

سنة الفجر



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی

**پترولوژی سنگ های آتشفشانی ائوسن در جنوب غرب چوپانان**

**(شمال شرق استان اصفهان)**

استاد راهنما:

دکتر قدرت ترابی

پژوهشگر:

زهرا گلی

اردیبهشت ۱۳۹۲

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

# سپاسگزاری

"اگر دریا برای (نوشتن) کلمات پروردگارم مرکب شود، دریا پایان می گیرد. پیش از آن که کلمات پروردگارم پایان یابد؛ هر چند همانند آن (دریا) را کمک آن قرار دهیم" (آیه ۱۰۹ سوره ی کهف).

به نام آن علیمی که شعله ی عشق به تحصیل را در فانوس سینه ی پر مهر صاحبان علم و طالبان عمل روشن نمود. حمد و سپاس کردگاری را سزااست که رخصت کسب علم و دانش را به ما عطا فرموده است.

با تقدیر و تشکر شایسته از استاد راهنمای فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر ترابی که با نکته های سنجیده و گفته های نغز، صحیفه های سخن را علم پرور نمودند و همواره راهنما و راه گشای اینجانب در اتمام پایان نامه بوده اند.

با تشکر و سپاس از اساتید دانشمند و گران قدر، جناب آقایان دکتر نقره ثیان، دکتر خلیلی، دکتر صفایی، دکتر طباطبایی منش و دکتر مکی زاده که از محضر پر فیض تدریستان، بهره ها برده ام.

با امتنان بیکران از مساعدت های بی شائبه ی مدیریت محترم گروه جناب آقای دکتر صفری و سرکار خانم ها شاهپیری، ساکتی و ابن نصیر.

با تقدیر و درود فراوان خدمت پدر و مادر بسیار عزیز، دلسوز و فداکارم که پیوسته جرعه نوش جام تعلیم و تربیت، فضیلت و انسانیت آنها بوده ام و همواره چراغ وجودشان روشنگر راه من در سختی ها و مشکلات بوده است؛ و برادرم که همواره در طول تحصیل متحمل زحماتم بوده و تکیه گاه من در مواجهه با مشکلات و وجودش مایه ی دلگرمی من می باشد.

با سپاس بی دریغ خدمت دوستان مهربانم خانم ها ملکی، صفری، عسگری، حیدری، ابراهیمی، معین و قاسمی که مرا صمیمانه و مشفقانه یاری داده اند.

و با تشکر خالصانه خدمت همه کسانی که به نوعی مرا در به انجام رساندن این مهم یاری نموده اند. بی حضور این عزیزان رسیدن به هدف مقدور نبود.

## چکیده

چوپانان در بخش های شمال شرقی استان اصفهان واقع شده و بخشی از زون ساختاری ایران مرکزی و بلوک یزد را به خود اختصاص می دهد. در جنوب غرب این منطقه مجموعه های افیولیتی و سنگ های دگرگونی پالئوزوئیک، سنگ آهک های کرتاسه و سنگ های ولکانیک ائوسن همراه با ساب ولکانیک ها و سنگ های آذرآواری (توف سنگی، توفیت و برش توفی) می باشند. اغلب سنگ های آتشفشانی ائوسن در این منطقه دارای ترکیب آندزیت بوده که با روند شمال شرق - جنوب غرب در امتداد گسل های منطقه دیده می شوند.

بافت های اصلی این آندزیت ها پورفیریتیک، گلومروپورفیریتیک، غربالی، پوئی کیلیتیک و جریان است. مجموعه کانی های تشکیل دهنده این سنگ ها عبارتند از فلدسپار (آندزین - الیگوکلاز و سانیدین)، آمفیبول (هاستینگسیت منیزیم دار، مگنزیهواستینگسیت، فروپارگازیت)، میکا (بیوتیت - فلوگوپیت)، کلینوپیروکسن (دیوپسید، اوژیت)، کوارتز و گارنت، کانی های تیره (هماتیت، مگنتیت، تیتانومگنتیت، ایلمنیت)، تیتانیت، زیرکن و آپاتیت. کانی های ثانویه حاصل دگرسانی شامل کلسیت، کلریت (دیاباتیت)، کوارتز، کائولینیت، هماطیت و پرهنیت می باشند.

الگوی عناصر نادر خاکی و نمودارهای عنکبوتی حاکی از غنی بودن نمونه ها از LREE و LILE و فقیر بودن از HSFE (نظیر Ti, Ta, Nb) می باشد که از مشخصات ماگماتیسیم مرتبط با فروانش است. داده های ژئوشیمیایی نشان دهنده ی این است که این سنگ ها حاصل درجات ذوب بخشی کمتر از ۱۰ درصد یک اسپینل لرزولیت گشته بوده و متعلق به یک قوس آتشفشانی هستند.

شیمی کانی ها، ویژگی های پتروگرافی و مطالعات ژئوشیمیایی سنگ های ولکانیک ائوسن جنوب غرب چوپانان دلالت بر ماهیت انتقالی (کالک آلکان متمایل به شوشونیتی) سنگ های منطقه دارد.

