دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی (گرایش اقتصادی)

بررسی زمین شیمیایی، کانی شناسی و منشا کانسار سرب و روی دره زنجیر یزد

به کوشش

الهام ساجدیان

استاد راهنما

دکتر فرید مر

اسفند ماه ۱۳۹۰

به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب الهام ساجدیان دانشجوی رشته ی زمین شناسی گرایش اقتصادی دانشکده ی علوم اظهارمی کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام. همچنین اظهارمی کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام ونام خانوادگی: الهام ساجدیان

تاریخ و امضا: ۱۳۹۰/۱۲/۲۰

به نام خدا

بررسی زمین شیمیایی، کانی شناسی و منشا کانسار سرب و روی دره زنجیر یزد

به وسیله ی:

الهام ساجدیان

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

در رشته ی:

زمین شناسی اقتصادی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر فرید مُر، استاد بخش علوم زمین دانشگاه شیراز(رئیس کمیته).....

دکتر بیژن اعتمادی، دانشیار بخش علوم زمین دانشگاه شیراز.....

دکتر بتول تقی پور، استادیار بخش علوم زمین دانشگاه شیراز.....

اسفند ماه ۱۳۹۰

تقدیم به

«مادر مهربانم» که نشان بی نظیر محبت است

و «همسرم» که با او همه چیز متفاوت است، زیبا و پرشور، زندگی در برابر او، تنها می تواند نیک باشد.

سپاسگزاری

اکنون که این رساله به پایان رسیده است بر خود لازم می دانم تا از همه عزیزانی که در این رساله مرا یاری کرده اند تشکر و قدر دانی نمایم.

از استاد راهنمای بزرگوار و گرانقدرم جناب آقای دکتر فرید مر به پاس راهنمایی های ارزنده و مساعدت های بی دریغشان کمال تشکر را دارم و از درگاه خداوند متعال برای ایشان آرزوی سلامتی و توفیق روز افزون دارم.

از اساتید فرهیخته و بزرگوارم جناب آقای دکتر بیژن اعتمادی و سرکار خانم دکتر بتول تقی پور به خاطر تمام زحمات و نظرات حکیمانه شان قدردانی می کنم.

از دوستان عزیزم که در تمام مراحل کار همواره یار و یاور من بودند، تشکر می کنم.

در نهایت بر خود واجب می دانم که از خانواده عزیزم به خصوص همسرم، به پاس حمایتها و فداکاریهایشان صمیمانه تشکر نمایم که بدون دعای خیر، دلگرمی ها و محبت همیشگی آنها انجام این رساله میسر نبود. امیدوارم بدین وسیله موجبات رضایت و شادی آنها را فراهم کرده باشم.

