



دانشگاه بلوچستان  
تحصیلات تکمیلی

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

عنوان:

# ژئوشیمی کانسار مس ماهور و سنگ های میزبان آن، شرق بلوک لوت، ایران مرکزی

استاد راهنما:

دکتر علی احمدی

استاد مشاور:

دکتر حسن میرنژاد

تحقیق و نگارش:

رضوان میرزایی رایینی

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره‌مند شده است)

بهمن ۱۳۹۰

## بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان ژئوشیمی کانسار مس ماهور و سنگ های میزبان آن، شرق بلوک لوت، ایران مرکزی، قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ژئوشیمی توسط دانشجو رضوان میرزایی راینی با راهنمایی استاد پایان نامه دکتر علی احمدی تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

رضوان میرزایی راینی

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ توسط هیئت داوران بررسی و درجه به آن تعلق گرفت.

| نام و نام خانوادگی  | امضاء | تاریخ                  |
|---------------------|-------|------------------------|
| دکتر علی احمدی      |       |                        |
| دکتر حسن میرنژاد    |       |                        |
| دکتر مصطفی قماش     |       | داور ۱:                |
| دکتر علی اصغر مریدی |       | داور ۲:                |
| دکتر ساسان باقری    |       | نماینده تحصیلات تکمیلی |



## تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب رضوان میرزایی راینی تعهد می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: رضوان میرزایی راینی

امضاء

تقدیم به

جلوه گاه عشق، حضرت دوست، بارگاہ علم ازلی وابدی، پروردگار عالمیان.

تقدیم به

آفتاب زندگی ام، الگوی صبر و مهربانی، پدر عزیزم.

تقدیم به

حضور سبز اندیشه ایم، درخشش همیشه وجود، مادر مهربانم.

تقدیم به

خواهرم، که وجودش تداوم مهربانی و نامش تکرار آواز عطوفت در محطه محطه زندگی ام است.

تقدیم به

برادرم، استوارترین جلوه اصالت و فداکاری که نامش بر لوح محفوظ، مستقیم همواره ثبت است.

## سپاسگزاری

حمد و سپاس خداوندی را سزااست که انسان را به گنجینه خرد منفر نمود و به او توان اندیشیدن و یادگیری عنایت نمود. حق تعالی را بسنی شکر که زاریم که توفیقمان داد تا در وادی بزرگترین معرفت بشتری - علم - گامی هر چند ناچیز برداریم. بر آستان مقدس سجده شکر می نمایم که یاری ام نمود تا در این مسیر از محضر انسان بانی عارف و عاشق فیض برم که تمام زندگی خویش را وقف درس و بحث کرده اند. بر خود واجب می دانم از استاد راهنمای گرامی دکتر علی احمدی و استاد مشاور بزرگوارم دکتر حسن میرزاد، بزرگ اندیشندانی که کوره راه های این راه پر نشیب و فراز را در سایه اندیشه ژرف و هدایت های بی نظیرشان طی کردم، کمال تشکر و قدردانی را بنمایم. بی شک به شمر رسیدن این پژوهش مرهون توجهات این دو بزرگوار بوده است.

سپاس پدر و مادر عزیزم که با بردباری مشکلات را تحمل نموده و آرامش را برابیم همیا نمودند تا بتوانم این مرحله را نیز پشت سر بگذارم، چه بردباری پدر و صفای صمیمانه مادر جرات ماه یادوری از آن ها را برابیم مینر ساخت، گرچه نخواهم توانست ذره ای از زحماتشان را جبران نمایم، اما بر دستا نشان بوسه می زنم و از خداوند متعال توفیق خدمتگزاریشان را مسئلت می نمایم. از خواهر و برادر عزیزم که همواره پشتیبان و حامی ام بوده اند و حضورشان در فضای زندگی ام همواره مصداق بی دریایی بوده است نیز شکر می کنم.

انجام این پژوهش مرهون حمایت های بی دریغ مسئولان کانسار مابهور جناب آقای مهندس نیکیخت و آقای صادقی می باشد، از این

بزرگواران نیز صمیمانه شکر می نمایم.