بررسی های صحرائی، پتروگرافی و ژئوشیمیایی نشان از تشکیل این سنگ ها طی فرآیندهای پتروژنیک یکسان بوده و در روند تحول آن ها آلیش و اختلاط ماگمایی نقش داشته است. همچنین این سنگ ها تحت تاثیر فعالیت گسل هایی چون چوپانان و کال کافی در برخی نقاط بسیار تکتونیزه بوده و حاوی درز و شکاف فراوان می باشند. این منطقه بخشی از کمپلکس افزایشی واریسکن پالئوزوئیک انارک تا عروسان می باشد.

بررسی های صحرائی نشان می دهد که عوامل ساختاری در تسهیل عبور سیالات ماگمایی مرتبط با پلوتونیسیم ائوسن میانی و افزایش سطح تماس آن ها با سنگ ها نقش مهمی را ایفا نموده و سبب توسعه دگرسانی گرمایی در سنگ های ائوسن این منطقه شده است. نتایج XRD نمونه ها بیانگر وجود انواع دگرسانی های آرژیلیتی، سیلیسی، پروپلیتی و کربناته شدن در این منطقه است.

واژگان کلیدی: سنگ های آتشفشانی، ائوسن، خرد قاره ی - شرق ایران مرکزی، چوپانان، آندزیت

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	فصل اول کلیات.....
۱.....	۱-۱- مقدمه .....
۲.....	۲-۱- موقعیت جغرافیایی .....
۳.....	۳-۱- راه های ارتباطی منطقه و مسیر های دسترسی به سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان ..
۳.....	۴-۱- آب و هوا و پوشش گیاهی .....
۴.....	۵-۱- ژئومورفولوژی منطقه .....
۵.....	۶-۱- تاریخچه مطالعات پیشینیان .....
۸.....	۷-۱- توان معدنی منطقه .....
۹.....	۸-۱- هدف از پژوهش .....
۱۰.....	۹-۱- روش های پژوهش .....
۱۲.....	فصل دوم زمین شناسی عمومی .....
۱۲.....	۱-۲- تقسیم بندی ساختاری منطقه .....
۱۶.....	۲-۲- بررسی واحد های لیتولوژی در منطقه بر اساس سن .....
۱۶.....	۱-۲-۲- پرکامبرین .....
۱۷.....	۲-۲-۲- پالئوزوئیک .....
۱۷.....	۳-۲-۲- مزوزوئیک .....
۱۸.....	۴-۲-۲- ترشیری .....
۲۰.....	۵-۲-۲- کواترنری .....
۲۱.....	۳-۲- کاربرد داده های ماهواره ای در بررسی های زمین شناسی منطقه .....
۲۳.....	۴-۲- بررسی ماگماتیسم سنوزوئیک در منطقه جنوب غرب چوپانان .....
۲۴.....	۱-۴-۲- بررسی ویژگی های ولکانولوژی .....
۲۴.....	۲-۴-۲- علل ولکانیسم در منطقه جنوب غرب چوپانان .....
۲۵.....	۵-۲- سن مجموعه سنگ های منطقه جنوب غرب چوپانان .....
۲۶.....	۶-۲- وضعیت تکتونیکی منطقه جنوب غرب چوپانان .....
۲۷.....	۱-۶-۲- معرفی ساختارهای گسلی .....

عنوان	صفحه
۱-۱-۶-۲- گسل کویر بزرگ	۲۸
۲-۱-۶-۲- گسل ترکمنی - اوردیب	۲۸
۳-۱-۶-۲- گسل چوپانان	۲۸
۴-۱-۶-۲- گسل کال کافی	۲۹
۵-۱-۶-۲- گسل خونی	۲۹
فصل سوم پتروگرافی	۳۰
۱-۳- پتروگرافی سنگ های منطقه جنوب غرب چوپانان	۳۰
۱-۲-۳- بافت سنگ های آتشفشانی	۳۱
۲-۲-۳- فنوکریست های سنگ های آتشفشانی منطقه جنوب غرب چوپانان	۳۴
۱-۲-۲-۳- پیروکسن	۳۴
۲-۲-۲-۳- آمفیبول	۳۵
۳-۲-۳- کانی های فرعی موجود در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان	۳۹
۱-۳-۲-۳- کوارتز	۳۹
۲-۳-۲-۳- گارنت	۳۹
۴-۳-۲-۳- آپاتیت	۴۰
۵-۳-۲-۳- تیتانیت	۴۰
۶-۳-۲-۳- زیرکن	۴۰
۴-۲-۳- زمینه سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان	۴۰
۵-۲-۳- کانی های حاصل از دگرسانی سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان	۴۲
۱-۵-۲-۳- کلریت	۴۲
۲-۵-۲-۳- کلسیت	۴۲
۳-۵-۲-۳- پرهنیت	۴۲
۴-۵-۲-۳- کانی های رسی	۴۲
۵-۵-۲-۳- کوارتز	۴۳
۶-۲-۳- بررسی زنولیت های موجود در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان	۴۴
۳-۳- بررسی سنگ های آذرآواری	۴۴

