدیم به آقا عالی گه

فزه فزه و جوی

از فزه فزه و جوشاه

موجویدت یافت

و

با فزه فزه و جوی دوستشاه و لای.

## چکیده:

ولکانیک های سیلورین در جنوب کاشان، به عنوان قاعده سازند ماسه سنگی نیور در تاقدیس جهق برونزد دارند. این ولکانیک ها بخشی از کوهستان قهرود بوده و از نظر تقسیم بندی های ساختمانی - رسوبی ایران در محدوده کمربند ماگمایی سهوند - بزمان قرار گرفته ولی از نظر سنی با آن ها متفاوت است. منحصر به فرد بودن حضور ولکانیک های پالئوزوئیک زیرین (سیلورین) در کمربند ماگمایی سنوزوئیک، بیانگر اهمیت مطالعه این سنگ ها می باشد.

بر اساس مطالعات انجام گرفته این سنگ ها شامل تراکی بازالت الیوین دار، تراکی آندزی بازالت و آندزی بازالت می باشند. بافت اصلی این سنگ ها پورفیری و میکرولیتی پورفیری بوده و کانی های اصلی آن ها شامل پلاژیوکلاز، الیوین، پیروکسن و اکسیدهای Fe-Ti می باشد. از دگرسانی این سنگ ها کانی های ثانویه ای همچون اپیدوت، کلریت، اکسیدهای آهن (مگنتیت، ایلمنیت و همتایت)، اسفن، پرهینت، زئولیت، کوارتز و کلسیت تشکیل شده است.

کاهش فشار در هنگام خروج ماگما سبب ایجاد حاشیه گرد شده، خلیج خوردگی و بافت غربالی در پلاژیوکلازها گردیده است. فلدسپات با ترکیب آلبیت، تشکیل اپیدوت و اسفن ثانویه نشان دهنده تأثیر رخداد دگرگونی کف اقیانوس در حد رخساره شیست سبز (M1) بر روی این سنگ ها است. به دنبال وقوع فازهای ماگمایی دوران سوم و جایگیری توده گرانیتوئیدی قهرود، ولکانیک های جهق تحت تأثیر دگرگونی مجاورتی، حداکثر تا رخساره هورنبلند - هورنفلس (M2) قرار گرفته اند. بر اساس نمودارهای ژئوشیمیایی، این سنگ ها ترکیب آکالی بازالت تا ساب آکالی بازالت داشته و در دیاگرام های دو متغیره نیز تفریق گسترده ای نشان نمی دهند.

عبور ماگما از پوسته قاره ای سبب غنی شدن ماگما از عناصر LIL شده است و درجه ذوب بخشی کم در سنگ منشأ سبب غنی شدن این سنگ ها از عناصر ناسازگار Ti و Zr گردیده است. همچنین وجود گارنت در سنگ منشأ و درجه ذوب بخشی پایین در گوشته اولیه سبب فقیر شدگی HREE نسبت به LREE شده است. نمودارهای ژئوشیمیایی عناصر غیرمتحرک، محیط تکتونیک درون قاره ای و منشأ گوشته ای غنی شده را نشان می دهد. سری ماگمایی این سنگ ها آکالن تا انتقالی می باشد.

با توجه به ماهیت ولکانیسم و محیط تکتونیک این سنگ ها، تشکیل سنگ های آتشفشانی منطقه جهق می تواند مرتبط با فازهای کششی پس از کوهزایی کالدونین و ایجاد شکستگی های عمیق در پوسته کراتونی پالئوزوئیک ایران باشد.

مقایسه این سنگ ها با ولکانیک های ایبانه حاکی از شرایط پتروژنز و ماهیت مشابه و محیط تکتونیک یکسان برای سنگ های هر دو منطقه می باشد.

واژه های کلیدی: بازالت، سیلورین و کاشان.