از بهکلاسی های عزیز و دوستان خوب آقایان جمشید افرنید، سعید فرخ نژاد، اسماعیل مرادیان، خانم نازهره خرمی، زهرا مختاری، جمیله فرشید پور، نجمه اشرف عسکری، زکس مرادی، مریم مالکی، مریم سارانی، مرگانه زینلی، عذرا علافرا، منور نینتانی، اعظم شکاری و فاطمه اسحاقی صمیمانه سپاسگزارم. بر خود لازم می دانم از زحمات آقای مسلمی و خانم بافیروز کوهی و مختاری که در عملیات صحرایی همراه و همکارم بودند بدين وسيله قدردانی نمایم.

از اساتید محترم آقایان دکتر مصطفی قاشی و دکتر علی اصغر میردی فریانی که زحمت داورسی از پایان نامه اینجانب را قبول کرده اند کمال تشکر را دارم. بی شک به تخریب این پژوهش حاصل بهکاری تمامی عزیزانی است که نام برده شدند. برای تمامی این عزیزان از درگاه خداوند متعال سلامتی، بهروزی و روزیابی سرشار از موفقیت را آرزو مندم.

رضوان میرزایی رایینی، بهمن ۹۰

## چکیده:

کانسار چندفلزی ماهور واقع در شرق بلوک لوت در طول یک رگه به طول سه کیلومتر و عرض ۰/۵ تا ۲ متر و در سنگ های اسیدی نیمه عمیق تشکیل شده است. از سطح به عمق مناطق فروشست (تشکیل ملاکیت، آزوریت، هماتیت، گوتیت و آتاکامیت)، برین زاد یا سوپرژن (تشکیل بورنیت، کولیت، کالکوسیت، آنگلیت، گرینوکیت، هاولیت) و ژرف زاد یا هیپوژن (تشکیل مگنتیت، کالکوپیریت، پیریت، گالن، اسفالریت) در کانسار مشاهده می شوند. کانی های باطله عمدتاً از کوارتز و کلسیت تشکیل یافته اند. دگرسانی های موجود در کانسار از انواع سیلیسی، سریسیتی، پروپیلیتیک، آرژیلیک، و پتاسیک هستند. بافت جانشینی، شکافه پرکن و برشی از مهم ترین بافت های همراه با کانسارزایی هستند. نتایج حاصل از آنالیز ریزکاو الکترونی بیانگر مقادیر متغیری از عناصر Ag, As, Sb, In, Cd, Zn, Fe, Cu. در کانی های سولفیدی کانسار ماهور است. وجود سه کانی کمیاب گرینوکیت، هاولیت و آتاکامیت در منطقه سوپرژن و فروشست کانسار ماهور توسط آنالیز ریزکاو الکترونی شناسایی شده است. مطالعه سیالات درگیر بر روی سه نمونه از کانی اسفالریت، حاکی از تغییرات حرارتی سیال کانه ساز بین ۱۹۴ تا ۲۹۲ درجه سانتی گراد است. با توجه به دمای ذوب آخرین بلور یخ سیال کانه ساز، شوری سیال درگیر ۱۱/۷ تا ۲۳ درصد وزنی معادل نمک طعام (NaCl) تخمین زده می شود. مقادیر  $\delta^{34}\text{S}_{\text{CDT}}$  برای ۸ نمونه از کانی های سولفیدی (پیریت، کالکوپیریت، گالن، اسفالریت، بورنیت) در کانسار ماهور، بین ۰/۲‰ تا ۴/۰۷‰ با میانگین ۲/۹۶‰ می باشد. به علاوه دمای برآورد شده از زوج های سولفیدی در حال تعادل، نشانگر دامنه تغییرات تقریبی بین ۲۱۵ تا ۳۸۰ درجه سانتی گراد است. بنابراین چنین استنباط شده که گوگرد لازم برای تشکیل کانی های سولفیدی در کانسار ماهور توسط سیالات ماگمایی و یا سنگ های آذرین منطقه تامین شده است. شواهد موجود مانند بافت و ساخت کانسار، شکل رگه ای کانسار، نوع همراهی کانه ها، کانی های باطله، دگرسانی سنگ های دیواره، دمای همگن شدن و شوری، عمق کانه سازی، مطالعه ایزوتوپ های گوگرد و منشا سیالات کانه ساز، کانسار چندفلزی ماهور را در رده کانسارهای اپی ترمال نوع رگه ای تا مزوترمال قرار می دهد.