عنوان	صفحه
۳-۳-۱- بافت سنگ های آذر آواری جنوب غرب چوپانان .....	۴۶
۳-۳-۳- زمینه در سنگ های پیروکلاستیک و آذرآواری .....	۴۸
۳-۴-۴- انواع دگرسانی های موجود در منطقه ی مورد مطالعه و کانی شناسی آنها .....	۴۸
۳-۴-۱- دگرسانی آرژیلیتی .....	۴۸
۳-۴-۲- دگرسانی سیلیسی .....	۴۹
۳-۴-۳- دگرسانی پروپیلیتی .....	۴۹
۳-۴-۴- دگرسانی کربناته .....	۴۹
فصل چهارم شیمی کانی ها .....	۵۰
۴-۱- مقدمه .....	۵۰
۴-۲- بررسی شیمی کانی های اصلی سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان .....	۵۱
۴-۲-۱- پیروکسن .....	۵۰
۴-۲-۲- فلدسپار .....	۵۳
۴-۲-۳- آمفیبول .....	۵۷
۴-۲-۴- میکا .....	۶۱
۴-۳- بررسی شیمی کانی های فرعی سنگ های آتشفشانی ائوسن منطقه جنوب غرب چوپانان .....	۶۳
۴-۳-۱- کانی های تیره .....	۶۳
۴-۳-۲- زیرکن .....	۵۰
۴-۴- بررسی شیمی کانی های حاصل از دگرسانی در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان .....	۶۵
۴-۴-۱- کلریت .....	۵۰
۴-۴-۲- کلسیت .....	۵۰
۴-۴-۳- آنالیز پراش پرتو ایکس .....	۶۷
فصل پنجم ژئوشیمی .....	۶۹
۵-۱- مقدمه .....	۶۹
۵-۲- نامگذاری سنگ های آتشفشانی جنوب غرب چوپانان .....	۷۳
۵-۲-۱- نمودار TAS (لوباس و همکاران، ۱۹۸۶) .....	۷۴



عنوان	صفحه
۲-۲-۵- نمودار Q-A-P (لومتر و همکاران، ۱۹۸۹).....	۷۴
۳-۲-۵- نمودار QAPF (لومتر، ۱۹۸۹).....	۷۵
۴-۲-۵- نمودار وینچستر و فلوید (۱۹۷۷).....	۷۶
۵-۲-۵- نمودار $K_2O-SiO_2$ (لومتر و همکاران ۱۹۸۹).....	۷۷
۶-۲-۵- نمودار تعیین وضعیت آلومین (مانیاری و پیکولی، ۱۹۸۹).....	۷۸
۳-۵- تعیین نوع و خصوصیات سری ماگمایی سازنده ی سنگ های آتشفشانی جنوب غرب چوپانان.....	۷۹
۱-۳-۵- بررسی نمودار $SiO_2-(Na_2O + K_2O)$ (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱).....	۸۰
۲-۳-۵- بررسی نمودار AFM (ورنیک و منز، ۱۹۹۷).....	۸۰
۳-۳-۵- بررسی نمودارهای پیرس (۱۹۸۲).....	۸۱
۴-۳-۵- بررسی نمودار Th/Yb در مقابل Ta/Yb (مولر و همکاران، ۱۹۹۲).....	۸۲
۵-۳-۵- بررسی نمودار Ce/Yb در برابر Hf/Yb (پیرس و همکاران، ۱۹۸۲).....	۸۲
۶-۳-۵- بررسی نمودار $SiO_2$ در برابر $K_2O/Na_2O$ (جاکواس و همکاران، ۱۹۸۵).....	۸۳
۷-۳-۵- بررسی نمودار V- Ti/1000 (شروایس، ۱۹۸۲).....	۸۳
۴-۵- بررسی نمودارهای هارکر (۱۹۰۹).....	۸۴
۱-۴-۵- هارکر عناصر اصلی.....	۸۴
۲-۴-۵- هارکر عناصر واسطه و کمیاب.....	۸۵
۳-۴-۵- بررسی پدیده وابستگی عناصر کمیاب به عناصر اصلی.....	۸۹
۵-۵- بررسی نمودارهای بهنجارسازی.....	۹۰
فصل ششم پتروژنز.....	
۱-۶- سنگ منشأ ماگمای والد سنگ های آتشفشانی ائوسن در جنوب غرب چوپانان.....	۹۳
۲-۶- تعیین درجه ی ذوب بخشی سنگ منشأ ماگمای والد سنگ های آتشفشانی ائوسن در جنوب غرب چوپانان.....	۹۵
۳-۶- اختلاط ماگمایی.....	۹۶
۴-۶- آرایش ماگمایی.....	۱۰۱
۱-۴-۶- ویژگی های پتروگرافی سنگ های آرایش یافته در جنوب غرب چوپانان.....	۱۰۱
۱-۱-۴-۶- در مقیاس ماکروسکوپی.....	۱۰۱