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول: کلیات</b>
۱	۱-۱- مقدمه
۲	۲-۱- موقعیت جغرافیایی و راه های ارتباطی
۵	۳-۱- مسیرهای دسترسی به سنگ های آتشفشانی منطقه جهق
۶	۴-۱- آب و هوا و پوشش گیاهی
۶	۵-۱- ژئومورفولوژی
۸	۶-۱- ژئوتوریسم منطقه
۹	۷-۱- مخاطرات طبیعی
۱۰	۱-۷-۱- سیل
۱۱	۸-۱- توان معدنی منطقه
۱۲	۹-۱- مطالعات پیشینیان
۱۳	۱۰-۱- روش مطالعه
	<b>فصل دوم: زمین شناسی عمومی</b>
۱۵	۱-۲- پالئوزوئیک در ایران
۱۵	۱-۱-۲- مقدمه
۱۶	۲-۱-۲- ماگماتیسم پالئوزوئیک
۱۶	۳-۱-۲- رخداد زمین ساختی کالدونین
۱۸	۴-۱-۲- سیلورین در ایران مرکزی
۱۸	۵-۱-۲- سنگ های آتشفشانی سیلورین
۲۰	۲-۲- موقعیت زمین شناسی منطقه مورد مطالعه
۲۲	۳-۲- لیتولوژی و چینه شناسی محدوده قهرود- جهق
۲۲	۱-۳-۲- پالئوزوئیک
۲۲	۱-۱-۳-۲- ویژگی های صحرایی ولکانیک های جهق

صفحه	عنوان
۲۵	..... ۲-۳-۲- مزوزوئیک
۲۵	..... ۳-۳-۲- سنوزوئیک
۲۶	..... ۱-۳-۳-۲- تراورتن ها
۳۷	..... ۲-۳-۳-۲- آبرفت ها
۲۷	..... ۴-۳-۲- توده های نفوذی و دگرگونی در منطقه مورد مطالعه
۲۹	..... ۴-۲- تحلیل حرکات زمین ساختی کالدونین در منطقه
۲۹	..... ۵-۲- وضعیت زمین شناسی ساختمانی منطقه مورد مطالعه
۳۱	..... ۱-۵-۲- معرفی ساختارهای مهم منطقه
۳۱	..... ۱-۱-۵-۲- چین خوردگی ها
۳۲	..... ۲-۱-۵-۲- گسل ها
۳۴	..... ۳-۱-۵-۲- درزه ها

#### فصل سوم: سنجش از دور

۳۶	..... ۱-۳- مقدمه
۳۷	..... ۲-۳- مولفه های اصلی یک سیستم سنجش از دور
۳۷	..... ۱-۲-۳- منبع امواج الکترومغناطیس (EM)
۳۷	..... ۲-۲-۳- واکنش با سطح
۳۸	..... ۳-۲-۳- سنجنده ها
۳۸	..... ۱-۳-۲-۳- سنجنده لندست TM
۳۸	..... ۳-۳- خصوصیات تصاویر رقومی
۳۹	..... ۴-۳- پردازش تصویر
۴۰	..... ۵-۳- عملیات پردازش داده های منطقه مورد مطالعه
۴۰	..... ۱-۵-۳- تصحیح هندسی
۴۰	..... ۲-۵-۳- تهیه تصاویر گسترش یافته

۴۱	..... ۳-۵-۳- فیلتره کردن
۴۱	..... ۳-۵-۴- به کارگیری فرمول
۴۱	..... ۳-۶- عملیات دورسنجی و تفکیک واحدهای لیتولوژی در منطقه جهق
۴۶	..... ۳-۷- تهیه نقشه گسل های منطقه
۴۸	..... ۳-۸- بررسی کانه زایی آهن و ارتباط آن با نواحی گسلی

## فصل چهارم: پتروگرافی و شیمی کانی ها

۵۰	..... ۴-۱- مقدمه
۵۰	..... ۴-۲- سنگ نگاری سنگ های آتشفشانی
۵۲	..... ۴-۲-۱- کانی شناسی
۵۲	..... ۴-۲-۱-۱- فلدسپات
۵۷	..... ۴-۲-۱-۲- الیوین
۵۹	..... ۴-۲-۱-۳- پیروکسن
۶۰	..... ۴-۲-۱-۴- اپیدوت
۶۲	..... ۴-۲-۱-۵- کلریت
۶۴	..... ۴-۲-۱-۶- آمفیبول
۶۵	..... ۵-۲-۱-۷- اکسیدهای آهن
۶۹	..... ۴-۲-۱-۸- اسفن (تیتانیت)
۷۱	..... ۴-۲-۱-۹- آپاتیت
۷۲	..... ۴-۲-۱-۱۰- زئولیت
۷۲	..... ۴-۲-۱-۱۱- پرنیت
۷۳	..... ۴-۲-۱-۱۲- کلسیت
۷۳	..... ۴-۲-۱-۱۳- کوارتز
۷۵	..... ۴-۲-۱-۱۴- شیشه