**کلمات کلیدی:** کانسار چندفلزی ماهور، دگرسانی، زمین دماسنجی، ایزوتوپ گوگرد، سیالات درگیر.

## فهرست مطالب

| صفحه    | عنوان   |
|---------|---|
| ۱.....  | فصل اول کلیات .....   |
| ۲.....  | ۱-۱- مقدمه .....  |
| ۵.....  | ۲-۱- ویژگیهای طبیعی منطقه .....                                       |
| ۵.....  | ۱-۲-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه .....                |
| ۶.....  | ۳-۱- تاریخچه مطالعات انجام گرفته .....                                |
| ۶.....  | ۱-۳-۱- مطالعات انجام گرفته قبلی در زمینه کانی زایی مس در ایران .....  |
| ۶.....  | ۲-۳-۱- مطالعات انجام گرفته قبلی در محدوده بلوک لوت .....              |
| ۷.....  | ۳-۳-۱- مطالعات انجام گرفته قبلی در محدوده کانسار چند فلزی ماهور ..... |
| ۷.....  | ۴-۱- تعریف مسئله و بیان سؤالهای اصلی تحقیق .....                      |
| ۸.....  | ۵-۱- اهداف .....  |
| ۸.....  | ۶-۱- روش و ابزار انجام پژوهش .....                                    |
| ۱۰..... | ۷-۱- ساختار پایان نامه .....  |
| ۱۲..... | فصل دوم زمین شناسی عمومی .....  |
| ۱۳..... | ۱-۲- مقدمه .....  |
| ۱۳..... | ۲-۲- موقعیت بلوک لوت در ایران .....                                   |
| ۱۴..... | ۳-۲- تاریخچه چینهای بلوک لوت .....                                    |
| ۱۵..... | ۴-۲- ماگماتیسم بلوک لوت .....   |
| ۱۷..... | ۵-۲- آتشفشانیهای بلوک لوت .....                                       |
| ۱۷..... | ۶-۲- توان اقتصادی بلوک لوت .....                                      |
| ۱۸..... | ۷-۲- ولکانیسم ایران در دوره ترشیاری .....                             |



|    |   |
|----|---|
| ۱۹ | ۸-۲- ولکانیسم ترشیاری بلوک لوت.....                       |
| ۲۰ | ۹-۲- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه.....                    |
| ۲۲ | ۲-۹-۱- واحد آندزیت - بازالت.....                          |
| ۲۳ | ۲-۹-۲- واحد داسیتی.....                                   |
| ۲۴ | ۲-۹-۳- واحد توفی.....                                     |
| ۲۵ | ۲-۹-۴- نهشته های آبرفتی جوان.....                         |
| ۲۶ | <b>فصل سوم پترولوژی و پتروگرافی سنگ های میزبان.....</b>   |
| ۲۷ | ۳-۱- مقدمه.....   |
| ۲۹ | ۳-۲- پتروگرافی سنگ های آذرین.....                         |
| ۳۲ | ۳-۲-۱- آندزیت و آندزیت بازالت ها.....                     |
| ۳۴ | ۳-۲-۲- داسیت ها و ریوداسیت ها.....                        |
| ۳۸ | ۳-۲-۳- شیشه سنگ ها.....                                   |
| ۳۹ | ۳-۲-۴- سنگ های آذرآوری.....                               |
| ۳۹ | ۳-۲-۴-۱- توف داسیتی و ریوداسیتی.....                      |
| ۴۰ | ۳-۲-۴-۲- توف آندزیتی.....                                 |
| ۴۱ | ۳-۲-۴-۳- لیتیک توف.....                                   |
| ۴۲ | ۳-۳- پتروگرافی سنگ میزبان.....                            |
| ۴۳ | <b>فصل چهارم دگرسانی.....</b>                             |
| ۴۴ | ۴-۱- مقدمه.....   |
| ۴۵ | ۴-۲- مطالعه زون های دگرسانی در کانسار چند فلزی ماهور..... |
| ۴۵ | ۴-۲-۱- دگرسانی سریسیتی (فیلیک).....                       |
| ۴۷ | ۴-۲-۲- دگرسانی آرژیلیک.....                               |
| ۴۸ | ۴-۲-۳- دگرسانی سیلیسی.....                                |
| ۴۹ | ۴-۲-۴- دگرسانی پروپیلیتیک.....                            |
| ۵۱ | ۴-۲-۵- دگرسانی پتاسیک.....                                |