عنوان	صفحه
۶-۴-۱-۲- در مقیاس میکروسکوپی .....	۱۰۲
۶-۴-۲- ویژگی های ژئوشیمیایی سنگ های آرایش یافته در جنوب غرب چوپانان .....	۱۰۲
۶-۵- زمین دما- فشار سنجی .....	۱۰۵
۶-۵-۱-۱- فشار سنجی با استفاده از آمفیبول .....	۱۰۵
۶-۵-۱-۲- فشارسنجی با استفاده از کلینوپیروکسن .....	۱۰۸
۶-۵-۲- دماسنجی .....	۱۰۹
۶-۵-۱-۲- دماسنجی با استفاده از کلینوپیروکسن - آمفیبول همزیست .....	۱۰۹
۶-۵-۲-۲- دماسنجی با استفاده از پلاژیوکلاز - آمفیبول همزیست .....	۱۱۰
۶-۵-۲-۳- دماسنجی با استفاده از فلدسپارهای پتاسیم .....	۱۱۱
۶-۵-۲-۴- دماسنجی با استفاده از پیروکسن .....	۱۱۲
۶-۵-۲-۵- دماسنجی با استفاده از میکا .....	۱۱۲
۶-۵-۲-۶- دماسنجی با استفاده از کلریت .....	۱۱۴
۶-۵-۳- تعیین مقدار آب ماگمای سازنده ی سنگهای آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان .....	۱۱۵
۶-۵-۴- بررسی میزان فوگاسیته اکسیژن با استفاده از کانی شناسی .....	۱۱۵
۶-۵-۵- چگالی .....	۱۱۷
۶-۵-۶- عمق .....	۱۱۸
۶-۶-۱- تعیین جایگاه تکتونیکی با استفاده از عناصر کمیاب .....	۱۱۹
۶-۶-۱-۱- نمودارهای تعیین موقعیت تکتونیکی وود (۱۹۸۰) .....	۱۱۹
۶-۶-۱-۲- نمودارهای تعیین موقعیت تکتونیکی گیل (۱۹۸۱) .....	۱۱۹
۶-۶-۱-۳- نمودارهای پیرس و همکاران (۱۹۸۴) .....	۱۲۰
۶-۶-۱-۴- نمودارهای لومتر (۱۹۸۹) و مولر و گراوز (۱۹۹۷) .....	۱۲۱
۶-۶-۲- تعیین جایگاه تکتونیکی با استفاده از ترکیب کانی ها .....	۱۲۲
۶-۶-۳- بررسی رابطه ی ساختارهای تکتونیکی نقش آن ها در دگرسانی و تشکیل کانی های ثانویه .....	۱۱۹
۶-۶-۴- تعیین منشأ سیال و رخساره های موجود در منطقه .....	۱۱۹
۶-۷- بررسی ارزش اقتصادی عناصر و کانی های موجود در منطقه جنوب غرب چوپانان .....	۱۲۶
۶-۷-۱- توان معدنی و اقتصادی در منطقه جنوب غرب چوپانان .....	۱۲۶
۶-۷-۲- کانسارهای احتمالی موجود در منطقه .....	۱۲۷

عنوان	صفحه
۶-۷-۳- کانی های صنعتی موجود در منطقه.....	۱۲۸
فصل هفتم نتیجه گیری و پیشنهادات.....	۱۲۹
۷-۱- نتیجه گیری .....	۱۲۹
۷-۱-۱- نتایج بررسی شیمی کانی ها.....	۱۳۰
۷-۱-۲- نتایج مطالعات ژئوشیمیایی سنگ کل.....	۱۳۰
۷-۱-۳- نتایج حاصل از مطالعه جایگاه تکتونوماگمایی.....	۱۳۲
۷-۲- پیشنهادات.....	۱۳۳
پیوست.....	۱۳۳
منابع و مآخذ.....	۱۳۸

## فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
فصل اول کلیات	۱.....
شکل ۱-۱ مهمترین رخنمون های سنگ های آتشفشانی ائوسن ایران و موقعیت منطقه ی جنوب غرب چوپانان (برگرفته از ترابی، ۲۰۰۹).....	۲.....
شکل ۲-۱ راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه (اقتباس از اطلس راه های ایران، ۱۳۹۱).....	۳.....
شکل ۳-۱ چشم اندازی از مورفولوژی منطقه جنوب غرب چوپانان (نگاه به شمال شرق).....	۵.....
شکل ۴-۱ مسیر دستیابی به معدن نخلک پس از گذر از سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان	۸.....
شکل ۵-۱ نقشه منطقه بندی متالوژنیک منطقه ی انارک (اقتباس از گزارش تکنواکسپورت، ۱۹۸۴).....	۹.....
فصل دوم زمین شناسی عمومی	۱۲.....
شکل ۱-۲ نقشه تقسیمات زمین شناسی ایران (برگرفته از ریچارد و همکاران، ۲۰۰۶).....	۱۳.....
شکل ۲-۲ نقشه تقسیمات زمین شناسی خرد قاره ی شرق-ایران مرکزی (علوی، ۱۹۹۱).....	۱۴.....
شکل ۳-۲ تصاویر صحرایی منطقه ی جنوب غرب چوپانان (سنگ های آتشفشانی ائوسن در کنار مجموعه ی دگرگونی های انارک).....	۱۶.....
شکل ۴-۲ نمایی از واحدهای مزوزوئیک در کوه کشکی.....	۱۸.....
شکل ۵-۲ نمایی از کوه کشکی و سنگ های آتشفشانی ائوسن و تأثیر دگرسانی بر روی این سنگ ها (نگاه به شرق).....	۱۹.....
شکل ۶-۲ نمایی از سنگ های آتشفشانی ائوسن در جنوب غرب چوپانان (این سنگ ها در یک راستا قرار گرفته اند).....	۲۰.....
شکل ۷-۲ نمایی از سنگ های آتشفشانی ائوسن در جنوب غرب چوپانان به همراه رسوبات کواترنری.....	۲۰.....
شکل ۸-۲ نقشه زمین شناسی ساده شده ی انارک تا کبودان و موقعیت سنگ های آتشفشانی ائوسن منطقه جنوب غرب چوپانان (بر اساس نقشه ی ۱/۲۵۰۰۰۰ خور و انارک).....	۲۱.....
شکل ۹-۲ تصویر ماهواره $ETM^+$ از منطقه انارک تا چوپانان.....	۲۲.....
شکل ۱۰-۲ نمایی شماتیک از گسل ها و کانسارهای مهم در منطقه انارک (تکنواکسپورت، ۱۹۸۴).....	۲۷.....
شکل ۱۱-۲ تصویر Google Earth گسل های تأثیر گذار در منطقه جنوب غرب چوپانان.....	۲۸.....
شکل ۱۲-۲ گسل های منطقه و عملکرد آن ها در ایجاد خرد شدگی، شکستگی و دگرسانی.....	۲۹.....
شکل ۱۳-۲ تأثیر گسل های منطقه در عبور سیالات و دگرسان کردن واحد ها.....	۲۹.....