چکیده

بررسی زمین شیمیایی، کانی شناسی و منشا کانسار سرب و روی دره زنجیر یزد

به کوشش

الهام ساجدیان

معدن سرب و روی دره زنجیر در ۳۰ کیلومتری جنوب غرب یزد، قرار دارد. این محدوده بین طولهای جغرافیایی '۱۰ -°۵۴ و '۱۴-°۵۴ و عرض های جغرافیایی'۴۲- °۳۱ و '۴۴ - °۳۱ واقع شده است. کانی سازی سرب و روی عمدتاً کربناتی بطور عمده بصورت کربنات سرب و روی(سروزیت و اسمیت زونیت)وسولفات روی(آنگلازیت)و کا لامین(همی مورفیت) همراه با سولفیدهای سرب و روی(گالن و اسفالریت) و سولفید آهن(پیریت) است که بصورت رگچه های نازک قطع کننده و یا پرکننده حفرات در سنگ میزان دولومیتی قرار گرفته اند. گسل تراستی دره زنجیر با توجه به شرایط زمین ساختی، کنترل کننده کانی سازی می باشد. فرایندهای جانشینی به فراوانی در کانسنگ دولومیتی مشاهده می گردد. طبق مطالعات زمین شیمیایی بخش اعظم دولومیت ها ی تشکیل دهنده سازند تفت از نوع استویکیومتریک است. به علاوه، جهت حرکت سیال در طول دیاژنز از فاصله دور به سمت کان توده بوده است. همچنین، سنگ های آهکی و دولومیتی سازند تفت در یک سامانه دیاژنزی نیمه بسته شکل گرفته اند. بر اساس مطالعات میانبار های سیال، کان سنگ ها نتیجه سیالاتی گرمابی سرشار از $NaCl\text{-}MgCl_2\text{-}FeCl_2\text{-}H_2O$ می باشند و درجه شوری سیالات کانه زا، از ۷/۸۶تا ۲۴/۷۲ wt.% NaCl متغیر است و دمای همگن شدگی ، از ۸۰ تا ۱۸۷ درجه سانتی گراد بدست آمده است. همچنین، در حین کانه زایی کاهش فشار و محیط باز ناشی از عملکرد گسل دره زنجیر، باعث رخداد پدیده جوشش و ازدست رفتن فاز بخار و در نتیجه افزایش شوری و چگالی سیال شده است. باور بر این است که پدیده آمیختگی سیالات نیز در شکل گیری این ذخیره دخالت داشته است. کانسار حداکثر تا عمق ۸۰ متری در زیر سطح زمین کشیده شده است. بر اساس مطالعات ایزوتوپی، دیاژنز جوی و دیاژنز منطقه هوازده بر دولومیت های سازند تفت تاثیر گذاشته است. این دولومیت ها در محیط های دیاژنزی کم عمق تا عمیق یعنی در دو مرحله دیاژنزی اولیه وتاخیری تشکیل شده اند. کربنات های آب شیرین و دیگر سنگ های رسوبی احتمالا منشا سیالات کانه زا می باشند. این ویژگی های کانسار دره زنجیر با خصوصیات ذخایر تیپ دره می سی سی پی همخوان است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱-تاریخچه سرب و روی ۲
۱-۲-موارد مصرف سرب و روی ۳
۱-۳-فراوانی و توزیع سرب و روی ۵
۱-۳-۱-توزیع سرب و روی در محیط های ماگمایی ۵
۱-۳-۲-توزیع سرب و روی در رسوبات و سنگ های رسوبی ۶
۱-۴-زمین شیمی سرب و روی ۸
۱-۵-ایزوتوپ های سرب ۹
۱-۶-خواص فیزیکی سرب و روی ۱۲
۱-۷-کانی شناسی سرب و روی ۱۳
۱-۸-ذخایر جهانی سرب و روی ۱۶
۱-۹-تولید و مصرف جهانی ۱۷
۱-۱۰-انواع ذخایر سرب و روی ۱۸
۱-۱۰-۱- ذخایر سولفید های توده ای آتشفشان زاد ۱۸
۱-۱۰-۲- ذخایر رسوبی برون دمی یا ذخایر سرب و روی درون شیل ها ۲۱
۱-۱۰-۳- ذخایر تیپ دره می سی سی پی ۲۲
۱-۱۰-۳-۱-تعاریف ۲۲
۱-۱۰-۳-۲-زمین شیمی ذخایر فلزات پایه همراه با سنگ های کربناتی ۲۳
۱-۱۰-۳-۲-۱-کمپلکسی شدن کلرید و گوگرد ۲۵
۱-۱۰-۳-۲-۲-کمپلکس شدن گوگرد اکسیده ۲۶
۱-۱۰-۳-۲-۳-کمپلکس های آلی ۲۶
۱-۱۰-۳-۳-ویژگی های زمین شناختی ۲۶
۱-۱۰-۳-۳-۱-مشخصات سنگ میزبان و سنگ های همراه ۲۶
۱-۱۰-۳-۳-۲-کانی شناسی، پاراژنز، و منطقه بندی ۲۷
۱-۱۰-۳-۳-۳-جایگاه زمین شناختی و ساختاری ۲۸
۱-۱۰-۳-۳-۴-شکل هندسی ماده معدنی ۲۹
۱-۱۰-۳-۳-۵-بافت وساخت ذخیره ۳۰