|    |   |
|----|---|
| ۵۲ | ..... ۴-۲-۶- کریناتی شدن                                    |
| ۵۴ | ..... فصل پنجم کانی سازی                                    |
| ۵۵ | ..... ۱-۱-۵- مقدمه  |
| ۵۵ | ..... ۲-۵- ویژگی های کانی سازی در کانسار چند فلزی ماهور     |
| ۵۹ | ..... ۳-۵- کلاهدک آهنین (گوسان)                             |
| ۶۱ | ..... ۴-۵- انواع زون های کانی سازی در کانسار چند فلزی ماهور |
| ۶۱ | ..... ۱-۴-۵- منطقه فروشست                                   |
| ۶۱ | ..... ۱-۱-۴-۵- مالاکیت                                      |
| ۶۲ | ..... ۲-۱-۴-۵- آزوریت                                       |
| ۶۳ | ..... ۳-۱-۴-۵- آتاکامیت                                     |
| ۶۳ | ..... ۴-۱-۴-۵- گوتیت  |
| ۶۴ | ..... ۵-۱-۴-۵- لیمونیت                                      |
| ۶۶ | ..... ۶-۱-۴-۵- هماتیت                                       |
| ۶۷ | ..... ۲-۴-۵- منطقه برین زاد یا سوپرژن                       |
| ۶۷ | ..... ۱-۲-۴-۵- کالکوسیت                                     |
| ۶۸ | ..... ۲-۲-۴-۵- آنگلیزیت                                     |
| ۶۹ | ..... ۳-۲-۴-۵- بورنیت                                       |
| ۷۰ | ..... ۴-۲-۴-۵- کوولیت                                       |
| ۷۱ | ..... ۳-۴-۵- کانی سازی اولیه یا هیپوژن                      |
| ۷۱ | ..... ۱-۳-۴-۵- پیریت  |
| ۷۳ | ..... ۲-۳-۴-۵- کالکوپیریت                                   |
| ۷۳ | ..... ۳-۳-۴-۵- گالن   |
| ۷۵ | ..... ۴-۳-۴-۵- اسفالریت                                     |
| ۷۵ | ..... ۵-۳-۴-۵- مگنتیت                                       |
| ۷۶ | ..... ۶-۳-۴-۵- هاولثیت                                      |

|     |   |
|-----|---|
| ۷۶  | ..... ۵-۴-۳-۷-گرینوکیت  |
| ۷۷  | ..... ۵-۵-پاراژنز و توالی پاراژنزی                                |
| ۷۹  | ..... ۵-۶-مطالعات ریز کاو الکترونی (EPMA)                         |
| ۸۰  | ..... ۵-۶-۱-اسفالریت  |
| ۸۱  | ..... ۵-۶-۲-کالکوپیریت  |
| ۸۲  | ..... ۵-۶-۳-کولیت   |
| ۸۳  | ..... ۵-۶-۴-کالکوسیت  |
| ۸۵  | ..... ۵-۶-۵-سولفید کادمیوم (گرینوکیت، هاولثیت)                    |
| ۸۶  | ..... ۵-۶-۶-آتاکامیت  |
| ۸۸  | ..... فصل ششم ژئوشیمی سیالات درگیر                                |
| ۸۹  | ..... ۶-۱-مقدمه   |
| ۸۹  | ..... ۶-۲-تشکیل سیالات درگیر                                      |
| ۹۰  | ..... ۶-۳-تشخیص رابطه بین سیالات درگیر و تشکیل کانسنگ             |
| ۹۰  | ..... ۶-۴-پتروگرافی سیالات درگیر                                  |
| ۹۱  | ..... ۶-۵-مطالعات دماسنجی سیالات درگیر                            |
| ۹۱  | ..... ۶-۵-۱-مطالعات گرمایش  |
| ۹۲  | ..... ۶-۵-۲-مطالعات سرمایش  |
| ۹۳  | ..... ۶-۶-مطالعه سیالات درگیر در کانسار چند فلزی ماهور            |
| ۹۷  | ..... ۶-۶-۱-پتروگرافی سیالات درگیر                                |
| ۹۹  | ..... ۶-۶-۲-مطالعه مورفولوژیکی سیالات درگیر                       |
| ۱۰۰ | ..... ۶-۶-۳-تغییر شکل سیالات درگیر بعد از به دام افتادن           |
| ۱۰۰ | ..... ۶-۶-۴-مطالعات دماسنجی سیالات درگیر در کانسار چند فلزی ماهور |
| ۱۰۰ | ..... ۶-۶-۴-۱-مطالعات سرمایش                                      |
| ۱۰۴ | ..... ۶-۶-۴-۲-مطالعات گرمایش                                      |
| ۱۰۷ | ..... ۶-۶-۴-۳-جوشش ثانویه   |