صفحه	عنوان
۷۶	..... ۳-۴- شیمی کانی ها
۷۶	..... ۱-۳-۴- مقدمه
۷۶	..... ۲-۳-۴- فلدسپات ها
۷۷	..... ۳-۳-۴- آمفیبول
۷۹	..... ۱-۳-۳-۴- ترمومتری آمفیبول - پلاژیوکلاز
۸۰	..... ۴-۳-۴- اپیدوت
۸۳	..... ۵-۳-۴- اسفن
۸۴	..... ۶-۳-۴- کلریت ها
۸۵	..... ۱-۶-۳-۴- ترمومتری کلریت ها
۸۶	..... ۴-۴- تفسیر سنگ نگاری و سنگ شناسی منطقه
۸۷	..... ۱-۴-۴- طبقه بندی سنگ های آتشفشانی تاقدیس جهق
۸۷	..... ۱-۱-۴-۴- تراکی بازالت الیوین دار
۸۷	..... ۲-۱-۴-۴- تراکی آندزی بازالت
۸۸	..... ۳-۱-۴-۴- آندزی بازالت
۸۸	..... ۲-۴-۴- دگرسانی
۸۸	..... ۱-۲-۴-۴- دگرسانی بازالت ها
۸۹	..... ۲-۲-۴-۴- دگرسانی فلدسپات ها
۸۹	..... ۳-۴-۴- دگرگونی

#### فصل پنجم: ژئوشیمی و پتروژنز

۹۲	..... ۱-۵- مقدمه
۹۴	..... ۲-۵- نام گذاری سنگ های آتشفشانی جهق
۹۴	..... ۱-۲-۵- نام گذاری بر اساس نسبت مجموع آلکالی در برابر سیلیس
۹۶	..... ۲-۲-۵- نمودار $Zr/TiO_2$ در برابر $SiO_2$

صفحه	عنوان
۹۷	۳-۲-۵- نمودار $Zr/TiO_2$ در برابر $Nb/Y$ .....
۹۸	۳-۵- بررسی نمودارهای دو متغیره .....
۹۹	۱-۳-۵- عناصر اصلی .....
۱۰۱	۲-۳-۵- عناصر فلزات واسطه و کمیاب .....
۱۰۳	۴-۵- بررسی رفتار برخی عناصر کمیاب در سنگ های آتشفشانی منطقه جهق .....
۱۰۳	۱-۴-۵- Sr .....
۱۰۳	۲-۴-۵- Ba و Rb .....
۱۰۳	۳-۴-۵- Cr و Ni .....
۱۰۳	۴-۴-۵- V و Ti .....
۱۰۴	۵-۵- سرشت ماگمایی .....
۱۰۵	۶-۵- نمودارهای عنکبوتی .....
۱۰۵	۱-۶-۵- تفسیر نمودارهای چندعنصری .....
۱۰۸	۲-۶-۵- الگوهای REE .....
۱۱۱	۷-۵- تعیین جایگاه تکتونیکي .....
۱۱۲	۱-۷-۵- نمودار $Ti/100-Zr-Y*3$ .....
۱۱۳	۲-۷-۵- نمودار Ti-Zr .....
۱۱۴	۳-۷-۵- نمودار $Zr/Y$ در برابر Zr .....
۱۱۵	۴-۷-۵- نمودار $Zr/Y$ در برابر Ti/Y .....
۱۱۶	۵-۷-۵- نمودار Ti/Y در برابر Nb/Y .....
۱۱۶	۶-۷-۵- نمودار $Nb*2-Zr/4-Y$ .....
۱۱۸	۷-۷-۵- نمودار Nb-SiO <sub>2</sub> .....
۱۱۸	۸-۷-۵- نمودار Ti-V .....
۱۲۱	۹-۷-۵- نمودارهایی که آلکالی بازالت ها و سری های تولیتی را از هم متمایز می کنند .....
۱۲۱	۱-۹-۷-۵- نمودار $TiO_2-Y/Nb$ .....