- فصل سوم پتروگرافی..... ۳۰
- شکل ۱-۳ بافت های موجود در سنگ های آتشفشانی جنوب غرب چوپانان در نور پلاریزه A, B. بافت پورفیری C. بافت گلمروپورفیری حاصل از تجمع بیوتیت، کلینوپیروکسن، فلدسپار و آمفیبول D. بافت غربالی در آمفیبول ها E. بافت پوئی کیلیتیک حاصل از در برگرفته شدن یک آمفیبول توسط پلاژیوکلاز F. نمایی از زونینگ در پلاژیوکلاز G. نمایی از زونینگ در آمفیبول H. بافت آنتی راپاکی وی..... ۳۳
- شکل ۲-۳ نمایی از فنوکریست های کلینوپیروکسن در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان در نور پلاریزه A. کلینوپیروکسن در مقطع عرضی با خلیج خوردگی در اطراف B و C. فنوکریست کلینوپیروکسن سنگ های آتشفشانی منطقه D. دگرسانی کلینوپیروکسن به کلسیت..... ۳۴
- شکل ۳-۳ A و B. نمایی از فنوکریست آمفیبول شکل دار C. دگرسانی آمفیبول به کلسیت در نور پلاریزه ۳۵ شکل ۳-۴. نمایی از فلدسپارهای موجود در سنگ های آتشفشانی منطقه جنوب غرب چوپانان در نور پلاریزه A. پلاژیوکلاز B. دگرسانی پلاژیوکلاز و از دست دادن ماکل پلی سینتتیک C. بافت غربالی در پلاژیوکلاز و حاشیه ی خرد شده D. وجود زونینگ پیچیده در پلاژیوکلاز ها E. وجود ماکل پلی سینتتیک در پلاژیوکلاز ها F. وجود چند نسل پلاژیوکلاز در سنگ های منطقه..... ۳۷
- شکل ۳-۵ نمایی از میکا های موجود در سنگ های آتشفشانی ائوسن منطقه جنوب غرب چوپانان در نور پلاریزه A. وجود بیوتیت های تیغه ای و خمیده B. فلوگوپیت در حال دگرسانی از اطراف C. تأثیر دگرسانی بر بیوتیت های منطقه و تبدیل آن ها به کلریت..... ۳۸
- شکل ۳-۶ وجود گارنت به عنوان بیگانه بلور در کنار فنوکریست های آمفیبول و بیوتیت در نور پلاریزه..... ۳۹
- شکل ۳-۷ تصویری از کانی های تیره در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان در نور پلاریزه ۴۰. شکل ۳-۸ رابطه بین درجه Undercooling و آهنگ های هسته بندی و رشد (اقتباس از ویلیامز و همکاران، ۱۹۸۲)..... ۴۱
- شکل ۳-۹ تغییرات شکل پلاژیوکلاز به صورت تابعی از درجه Undercooling (لوفگرن، ۱۹۷۴ و بارکر، ۱۹۸۳)..... ۴۱
- شکل ۳-۱۰ تغییرات مورفولوژی پلاژیوکلاز با افزایش Undercooling ( $\Delta T$ ) ۴۲ (اقتباس از فوولر، ۱۹۹۰)..... ۴۲
- شکل ۳-۱۱ کلریت های حاصل از دگرسانی کانی های آهن و منیزیم دار سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان در نور پلاریزه..... ۴۲