|            |  |
|------------|--|
| ۱۰۸        | ..... ۴-۴-۶-۶ عمق به دام افتادن سیالات درگیر                               |
| <b>۱۰۹</b> | <b>..... فصل هفتم ژئوشیمی ایزوتوپ های پایدار گوگرد</b>                     |
| ۱۱۰        | ..... ۱-۷-۱ مقدمه  |
| ۱۱۰        | ..... ۲-۷-۱ ایزوتوپ گوگرد  |
| ۱۱۱        | ..... ۳-۷-۱ روش کار در آزمایشات ایزوتوپی                                   |
| ۱۱۳        | ..... ۴-۷-۱ تفریقات تعادلی و زمین دماسنجی                                  |
| ۱۱۳        | ..... ۵-۷-۱ دماسنجی سیال های مرتبط با کانه سازی                            |
| ۱۱۶        | ..... ۶-۷-۱ مطالعه ایزوتوپ های گوگرد در کانسار چند فلزی ماهور              |
| ۱۱۷        | ..... ۷-۷-۱ دماسنجی سیال کانه ساز  |
| ۱۱۸        | ..... ۸-۷-۱ تعیین نسبت ایزوتوپی گوگرد سیال کانه ساز                        |
| <b>۱۲۰</b> | <b>..... فصل هشتم بررسی ژنز و مدل احتمالی تشکیل کانسار</b>                 |
| ۱۲۱        | ..... ۱-۸-۱ مقدمه  |
| ۱۲۱        | ..... ۲-۸-۱ انواع ذخایر مس از لحاظ منشأ                                    |
| ۱۲۱        | ..... ۱-۲-۸-۱ کانسارهای مس پورفیری همراه با توده های نفوذی حدواسط تا فلسیک |
| ۱۲۲        | ..... ۲-۲-۸-۱ کانسارهای مس همراه با توده های آذرین مافیک                   |
| ۱۲۳        | ..... ۳-۲-۸-۱ کانسارهای مس همراه با ولکانیسم زیر دریایی                    |
| ۱۲۴        | ..... ۴-۲-۸-۱ کانسارهای مس همراه با ولکانیسم خشکی                          |
| ۱۲۴        | ..... ۵-۲-۸-۱ کانسارهای رگه ای کردیلرایی                                   |
| ۱۲۵        | ..... ۶-۲-۸-۱ کانسارهای گرمابی   |
| ۱۲۵        | ..... ۱-۶-۲-۸-۱ کانسارهای مزوترمال   |
| ۱۲۶        | ..... ۲-۶-۲-۸-۱ کانسارهای اپی ترمال  |
| ۱۲۹        | ..... ۳-۸-۱ سیستم های گرمابی آتشفشانی                                      |
| ۱۲۹        | ..... ۴-۸-۱ سیستم های ژئوترمال   |
| ۱۳۳        | ..... ۵-۸-۱ بررسی خصوصیات کانسار چند فلزی ماهور                            |
| ۱۳۳        | ..... ۱-۵-۸-۱ کنترل کننده های ساختمانی                                     |