صفحه	عنوان
۱۲۲	..... P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - Zr نمودار ۲-۹-۷-۵
۱۲۴	..... ۸-۵- سنگ منشأ
<b>فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات</b>	
۱۲۸	..... ۱-۶- نتیجه گیری
۱۳۰	..... ۲-۶- پیشنهادات
۱۳۱	..... پیوست ها
۱۴۲	..... منابع و مأخذ

## فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱- موقعیت شهرستان کاشان .....
۳	شکل ۲-۱- موقعیت جغرافیایی جهق در شهرستان کاشان و استان اصفهان .....
۴	شکل ۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه جهق و راه های ارتباطی آن با مناطق اطراف .....
۵	شکل ۴-۱- مسیرهای دسترسی به ولکانیک ها جهت نمونه برداری از منطقه .....
۷	شکل ۵-۱- نمایی از واحد کوهستانی در منطقه جهق .....
۷	شکل ۶-۱- نمایی از مورفولوژی منطقه .....
۸	شکل ۷-۱- الف: نمایی از درز و شکستگی های و آثار انهدام سنگ ها در اثر فرایندهای هیدروترمالی
۹	شکل ۸-۱- نمایی از ویلاهای تفریحی منطقه جهق .....
۱۰	شکل ۹-۱- نمادی از انتقام گیری طبیعت از انسان .....
۲۰	شکل ۱-۲- موقعیت منطقه جهق در نقشه واحدهای تکتونیک اصلی ایران .....
۲۱	شکل ۲-۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه در تقسیم بندی های رسوبی- ساختمانی ایران .....
۲۱	شکل ۳-۲- تصویر ماهواره ای از تاقدیس جهق .....
۲۳	شکل ۴-۲- نمایی از سنگ های آتشفشانی جهق .....
۲۴	شکل ۵-۲- تناوب شیل و دولومیت در هسته مرکزی تاقدیس جهق .....
۲۴	شکل ۶-۲- ساخت اسلیتی در سنگ های آتشفشانی جهق .....
۲۶	شکل ۷-۲- نمایی از تراورتن های تشکیل شده بر سطح سازندهای قدیمی تر .....
۲۷	شکل ۸-۲- تراورتن ها در نمای نزدیک .....
۲۸	شکل ۹-۲- موقعیت توده های نفوذی و سنگ های آتشفشانی در محدوده مورد مطالعه .....
۳۰	شکل ۱۰-۲- موقعیت تاقدیس جهق و پاره شمال خاوری گسل قم- زفره .....
۳۱	شکل ۱۱-۲- نقشه شماتیک ساختارهای اصلی منطقه .....
۳۳	شکل ۱۲-۲- موقعیت و ویژگی تراورتن ها و گرانودیوریت ها در بخشی از تصویر ماهواره ای منطقه
۳۳	شکل ۱۳-۲- توده کربناته با رنگ روشن در امتداد گسل .....
۳۴	شکل ۱۴-۲- درزه های مزدوج و کششی در ولکانیک ها .....
۳۵	شکل ۱۵-۲- مرز عادی بین هسته دولومیتی- شیلی با ولکانیک ها .....

عنوان

صفحه

۳۵	..... شکل ۲-۱۶- مرز گسلی بین هسته دولومیتی- شیلی با ولکانیک ها
۴۴	..... شکل ۳-۱- تصویر ماهواره ای پردازش شده منطقه
۴۵	..... شکل ۳-۲- تفکیک چهار تن رنگی تشخیص داده شده بر روی ولکانیک های منطقه جهق
۴۷	..... شکل ۳-۳- گسل های شناسایی شده با استفاده از تکنیک های سنجش از دور
۴۹	..... شکل ۳-۴- تصویر ماهواره ای پردازش شده با نسبت باندهی ۳ به ۲
۵۲	..... شکل ۴-۱- ساخت پورفیری و حفرات نامنظم که توسط کانی های ثانویه پر شده است
۵۵	..... شکل ۴-۲- دگرسانی سریسیتی، تشکیل اپیدوت از دگرسانی پلاژیوکلاز
۵۶	..... شکل ۴-۳- شکستگی های پلاژیوکلاز که توسط هماتیت و کلسیت پر شده اند
۵۷	..... شکل ۴-۴- فنوکریست های سانیدین در زمینه میکروولیتی و بافت تراکیتی
۵۸	..... شکل ۴-۵- الیوین های ایدینگزیتی، بولنژیتی و جانشین شده توسط کلریت و اکسید آهن
۵۹	..... شکل ۴-۶- کانی پیروکسن با خلیج خوردگی و پیروکسن هایی که توسط کلریت جانشین شده اند
۶۱	..... شکل ۴-۷- همراهی اپیدوت با پلاژیوکلاز، تشکیل در زمینه و جانشینی به جای کانی های فرومنیزین
۶۲	..... شکل ۴-۸- نمونه دستی یک اپیدوزیت
۶۳	..... شکل ۴-۹- کلریت با رنگ های سبز، قرمز- نارنجی، قهوه ای و آبی- بنفش
۶۴	..... شکل ۴-۱۰- همراهی پلاژیوکلاز و آمفیبول در ولکانیک های بخش غربی
۶۵	..... شکل ۴-۱۱- ترمولیت- اکتینولیت های کلریتی شده
۶۶	..... شکل ۴-۱۲- اکسید آهن به صورت درشت بلور، ریز بلور و پراکنده در زمینه
۶۸	..... شکل ۴-۱۳- اشکال اسکلتی و چوب کبریتی ایلمنیت و بلورهای حصیری لوکوکسن
۶۸	..... شکل ۴-۱۴- ورود سیالات آهن دار و ارتباط آن با درز و شکستگی های موجود در پلاژیوکلاز
۶۹	..... شکل ۴-۱۵- تشکیل هماتیت در مجاورت رگه کوارتزی
۷۰	..... شکل ۴-۱۶- حالت های مختلف تشکیل اسفن در سنگ های آتشفشانی جهق
۷۱	..... شکل ۴-۱۷- آپاتیت های اولیه که به صورت ادخال در الیوین دیده می شوند
۷۱	..... شکل ۴-۱۸- آپاتیت های ثانویه که در زمینه به همراه مگنتیت دیده می شوند
۷۲	..... شکل ۴-۱۹- زئولیت و پرهنیت های تشکیل شده در حفرات
۷۳	..... شکل ۴-۲۰- کلسیت های تشکیل شده در رگه ها و حفرات موجود در سنگ های آتشفشانی جهق