۱-۱۰-۳-۳-۶-همراهی با هیدروکربن ها ۳۱
۱-۱۰-۳-۳-۷-دگرسانی سنگ دیواره ۳۱
۱-۱۰-۳-۳-۸-عیار و تناژ ۳۲
۱-۱۰-۳-۳-۹-توزیع مکانی و زمانی ۳۲
۱-۱۰-۳-۴- ذخایر گالن درون ماسه سنگ ها ۳۴
۱-۱۰-۳-۵- ذخایر ایرلند-آلپ ۳۵
۱-۱۰-۳-۶- ذخایر اسکارنی سرب و روی ۳۶
۱-۱۰-۳-۷- ذخایر سرب و روی رگه ای ۳۷
۱-۱۱-سرب و روی در ایران ۳۸

فصل دوم: خاستگاه زمین شناختی محدوده معدنی دره زنجیر

۲-۱-تاریخچه ۴۳
۲-۲-موقعیت جغرافیایی ۴۴
۲-۳-مشخصات طبیعی ۴۴
۲-۳-۱-رودخانه ها ۴۴
۲-۳-۲-کوهها ۴۴
۲-۳-۳-شرایط اقلیمی ۴۵
۲-۴-زمین شناسی ناحیه ای ۴۷
۲-۴-۱-ایران مرکزی ۴۷
۲-۴-۲-البرز ۴۸
۲-۵-چینه شناسی منطقه دره زنجیر ۵۰
۲-۵-۱-پرکامبرین ۵۰
۲-۵-۲-دونین ۵۰
۲-۵-۳-کرتاسه ۵۰
۲-۵-۴-کواترنر ۵۱
۲-۶-زمین شناسی منطقه دره زنجیر ۵۳
۲-۷-زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری ۵۵
۲-۷-۱ سامانه های گسلش. ۵۵
۲-۷-۲-سامانه های درزه ۵۶
۲-۸-ذخیره کانسار ۵۶

فصل سوم:مطالعات کانی شناختی و کانه زایی

۳-۱-مقدمه ۶۱
۳-۲-مطالعه میکروسکوپی واحد های رسوبی ۶۱
۳-۲-۱-اسفالریت ۶۱
۳-۲-۲-گالن ۶۲
۳-۲-۳-پیریت ۶۵
۳-۲-۴-کلسیت ۶۶
۳-۲-۵-دولومیت ۶۶
۳-۲-۶-گروه (Fahlore Tetrahedrite, Tennantite) ۶۸
۳-۳-بافت های جانشینی. ۷۰
۳-۳-۱-جانشینی ۷۰
۳-۳-۲-بافت های جانشینی در سنگ میزبان ۷۳
۳-۳-۲-۱-حاشیه های یک کانی در کانی دیگر و در جهت بلورشناسی آن نفوذ
می کند ۷۳
۳-۳-۲-۲-بازمانده های کربناتی در جبهه مهاجم ۷۴
۳-۳-۲-۳-غیر متقارن بودن سطوح یک شکستگی ۷۵
۳-۳-۲-۴- یک فاز جوان در امتداد ریز شکستگی ها، صفحات رخ یا مرز های
دانه ها نهشته شده است ۷۶
۳-۳-۲-۵-بافت پهن شدگی در محل رگه ها ۷۷
۳-۳-۲-۶-بافت دالبری ۷۸
۳-۳-۲-۷-جزایر جانشین نشده کانی یا سنگ میزبان ۷۹
۳-۳-۲-۸-عدم جابه جایی یک شکستگی خطی متقاطع ۸۰
۳-۳-۳-بافت پر کننده فضاهای خالی ۸۰
۳-۳-۳-۱-جابه جایی ساختار مایل ۸۱

فصل چهارم: ویژگی های زمین شیمیایی سنگ آهک، سنگ میزبان دولومیتی و کانسنگ سرب و روی