- شکل ۳-۱۲ کلسیت های موجود در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان A. رگه ی کلسیتی در نور طبیعی B. وجود کربنات در سنگ های منطقه در نور پلاریزه ..... ۴۳
- شکل ۳-۱۳ فنوکریست کوارتز با خوردگی خلیجی در نور پلاریزه (این کانی فضای بین کانی ها را پر کرده است). ..... ۴۴
- شکل ۳-۱۴ زنولیت های موجود در سنگ های آتشفشانی ائوسن منطقه جنوب غرب چوپانان در نور پلاریزه ..... ۴۴
- شکل ۳-۱۵ طبقه بندی توف های پیروکلاستیک بر اساس وضعیت اجزاء تشکیل دهنده (سنگ های پیروکلاستیک منطقه مورد مطالعه در قسمت هاشورخورده قرار می گیرند) (پتی جان و همکاران، ۱۹۸۷). ..... ۴۵
- شکل ۳-۱۶ تصویری از سنگ های پیروکلاستیک موجود در منطقه جنوب غرب چوپانان در نور پلاریزه ..... ۴۶
- شکل ۳-۱۷ بافت های موجود در سنگ های پیروکلاستیک در نور پلاریزه A. بافت بادامکی B. بافت برشی C. بافت جریان یافته ..... ۴۶
- شکل ۳-۱۸ فنوکریست های موجود در سنگ های پیروکلاستیک جنوب غرب چوپانان در نور طبیعی A. آمفیبول با حاشیه یا اپاسیته شده B. تجمعی از بیوتیت های اپاسیته شده ..... ۴۸
- فصل چهارم شیمی کانی ها ..... ۵۰
- شکل ۴-۱ نمایش ترکیب پیروکسن های موجود در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان در نمودار Q-J (موریموتو و همکاران، ۱۹۸۹)  $Q = Ca + Mg + Fe^{2+}$  و  $J = 2Na$  ..... ۵۳
- شکل ۴-۲ نمایش ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسن در نمودار مثلثی Wo-En-Fs و موقعیت کلینوپیروکسن های جنوب غرب چوپانان (نمودار برگرفته از موریموتو و همکاران، ۱۹۸۹). ..... ۵۳
- شکل ۴-۳ نمودار نمایش انواع زونینگ در بلاژیوکلازهای سنگ های ولکانیک ائوسن جنوب غرب چوپانان ..... ۵۷
- شکل ۴-۴ نمایش ترکیب فلدسپارهای سنگ های ولکانیک ائوسن جنوب غرب چوپانان بر روی نمودار مثلثی An-Alb-Or (نمودار از دیر و همکاران، ۱۹۹۱). ..... ۵۷
- شکل ۴-۵ نمودار نمایش زونینگ نوسانی در آمفیبول های سنگ های ولکانیک ائوسن جنوب غرب چوپانان ..... ۶۰
- شکل ۴-۶ نمودارهای تقسیم بندی آمفیبول های سنگ های ولکانیک ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار برگرفته از لیک و همکاران، ۱۹۹۷). ..... ۶۰

عنوان	صفحه
شکل ۴-۷ نمودار تقسیم بندی میکاهای سنگ های ولکانیک ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار از گایدوتی، ۱۹۸۴).....	۶۳
شکل ۴-۸ تعیین ترکیب کلریت های موجود در آندزیت های منطقه مورد مطالعه (نمودار برگرفته از هی، ۱۹۵۴).....	۶۶
شکل ۴-۹ نمودار پراش پرتو ایکس یک نمونه ی دگرسان از سنگ های آتشفشانی ائوسن منطقه جنوب غرب چوپانان و نتیجه ی حاصل از آن.....	۶۸
فصل پنجم ژئوشیمی.....	۶۹
شکل ۵-۱ رده بندی سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان بر اساس نمودار TAS (برگرفته از لوباس و همکاران، ۱۹۸۶).....	۷۴
شکل ۵-۲ موقعیت سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان در نمودار Q-A-P (برگرفته از لومتر و همکاران، ۱۹۸۹).....	۷۵
شکل ۵-۳ نمودار نامگذاری سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان بر اساس چهار وجهی پیشنهادی لومتر (۱۹۸۹).....	۷۶
شکل ۵-۴ نمودارهای رده بندی سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار برگرفته از وینچستر و فلوید، ۱۹۷۷).....	۷۷
شکل ۵-۵ نمودار رده بندی لومتر و همکاران (۱۹۸۹) و موقعیت سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان بر روی آن.....	۷۷
شکل ۵-۶ نمودارهای تعیین وضعیت آلومین سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان (مانیار و پیکولی، ۱۹۸۹).....	۷۸
شکل ۵-۷ نمودار مجموع آلکالی ها در مقابل سیلیس (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱) جهت تفکیک قلمروهای سری های آلکالن و ساب آلکالن به همراه موقعیت سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان.....	۸۰
شکل ۵-۸ بررسی سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان در نمودار AFM (نمودار از ورنینک و منز، ۱۹۹۷).....	۸۱
شکل ۵-۹ نمودار تفکیک سنگ های آذرین تولئیتی، کالک آلکالن و شوشونیتی در منطقه جنوب غرب چوپانان (نمودار برگرفته از پیرس و همکاران، ۱۹۸۲).....	۸۱