۷۴	..... شکل ۴-۲۱- کوارتزهای ثانویه در حفرات کروی شکل
۷۴	..... شکل ۴-۲۲- توالی تشکیل فلدسپات، کلریت و کوارتز در حفرات
۷۷	..... شکل ۴-۲۳- ترکیب پلاژیوکلازهای موجود در متاولکانیک های جهق
۷۸	..... شکل ۴-۲۴- نمایش ترکیب آمفیبول های داخل پلاژیوکلازها در متاولکانیک های غرب منطقه
۷۸	..... شکل ۴-۲۵- نمایش ترکیب همان آمفیبول ها بر روی نمودار تقسیم بندی آمفیبول ها
۷۹	..... شکل ۴-۲۶- آمفیبول هایی که با پلاژیوکلازها در حالت تعادل به سر می برند
۸۱	..... شکل ۴-۲۷- مدل چندشکلی ساختار کلینوزویت و اتصال سایت های اکتاهدرال
۸۳	..... شکل ۴-۲۸- رابطه میزان پیستاشیت در انواع اپیدوت ها و منشأ آن ها
۸۳	..... شکل ۴-۲۹- طیف EDS مربوط به اسفن
۸۴	..... شکل ۴-۳۰- نمایش ترکیب کلریت ها در نمودار طبقه بندی کلریت ها
۸۹	..... شکل ۴-۳۱- نمودار طبقه بندی انواع دگرسانی در فلدسپات ها
۹۴	..... شکل ۵-۱- نمودار آکالی- سیلیس و نسبت $Fe_2O_3/FeO$ جهت سنگ های آذرین بیرونی
۹۵	..... شکل ۵-۲- رده بندی سنگ های منطقه بر اساس نسبت مجموع آکالی- سیلیس
۹۶	..... شکل ۵-۳- تقسیم بندی سنگ های آتشفشانی بر اساس مجموع آکالی در مقابل سیلیس
۹۷	..... شکل ۵-۴- نمودار $Zr/TiO_2$ در مقابل $SiO_2$
۹۸	..... شکل ۵-۵- نمودار $Nb/Y - Zr/TiO_2$
۱۰۰	..... شکل ۵-۶- نمودارهای اکسیدهای عناصر اصلی در مقابل $MgO$
۱۰۲	..... شکل ۵-۷- نمایش نمودارهای تغییرات برخی عناصر فلزی واسطه
۱۰۲	..... شکل ۵-۸- نمایش نمودارهای تغییرات برخی عناصر نادر برای سنگ های آتشفشانی ناحیه جهق
۱۰۴	..... شکل ۵-۹- نمودار تاس (TAS) جهت تفکیک سری های آکالن و ساب آکالن
۱۰۷	..... شکل ۵-۱۰- نمودار چندعنصری نرمالیز شده با گوشته اولیه
۱۰۷	..... شکل ۵-۱۱- نمودار چندعنصری نرمالیز شده با کندریت
۱۰۹	..... شکل ۵-۱۲- نمودار عنکبوتی عناصر نادر خاکی نرمالیز شده با کندریت
۱۱۰	..... شکل ۵-۱۳- مقایسه نمونه های جهق و ابیانه در نمودار عنکبوتی عناصر نادر خاکی
۱۱۱	..... شکل ۵-۱۴- مقایسه نمونه های جهق و ابیانه در نمودار چندعنصری