۴-۱-مقدمه ۸۳
۴-۱-۱-مدل های دولومیتی شدن(Dolomitization models) ۸۵
۴-۱-۱-۱-مدل دریایی ۸۵
۴-۱-۱-۲-مدل بازشارش شوراب (Brine reflux) ۸۵
۴-۱-۱-۳- مدل زون آمیختگی(Mixing zone model) ۸۶

۴-۱-۱-۴-مدل کاهش سولفات(Sulphate-Reduction model) ۸۶
۴-۱-۱-۵-مدل کانیبالیزاسیون(Cannibalization model) ۸۶
۴-۱-۱-۶-مدل دریا چه ای(Lacustrine model) ۸۶
۴-۱-۲-کمپلکس های مهم فلز-لیگاند(سرب و روی)در محلول های گرمابی ۸۸
۴-۱-۲-۱-روی(Zn) ۸۸
۴-۱-۲-۲-سرب(Pb) ۸۸
۴-۱-۳- کمپلکس های فلزی-آلی ۸۹
۴-۱-۴-فرآیند های جانشینی ۹۰
۴-۱-۵-ترکیب عنصری ۹۱
۴-۲-بحث و بررسی ۹۱
۴-۲-۱-مطالعات زمین شیمیایی سنگ میزبان ۹۲
۴-۲-۱-۱-سدیم ۹۲
۴-۲-۱-۲-آهن و منگنز ۹۴
۴-۲-۱-۳-کلسیم و منیزیم ۹۷
۴-۲-۱-۴- استرانسیم ۹۸
۴-۲-۲-جهت جریان سیال در فرآیند دولومیتی شدن ۱۰۰
۴-۳- نمودار ضریب همبستگی ۱۰۴

فصل پنجم:مطالعه میانبار های سیال

۵-۱-مقدمه ۱۰۸
۵-۱-۱-میانبار های سیال در ذخایر نوع دره می سی سی پی ۱۰۹
۵-۲-مطالعه میانبار های سیال در کانسار سرب و روی دره زنجیر ۱۱۳
۵-۲-۱-روش مطالعه و ویژگی های دستگاه ۱۱۴
۵-۲-۲-پتروگرافی میانبار های سیال ۱۱۴
۵-۲-۳- فراوانی میانبار ها ۱۱۴
۵-۲-۴-شکل ظاهری میانبارها ۱۱۶
۵-۲-۵-اندازه میانبار ها ۱۱۶
۵-۲-۶-رده بندی زایشی میانبار های سیال ۱۱۷
۵-۲-۶-۱- میانبار های سیال اولیه (Primary Fluid Inclusion) ۱۱۷
۵-۲-۶-۲- میانبار های سیال ثانویه (Secondary Fluid Inclusion) ۱۱۸

۵-۲-۶-۳- میانبار های سیال ثانویه کاذب (Pseudo secondary Fluid Inclusion).....۱۱۸
۵-۲-۷- انواع میانبار های سیال ۱۱۹
۵-۲-۸-دما فشار سنجی میانبار های سیال ۱۲۱
۵-۲-۹- مطالعات ریزدماسنجی ۱۲۱
۵-۲-۱۰-تفسیر داده های بدست آمده از مطالعات ریز دما سنجی ۱۲۷
۵-۲-۱۱-تشخیص تیپ محیط گرمابی ۱۳۰
۵-۲-۱۲-میانبار های سیال در سامانه های گرمابی حوضه ای ۱۳۰
۵-۲-۱۲-۱-تغییر چگالی و تکوین سیال کانه دار با استفاده از تمودار خطوط هم چگال ۱۳۱
۵-۲-۱۳-تعیین منشا سیالات مسئول کانه زایی در دره زنجیر ۱۳۳
۵-۲-۱۳-۱-آبهای ماگمایی ۱۳۳
۵-۲-۱۳-۲-آب دریا ۱۳۳
۵-۲-۱۳-۳-آب جوی ۱۳۳
۵-۲-۱۳-۴-آب های دگرگونی ۱۳۴
۵-۲-۱۳-۵-آب حوضه ای ۱۳۴
۵-۲-۱۴-نمودار دو تایی شوری و دمای همگن شدگی و تعیین منشا سیالات ۱۳۶
۵-۲-۱۵-تعیین عمق شکل گیری کانسار ۱۳۷