|     |   |
|-----|---|
| ۱۳۳ | ۸-۵-۲- کنترل کننده های لیتولوژیکی .....                 |
| ۱۳۳ | ۸-۵-۳- منبع حرارتی .....                                |
| ۱۳۴ | ۸-۵-۴- خصوصیات فیزیکوشیمیایی و منشأ سیال کانه ساز ..... |
| ۱۳۴ | ۸-۶- تعیین نوع کانسار چند فلزی ماهور .....              |
| ۱۴۰ | ۸-۷- مدل و عوامل موثر بر تشکیل کانسار .....             |
| ۱۴۲ | فصل نهم نتیجه گیری .....                                |
| ۱۴۷ | مراجع .....   |

## فهرست جدول ها

| عنوان  | صفحه |
|--|------|
| جدول ۳-۱. نتایج تجزیه ریزکاو الکترونی مربوط به فلدسپات های آلکالن، پلاژیوکلاز و کائولینیت در کانسار چندفلزی ماهور..... | ۲۸   |
| جدول ۳-۲. مشخصات نمونه های مورد مطالعه در کانسار چند فلزی ماهور.....   | ۲۹   |
| جدول ۵-۱. مشخصات نمونه های مورد مطالعه در کانسار چندفلزی ماهور.....  | ۵۷   |
| جدول ۵-۲. توالی پاراژنزی در کانسار چند فلزی ماهور.....   | ۷۸   |
| جدول ۵-۳. نتایج حاصل از آنالیز ریزکاو الکترونی کانی اسفالریت در کانسار چند فلزی ماهور.....                             | ۸۰   |
| جدول ۵-۴. نتایج حاصل از آنالیز ریزکاو الکترونی کانی کالکوپیریت در کانسار چند فلزی ماهور.....                           | ۸۱   |
| جدول ۵-۵. نتایج حاصل از آنالیز ریزکاو الکترونی کانی کوولیت در کانسار چند فلزی ماهور.....                               | ۸۲   |
| جدول ۵-۶. نتایج حاصل از آنالیز ریزکاو الکترونی کانی کالکوسیت در کانسار چندفلزی ماهور.....                              | ۸۴   |
| جدول ۵-۷. نتایج حاصل از آنالیز ریزکاو الکترونی کانی سولفید کادمیوم گرینوکیت و هاولنیت.....                             | ۸۵   |
| جدول ۵-۸. نتایج حاصل از آنالیز ریزکاو الکترونی کانی آتاکامیت.....  | ۸۷   |
| جدول ۶-۱. نتایج مطالعه سیالات درگیر اولیه، ثانویه و ثانویه کاذب در کانسار چندفلزی ماهور.....                           | ۹۴   |
| جدول ۶-۲. درجه شوری به دست آمده بر حسب درصد وزنی نمک طعام، مطابق با کاهش دمای انجماد.....                              | ۱۰۲  |
| جدول ۷-۱. نسبت ایزوتوپ های گوگرد در مواد مختلف.....  | ۱۱۲  |
| جدول ۷-۲. نتایج اندازه گیری نسبت های ایزوتوپی گوگرد کانسار چندفلزی ماهور.....  | ۱۱۶  |
| جدول ۸-۱. خصوصیات عمومی کانسارهای اپی ترمال.....   | ۱۲۷  |
| جدول ۸-۲. ویژگی های ذخایر رگه ای H.S و L.S.....  | ۱۳۱  |
| جدول ۸-۳. مقایسه برخی از خصوصیات کانسار چند فلزی ماهور با کانسارهای مشابه در ایران و جهان.....                         | ۱۳۶  |