عنوان	صفحه
شکل ۵-۱۵- نمودار متمایز کننده Ti-Zr-Y برای بازالت ها	۱۱۳
شکل ۵-۱۶- نمودار Ti-Zr که محدوده های بازالت های قوس آتشفشانی، MORB و ...	۱۱۴
شکل ۵-۱۷- نمودار متمایز کننده بازالت ها بر اساس متغیرهای Zr/Y و Zr	۱۱۵
شکل ۵-۱۸- نمودار متمایز کننده بازالت ها بر اساس Zr/Y- Ti/Y	۱۱۵
شکل ۵-۱۹- نمودار متمایز کننده بازالت ها بر اساس Ti/Y-Nb/Y	۱۱۶
شکل ۵-۲۰- موقعیت سنگ های منطقه جهق بر روی نمودار Nb*2-Zr/4- Y	۱۱۷
شکل ۵-۲۱- نمودار Nb-SiO <sub>2</sub> که محدوده ماگماهای کمان و درون کراتونی و حدواسط	۱۱۸
شکل ۵-۲۲- نمودار متمایز کننده بازالت ها بر اساس Ti- V	۱۱۹
شکل ۵-۲۳- نمودار متمایز کننده محیط تکتونیکی بر اساس عناصر غیرمتحرک	۱۲۰
شکل ۵-۲۴- نمودار متمایز کننده بازالت ها بر اساس TiO <sub>2</sub> - Y/Nb	۱۲۲
شکل ۵-۲۵- نمودار متمایز کننده بازالت ها بر اساس P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - Zr	۱۲۲
شکل ۵-۲۶- نمودارهای تعیین محیط تکتونیکی به منظور مقایسه نمونه ها	۱۲۳
شکل ۵-۲۷- موقعیت سنگ های آتشفشانی منطقه جهق در نمودار Ce/Sm در برابر Sm/Yb ...	۱۲۵
شکل ۵-۲۸- موقعیت سنگ های آتشفشانی منطقه جهق در نمودار Ce/Sm در برابر Sm/Yb ...	۱۲۶

## فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۳۹	جدول ۳-۱- محدوده طیفی و خصوصیات هفت باند طیفی سنجنده TM
۸۰	جدول ۴-۱- نتایج فشارسنجی مربوط به AI کل موجود در آمفیبول های بخش غربی
۸۲	جدول ۴-۲- محاسبه درصد پیستاشیت و میانگین آن در اپیدوت های موجود در متاولکانیک های جهق
۸۵	جدول ۴-۳- نتایج ترمومتری کلریت ها
۱۲۴	جدول ۵-۱- تقسیم بندی بازالت ها براساس موقعیت تکتونیکی

## فهرست پیوست ها

صفحه	عنوان
۱۳۱	پیوست ۱: اختصارات به کار رفته برای اسامی کانی ها برگرفته از کرتز، ۱۹۸۳
۱۳۳	پیوست ۲: اختصار مربوط به کانی هایی که در پیوست ۱ ذکر نشده است
۱۳۴	پیوست ۳:
۱۳۴	- جدول ۱: نتایج آنالیز نقطه ای فلدسپات های منطقه و محاسبه فرمول ساختاری آن ها
۱۳۶	- جدول ۲: نتایج آنالیز نقطه ای آمفیبول های منطقه و محاسبه فرمول ساختاری آن ها
۱۳۷	- جدول ۳: نتایج آنالیز نقطه ای اپیدوت های منطقه و محاسبه فرمول ساختاری آن ها
۱۳۸	- جدول ۴: نتایج آنالیز نقطه ای کلریت های منطقه و محاسبه فرمول ساختاری آن ها
۱۳۹	پیوست ۴: متغیرهای مبدل
۱۴۰	پیوست ۵:
۱۴۰	- جدول ۱: نتایج آنالیز شیمیایی عناصر اصلی، فرعی و کمیاب سنگ های آتشفشانی منطقه
۱۴۱	- جدول ۲: درصد اکسیدهای اصلی و نورم محاسبه شده برای سنگ های آتشفشانی منطقه