فصل ششم:مطالعه ایزوتوپی

۶-۱-مقدمه ۱۴۰
۶-۱-۱-ویژگی های عمومی ایزوتوپ ها ۱۴۰
۶-۱-۲-استاندارد ها ۱۴۰
۶-۱-۳-کربن ۱۴۱
۶-۱-۴-اکسیژن ۱۴۲
۶-۱-۵-استاندارد ها ۱۴۲
۶-۱-۶-رابطه δD و$\delta^{18}O$ ۱۴۲
۶-۱-۷-آب کره ۱۴۳
۶-۱-۷-۱-آب جوی ۱۴۳
۶-۱-۷-۲-آبهای جوی قدیمی ۱۴۵
۶-۱-۷-۳-آبهای منفذی ۱۴۵
۶-۱-۷-۴-آب های سازندی ۱۴۵
۶-۱-۸-کربناتهای آب شیرین ۱۴۸

۶-۱-۹-دولومیت ها ۱۴۸
۶-۱-۱۰- ترکیب ایزوتوپی کربن آب منفذی ۱۴۹
۶-۱-۱۱-اهمیت مطالعات ایزوتوپی ۱۵۱
۶-۲-تفسیر داده ها ۱۵۲
۶-۲-۱-زمین شیمی ایزوتوپ های پایدار اکسیژن و کربن ۱۵۳
۶-۲-۲-تعیین دیرینه دما ۱۵۶
۶-۲-۳-بر هم کنش میان مخزن کربن کربناتی و مخزن کربن آلی ۱۵۷
۶-۲-۴-بر هم کنش های سیال-سنگ ۱۵۸

فصل هفتم:بحث، نتیجه گیری و پیشنهادات

۷-۱-بحث ۱۶۱
۷-۲-نتیجه گیری ۱۶۸
۷-۳-پیشنهادات ۱۶۹
فهرست منابع و مآخذ ۱۷۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

۱-۱-مهمترین کشور های دارای ذخایر سرب و روی در سال ۲۰۰۴ میلادی ۳
۱-۲-مصرف جهانی اکسیدهای گوناگون سرب و موارد استفاده آنها(کتاب سال معدن و صنایع معدنی، ۱۳۸۴) ۵
۱-۳-الف:فراوانی سرب و روی در انواع سنگ های آذرین ۷
۱-۳- ب: فراوانی سرب و روی در انواع رسوبات و سنگ های رسوبی ۸
۱-۴- خواص فیزیکی سرب و روی ۱۳
۱-۵-مهمترین کانی های سرب و روی ۱۴
۱-۶- میزان ذخایر پایه و اقتصادی روی جهانی در سال ۲۰۰۴ ..... ۱۶
۱-۷- میزان ذخایر پایه و اقتصادی سرب جهانی در سال ۲۰۰۴ ..... ۱۶
۱-۸-میزان تولید سرب اولیه در چند کشور عمده تولید کننده. ۱۷
۱-۹-کشور های تولید کننده روی ۱۸
۱-۱۰-خصوصیات زمین شناسی اصلی ذخایر تیپ دره می سی سی پی ۲۳
۱-۱۱-خصوصیات کلی یک محلول گرمابی تشکیل دهنده ذخایر نوع می سی سی پی، با شوری میانگین معادل ۲۰ تا ۳۰ درصد وزنی NaCl(mol/kg 2 /4 الی ۶/۷) ۲۵
۱-۱۲-عیار و تناژ برخی نواحی ذخایر تیپ دره می سی سی پی ۳۳
۱-۱۳-انواع اسکارن های روی-سرب با مثال مربوطه ۳۷
۱-۱۴- میزان صادرات روی در ایران در سال های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱ ..... ۳۹
۱-۱۵- میزان صادرات سرب در ایران در سال های ۲۰۰۹-۲۰۱۱ ..... ۳۹
۳-۱- بررسی روابط پاراژنتیکی و کانی شناختی در منطقه دره زنجیر ۶۹
۴-۱-داده های زمین شیمیایی عناصر اصلی، فرعی و کمیاب ۸ نمونه از دولومیت و سنگ آهک های مورد مطالعه سازند تفت ۱۰۳
۴-۲-ضرایب همبستگی کلی عناصر اصلی ۱۰۴
۴-۳- ضرایب همبستگی کلی عناصر فرعی ۱۰۵
۴-۴-تفکیک ضرایب همبستگی عناصر کانسنگ بر اساس رده بندی زمین شیمیایی آنها ۱۰۶