- شکل ۵-۱۰ نمودار تعیین سرشت ماگمایی سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان با استفاده از نسبت عناصر غیر متحرک (نمودار از مولر و همکاران، ۱۹۹۲)..... ۸۲
- شکل ۵-۱۱ نمودار Ce/Yb در برابر Hf/Yb در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار برگرفته از پیرس و همکاران، ۱۹۸۲)..... ۸۲
- شکل ۵-۱۲ نمودار وضعیت پتاسیم در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار از جاکواس و همکاران، ۱۹۸۵)..... ۸۳
- شکل ۵-۱۳ نمودار تعیین سری ماگمایی سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار برگرفته از شروایس، ۱۹۸۲)..... ۸۳
- شکل ۵-۱۴ نمودار نشان دهنده ی تفریق سنگ های آتشفشانی جنوب غرب چوپانان..... ۸۴
- شکل ۵-۱۵ نمایش نمودارهای هارکر اکسید های عناصر اصلی برای سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان..... ۸۷
- شکل ۵-۱۶ نمودارهای هارکر LILE برای سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان..... ۸۸
- شکل ۵-۱۷ نمودارهای هارکر عناصر HFSE برای سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان..... ۸۸
- شکل ۵-۱۸ نمودارهای هارکر عناصر واسطه برای سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان..... ۸۹
- شکل ۵-۱۹ نمودارهای هارکر عناصر نادر خاکی برای سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان..... ۸۹
- شکل ۵-۲۰ وابستگی عناصر اصلی به عناصر کمیاب..... ۹۰
- شکل ۵-۲۱ نمودار عنکبوتی بهنجار شده سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان نسبت به گوشته اولیه (مقادیر گوشته ی اولیه بر اساس داده های سان و مک دوناف، ۱۹۸۹)..... ۹۲
- شکل ۵-۲۲ الگوهای عناصر نادر خاکی بهنجار شده سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان (مقادیر REE برگرفته از سان و مک دوناف، ۱۹۸۹)..... ۹۲
- فصل ششم پتروژنز..... ۹۳
- ۶-۱ تعیین سنگ منشأ سنگ های آتشفشانی ائوسن در جنوب غرب چوپانان..... ۹۴
- (نمودار از آلیسی سن و همکاران، ۲۰۰۴)..... ۹۴
- ۶-۲ تعیین سنگ منشأ ایجاد کننده ی ماگمای سازنده ی سنگ های آتشفشانی ائوسن در جنوب غرب چوپانان (نمودار از هو و ژانگ، ۲۰۱۰)..... ۹۴



- شکل ۳-۶ تعیین درجه ذوب بخشی سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان با استفاده از نمودار چن (۱۹۸۸)..... ۹۵
- شکل ۴-۶ نمایش تأثیر اختلاط ماگمایی در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان (باناگی، ۱۹۹۴)..... ۱۰۰
- شکل ۵-۶ نمایش تأثیر آرایش پوسته ای در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان..... ۱۰۱
- A (دی پائولو، ۱۹۸۱) و B (هاکسورس، ۱۹۹۴)..... ۱۰۱
- شکل ۶-۶ تصاویر زنولیت های موجود در سنگ های آتشفشانی ائوسن (هر سری از زنولیت ها می توانند بیانگر یک فوران در منطقه باشند)..... ۱۰۲
- شکل ۷-۶ نمایش آرایش سنگ های آتشفشانی ائوسن در جنوب غرب چوپانان (نمودار از تمل و همکاران، ۱۹۹۸)..... ۱۰۳
- شکل ۸-۶ نمایش مقدار آرایش در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار از کسکین و همکاران، ۱۹۹۸)..... ۱۰۴
- شکل ۹-۶ بررسی تأثیر آلودگی پوسته ای در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار از ارزکواسکویول، ۲۰۰۷)..... ۱۰۴
- شکل ۱۰-۶ نمودار Ti در برابر Na برای تعیین اولیه یا ثانویه بودن آمفیبول های سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار برگرفته از براندریس و همکاران، ۱۹۹۵)..... ۱۰۵
- شکل ۱۱-۶ نمایش سرشت آمفیبول های موجود در سنگ های آتشفشانی جنوب غرب چوپانان..... ۱۰۶
- A (فیلیت و بارنت، ۱۹۷۸) B (لیک، ۱۹۷۱)..... ۱۰۶
- شکل ۱۲-۶ تعیین سرشت پیروکسن های موجود در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار برگرفته از برگر و همکاران، ۲۰۰۵)..... ۱۰۸
- شکل ۱۳-۶ برآورد کلی فشار تبلور کلینوپیروکسن های سنگ های ولکانیک ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار برگرفته از آئوکی و شیبیا، ۱۹۷۳)..... ۱۰۹
- شکل ۱۴-۶ تخمین دمای تعادل کانی های همزیست آمفیبول و کلینوپیروکسن در سنگ های ولکانیک ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار از پرچوک و همکاران، ۲۰۰۲)..... ۱۰۹
- شکل ۱۵-۶ تخمین دمای تبلور سانیدین های سنگ های ولکانیک ائوسن جنوب غرب چوپانان با استفاده از نمودار ترمومتری فلدسپار پتاسیم (نمودار از کرتز، ۱۹۹۴)..... ۱۱۲
- شکل ۱۶-۶ تعیین سرشت میکا های موجود در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان..... ۱۱۳