۶-۱- نسبت های ایزوتوپی مطلق استاندارد های بین المللی ۱۴۱
۶-۲-مقادیر $\delta^{13}C$ و $\delta^{18}O$ در نمونه های دولومیت و سنگ آهک سازند تفت. ۱۵۲

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

۱-۱-الف: موارد مصرف روی در صنایع مختلف در سال ۲۰۰۵ در جهان ۴
۱-۱- ب: موارد مصرف سرب در صنایع مختلف در سال ۲۰۰۵ در جهان ۴
۱-۲-منحنی های رشد سرب های تک مرحله ای ۱۱
۱-۳-منحنی رشد تک مرحله ای و نسبت های ایزوتوپی سرب برای کانه های انتخاب شده ، تولئیت های پشته میان اقیانوسی و رسوبات دریا میانی ۱۲
۱-۴-مقدار Cu، Pb و Zn موجود در تعدادی از ذخایر VMS و عمده ترین ذخایر درون سنگ های رسوبی ۲۰
۱-۵-نیمرخ قائم مطلوب که گستره مواضع زمین شناسی یافت شدن ذخایر فلزات پایه با سنگ میزبان کربناتی را نشان می دهد ۲۹
۱-۶-تناژ و عیار ذخایر و نواحی معدنی تیپ دره می سی سی پی و ذخایر رسوبی-برون دمی. ۳۴
۱-۷-نسبت Cu-Pb-Zn در ذخایر گالن درون ماسه سنگ ها(مربع) و ذخایر سرب درون سنگ های کربناته (دایره) ۳۵
۱-۸- پراکندگی ذخایر سرب و روی در ایران ۴۱
۲-۱-راه دسترسی به محدوده معدنی دره زنجیر ۴۶
۲-۲-ستون چینه شناسی عمومی منطقه دره زنجیر با مقیاس ۱:۱۰۰۰ ..... ۵۲
۲-۳-منظره عمومی بخشی از توالی کربناتی کرتاسه در منطقه عمومی دره زنجیر. ۵۷
۲-۴- سه واحد اصلی آهک تفت، دولومیت تفت و شیل های رویی، قابل مشاهده است که به علت عملکرد گسل رورانده دره زنجیر طبقات شیلی به زیر افتاده اند ۵۸
۲-۵- نقشه زمین شناسی عمومی ناحیه یزد ۵۹
۳-۱- اسفالریت گالن را احاطه کرده است ۶۲
۳-۲- گالن که به حالت جریانی در اسفالریت شکل گرفته است ۶۳
۳-۳-الف: رخ های مثلثی در گالن را نشان می دهد ۶۴
۳-۳-ب: گالن توسط اسفالریت احاطه شده است. ۶۴
۳-۴- بلور پیریت که در حاشیه دولومیت شکل گرفته است ۶۵
۳-۵- ماده معدنی به صورت پر شدگی فضاهای خالی و حاشیه ای بین دانه های ۶۶
۳-۶- رخ لوز وجه دولومیت را نشان می دهد.ماده معدنی کربنات را احاطه کرده است. ۶۷

۳-۷-ویژگی قوس و قزح کلسیت را نشان می دهد. ۶۷
۳-۸- کانی تتدراهدریت درون دولومیت شکل گرفته است ۶۸
۳-۹-کانی ثانویه اسمیتسونیت، برروی سنگ میزبان دولومیتی شکل گرفته است ۶۹
۳-۱۰-الف- بافت حاشیه های یک کانی که نفوذ می کند درون کانی دیگر درجهت بلور شناسی آن ۷۴
۳-۱۰-ب-بافت بازمانده های کربناته در جبهه مهاجم ۷۵
۳-۱۰-ج-بافت بازمانده های کربناته در جبهه مهاجم ۷۵
۳-۱۰-ز-بافت غیر متقارن بودن سطوح یک شکستگی ۷۶
۳-۱۰-و- بافت غیر متقارن بودن سطوح یک شکستگی ۷۶
۳-۱۰-ی- فاز جوان در امتداد ریز شکستگی ها، صفحات رخ یا مرز های دانه ها نهشته شده است. ۷۷
۳-۱۰-چ-بافت پهن شدگی در محل رگه ها ۷۸
۳-۱۰-ق-بافت پهن شدگی در محل رگه ها ۷۸
۳-۱۰-س-بافت دالبری ۷۹
۳-۱۰- م-بافت دالبری ۷۹
۳-۱۰-ن-جزایر جانشین نشده کانی یا سنگ میزبان ۸۰
۳-۱۰- ه-عدم جابه جایی یک شکستگی خطی متقاطع ۸۰
۳-۱۰-ش-جابه جایی ساختار مایل. ۸۱
۴-۱-منحنی توزیع دولومیت ها در طول فانروزوئیک ۸۴
۴-۲- مدل های دولومیتیزاسیون دریایی(A)، رفت و برگشتی(B)، کورانگ و زون مخلوط(C)، احیاء سولفات(D) و دریاچه ای (E) ۸۷
۴-۳- نموداری از پایداری موثر کمپلکس فلزی ۸۹
۴-۴- نمودار Naدر مقابل Mg.تمرکزNa با افزایش مقادیر Mg افزایش می یابد ۹۳
۴-۵- رسم غلظتNa در برابرMn در دولومیت های سازند تفت که روندی مثبت را نشان می دهد. ۹۴
۴-۶-نمودارFe در مقابل Mn ،تغییرات Fe نسبت به Mn روند افزایشی را نشان می دهد. ۹۵
۴-۷-نمودار Mn در مقابل Mg، یک روند خطی مثبت را نشان می دهد. ۹۷
۴-۸-تفکیک دولومیت ها از سنگ آهک های سازند تفت در منطقه دره زنجیر با استفاده از عناصر اصلی و فرعی ۹۷
۴-۹-تفکیک دولومیت ها از سنگ های آهکی سازند تفت با استفاده از عناصر اصلی..... ۹۸
۴-۱۰-مقادیر Mg در مقابل Mg/Ca، که یک روند مثبت را نشان می دهد ۹۸