- الف (برگرفته از ناچیت وهمکاران، ۲۰۰۵) و ب (برگرفته از ناچیت، ۱۹۸۶) (دایره های توپر نماد بیوتیت و دایره های توخالی نماد فلوگوپیت می باشند)..... ۱۱۳
- شکل ۶-۱۷ توزیع AI در موقعیت های تتراهدی و اکتاهدی در کلینوپیروکسن ها به تناسب فشار و مقدار درصد آب ماگما (نمودار از هلز، ۱۹۷۳)..... ۱۱۵
- شکل ۶-۱۸ تخمین فوگاسیته اکسیژن ماگما با استفاده از پیروکسن های سنگ های ولکانیک ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار شوایتزر و همکاران، ۱۹۹۷)..... ۱۱۶
- شکل ۶-۱۹ تخمین فوگاسیته اکسیژن ماگما با استفاده از میکاهای سنگ های ولکانیک ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار از ونز و ایگوستر، ۱۹۶۸)..... ۱۱۷
- شکل ۶-۲۰ نقشه ضخامت پوسته ایران بر اساس نقشه گرانی سنجی (برگرفته از ماکریس و دهقانی، ۱۹۸۴)..... ۱۱۷
- شکل ۶-۲۱ عمق تشکیل آمفیبول های موجود در سنگ های آتشفشانی ائوسن در جنوب غرب چوپانان بر روی نمودار فشار-عمق (مستطیل تیره رنگ محدوده ی عمقی تشکیل آمفیبول ها است)..... ۱۱۸
- شکل ۶-۲۲ نمودارهای مثلثی وود (۱۹۸۰) برای تفکیک انواع سنگ های آتشفشانی و موقعیت سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان..... ۱۱۹
- شکل ۶-۲۳ تعیین نوع آندزیت های منطقه جنوب غرب چوپانان (نمودار از گیل، ۱۹۸۱)..... ۱۲۰
- شکل ۶-۲۴ نمودار تفکیک محیط های تکتونیکی (پیرس، ۱۹۸۴) (VAG,ORG ,WPG ,Syn COLG) به ترتیب معرف گرانیئوئیدهای هم زمان با تصادم، مرتبط با درون صفحه ای، مرتبط با کوهزایی و مرتبط با قوس ماگمایی می باشند)..... ۱۲۱
- شکل ۶-۲۵ نمایش محیط تکتونیکی وابسته به قوس برای سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان با استفاده از نمودار Y-Zr (لومتر و همکاران، ۱۹۸۹) و نمودار  $TiO_2-Al_2O_3$  (مولر و گراوز، ۱۹۹۷)..... ۱۲۱
- شکل ۶-۲۶ تعیین نوع سری ماگمایی سنگ های جنوب غرب چوپانان با استفاده از ترکیب کلینوپیروکسن ها (لوباس، ۱۹۶۲)..... ۱۲۲
- شکل ۶-۲۷ استفاده از ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسن موجود در سنگ های ولکانیک جنوب غرب چوپانان جهت تعیین جایگاه تکتونیکی آن (نمودار از نیسبت و پیرس، ۱۹۷۷)..... ۱۲۳
- شکل ۶-۲۸ استفاده از ترکیب شیمیایی میکا ها در تعیین موقعیت تکتونوماگمایی سنگ های ولکانیک ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار از عبدالرحمن، ۱۹۹۴)..... ۱۲۳

- شکل ۶-۲۹ استفاده از ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسن ها برای تعیین سری های ماگمایی و موقعیت کلینوپیروکسن های آنالیز شده در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان (نمودار از لوتریر و همکاران، ۱۹۸۲)..... ۱۲۴
- شکل ۶-۳۰ نقشه تکتونیکی انارک تا کبودان (اقتباس از باقری و اشتامپفلی، ۲۰۰۸)..... ۱۲۵

## فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
فصل سوم پتروگرافی.....	۳۰
جدول ۱-۳ تقسیم بندی سنگ های آذر آواری بر اساس قطعات سازنده ی آنها (مک دونالد، ۱۹۷۲).....	۴۵
فصل چهارم شیمی کانی ها.....	۵۰
جدول ۱-۴ طول و عرض جغرافیایی محل های نمونه برداری سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان به منظور آنالیز میکروپروب.....	۵۱
جدول ۲-۴ طول و عرض جغرافیایی محل نمونه دگرسان در جنوب غرب چوپانان به منظور آنالیز پراش پرتو ایکس.....	۵۱
جدول ۳-۴ راهنمای علایم موجود در جدول های مربوط به آنالیز های میکروپروب.....	۵۱
جدول ۴-۴ نتایج آنالیز میکروپروب فنوکریست های کلینوپیروکسن در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان.....	۵۲
جدول ۵-۴ نتایج آنالیز میکروپروب پلاژیوکلازهای موجود در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان.....	۵۴
جدول ۶-۴ ادامه ی نتایج آنالیز میکروپروب کانی پلاژیوکلاز در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان.....	۵۵
جدول ۷-۴ نتایج آنالیز میکروپروب کانی سانیدین در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان.....	۵۶
جدول ۸-۴ نتایج آنالیز فنوکریست های آمفیبول در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان.....	۵۸
جدول ۹-۴ ادامه ی نتایج آنالیز میکروپروب کانی آمفیبول در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان.....	۵۹
جدول ۱۰-۴ نتایج آنالیز میکروپروب کانی میکا در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان.....	۶۲
جدول ۱۱-۴ نتایج آنالیز کانی های تیره در سنگ های آتشفشانی ائوسن در جنوب غرب چوپانان.....	۶۴
جدول ۱۲-۴ نتایج آنالیز کانی زیرکن در سنگ های آتشفشانی جنوب غرب چوپانان.....	۶۵
جدول ۱۳-۴ نتایج آنالیز کانی کلریت در سنگ های آتشفشانی ائوسن جنوب غرب چوپانان.....	۶۶
جدول ۱۴-۴ نتایج آنالیز میکروپروب کانی کلسیت در سنگ های آتشفشانی جنوب غرب چوپانان.....	۶۷
فصل پنجم ژئوشیمی.....	۶۹