۴-۱۱-غلظت Sr در مقابل Mg، یک روند منفی را نشان می دهد. ۹۹
۴-۱۲- غلظت عناصر فرعی و کمیاب Fe,Srو Mn در دولومیت با فاصله از کان توده. ۱۰۱
۴-۱۳- رسم مقادیر Mn در مقابل ۱۰۰۰ Sr/Ca ۱۰۲
۴-۱۴-نمودار های غنی شدگی-تهی شدگی Hilderth و تحرک عناصر اصلی در سنگ میزبان کانسنگ دولومیتی دره زنجیر ۱۰۳
۵-۱- میانبار های سیال دو فازه در سطوح شکستگی ناشی از سرد شدن کانی فلوئوریت ۱۱۰
۵-۲- میانبار ها سیال اولیه با مایع هیدرو کربنی (P) و شورابه (B) در داخل فلوریت ۱۱۱
۵-۳-ارتباط بین دمای همگن شدگی و درصد شوری در میانبار های سیال مربوط به ذخایر نوع دره می سی سی پی و حوضه های رسوبی ۱۱۳
۵-۴- تصویر اسفالریت در نور PPL و XPL ۱۱۵
۵-۵-میانبار های سیال درکانی اسفالریت ۱۱۵
۵-۶-اشکال ظاهری میانبار ها ۱۱۶
۵-۷-پدیده باریک شدگی در میانبار سیال ۱۱۷
۵-۸-میانبار های سیال اولیه ۱۱۷
۵-۹-میانبار های سیال ثانویه ۱۱۸
۵-۱۰-انواع میانبار های تک فازی و چند فازی ۱۲۰
۵-۱۱- الف:نمودار سه تایی H_2O-NaCl-$CaCl_2$ ۱۲۲
۵-۱۱- ب:میانبار های مورد مطالعه از کانی اسفالریت از لحاظ ترکیب در محدوده پایداری هیدروهالیت+مایع قرار گرفته اند ۱۲۳
۵-۱۲- مراحل انجماد میانبار دوفازی با اندازه ۲۱ میکرون ۱۲۴
۵-۱۳ – نمودار ستونی دمای نقطه یوتکتیک Te در میانبار های سیال ۱۲۷
۵-۱۴–نمودار ستونی دمای ذوب نهایی یخ(Tm) در میانبار های سیال ۱۲۸
۵-۱۵–نمودار ستونی درجه شوری(wt.% NaCl)میانبار های سیال ۱۲۸
۵-۱۶– نمودار ستونی درجه حرارت یکنواختی (Th) در میانبار های سیال ۱۲۹
۵-۱۷–تعیین نوع سیال کانی ساز با استفاده از میزان شوری در مقابل دمای همگن شدگی ۱۳۰
۵-۱۸-الف:نمودارمحدوده تغییرات چگالی سیال کانی ساز مادر و روند تغییرات چگالی آن که تحت تاثیر فرآیند جوشش قرار گرفته است ۱۳۲
۵-۱۸-ب:نمودار تغییرات Th –شوری که فرآیند تکاملی جوشش در سیال تشکیل دهنده کانساردره زنجیر را نشان می دهد ۱۳۲
۵-۱۹- نمودار Th- شوری از داده های بدست آمده ار سیال میدان نفتی Irish که

نشان دهنده نوع سیال است ۱۳۵
۵-۲۰-تعیین نوع سیال کانی ساز با استفاده از میزان شوری در مقابل دمای همگن شدگی ۱۳۷
۵-۲۱- نمودار رسم شده بر اساس دمای همگن شدگی و درجه شوری و تخمین عمق احتمالی و فشار وارده به میانبار سیال در منطقه مورد مطالعه ۱۳۸
۶-۱-نمایش تفکیک ایزوتوپی اکسیژن آب در هواکره ۱۴۴
۶-۲- δD در برابر $\delta\ ^{18}O$ برای آبهای سازندی ناحیه میان قاره ای ایالات متحده ۱۴۶
۶-۳-مقادیر $\delta\ ^{13}C$ برای CO_2 حل شده در آبهای منفذی رسوبات بی اکسیژن که از چند محل از پروژه حفاری ژرف دریا به دست آمده است ۱۵۰
۶-۴- تغییرات ایزوتوپ اکسیژن نسبت به کربن.نمودار تا حدی نشان دهنده ویژگی J معکوس ۱۵۴
۶-۵-تغییرات مقادیر $\delta\ ^{18}O$ (شکل۲-A) و $\delta\ ^{13}C$ (شکل۲-B) برای سنگ میزبان دولومیت در مقابل فاصله از کان توده در معدن دره زنجیر ۱۵۵
۶-۶- $\delta\ ^{13}C$ برخی از مخن های مهم کربن ۱۵۸
۶-۷مقدار $\delta\ ^{18}O$ مخزن های زمین شناسی مهم ۱۵۹