## فهرست شکل ها

| صفحه | عنوان  |
|------|--|
| ۳    | شکل ۱-۱. مهم ترین زون های کانی سازی مس در ایران.....   |
| ۴    | شکل ۱-۲. موقعیت کانسار چندفلزی ماهور در مجموعه ماگمایی شرق ایران.....                          |
| ۵    | شکل ۱-۳. نقشه راه های دسترسی به کانسار چندفلزی ماهور.....                                      |
| ۱۴   | شکل ۲-۱. تقسیم بندی ساختاری ایران.....   |
| ۱۶   | شکل ۲-۲. نقشه زمین شناسی اصلاح شده ۱/۲۵۰۰۰۰ کمر بند ولکانیک - پلوتونیک بلوک لوت.....           |
| ۱۸   | شکل ۲-۳. انواع کانی سازی مس در بلوک لوت.....   |
|      | شکل ۲-۴. نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه، برگرفته از نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ ده سلم (چاه وک) و موقعیت  |
| ۲۱   | کانسار چندفلزی ماهور.....  |
| ۲۲   | شکل ۲-۵. توده آندزیت بازالت در کانسار چندفلزی ماهور.....                                       |
|      | شکل ۲-۶. واحد EOba (بازالت ائوسن)، به رنگ سیاه و واحد EOd (داسیت ائوسن)، به رنگ روشن در کانسار |
| ۲۳   | چندفلزی ماهور.....   |
| ۲۴   | شکل ۲-۷. (الف؛ ب) واحد توفی موجود در کانسار چند فلزی ماهور.....                                |
| ۲۵   | شکل ۲-۸. تراست های آبرفتی جوان.....  |
| ۳۳   | شکل ۳-۱. نمونه دستی از آندزیت های موجود در کانسار چندفلزی ماهور.....                           |
|      | شکل ۳-۲. حضور پلاژیوکلاز (plg)، پیروکسن (px)، کلریت (Chl) در مقاطع میکروسکوپی سنگ های          |
| ۳۳   | آندزیتی کانسار چندفلزی ماهور.....  |
| ۳۵   | شکل ۳-۳. مشخصات سنگ های داسیتی کانسار چندفلزی ماهور.....                                       |
| ۳۷   | شکل ۳-۴. تصاویر میکروسکوپی از نمونه های داسیتی کانسار چندفلزی ماهور.....                       |
| ۳۸   | شکل ۳-۵. تصاویر میکروسکوپی از شیشه سنگ ها در کانسار چندفلزی ماهور.....                         |
| ۴۰   | شکل ۳-۶. تصویر میکروسکوپی از توف داسیتی در کانسار چندفلزی ماهور.....                           |

- شکل ۳-۷. تصویر میکروسکوپی از توف آندزیتی در کانسار چندفلزی ماهور..... ۴۱
- شکل ۳-۸. ویژگی لیتیک توف ها در کانسار چندفلزی ماهور..... ۴۱
- شکل ۳-۹. تصاویر میکروسکوپی از سنگ های اسیدی نیمه عمیق با بافت پورفیری در منطقه ماهور..... ۴۲
- شکل ۴-۱. وجود دگرسانی سرسیتی در کنار دگرسانی آرژلیک در کانسار چند فلزی ماهور..... ۴۶
- شکل ۴-۲. تصاویر میکروسکوپی از دگرسانی سرسیتی کانی پلاژیوکلاز..... ۴۶
- شکل ۴-۳. دگرسانی آرژلیک و تشکیل کائولن در کانسار چندفلزی ماهور..... ۴۸
- شکل ۴-۴. ویژگی دگرسانی سیلیسی در کانسار چندفلزی ماهور..... ۴۹
- شکل ۴-۵. تصاویر میکروسکوپی از دگرسانی پروپیلیتیک در سنگ های آندزیتی کانسار چندفلزی ماهور..... ۵۰
- شکل ۴-۶. تصاویر میکروسکوپی از تشکیل کلریت در سنگ های آندزیتی کانسار چندفلزی ماهور..... ۵۱
- شکل ۴-۷. دگرسانی پتاسیک و تشکیل بیوتیت ثانویه در کانسار چندفلزی ماهور..... ۵۲
- شکل ۴-۸. دگرسانی کربناته سنگ های موجود در کانسار چندفلزی ماهور..... ۵۳
- شکل ۴-۹. تصاویر میکروسکوپی از دگرسانی کربناته سنگ های کانسار چندفلزی ماهور..... ۵۳
- شکل ۵-۱. زون کلاهدک آهنین (گوسان) در سطح کانسار چند فلزی ماهور..... ۶۰
- شکل ۵-۲. وجود کانی سازی مس (Cu)، آهن (Fe) و منگنز (Mn) در زون کلاهدک آهنین (گوسان) در کانسار چندفلزی ماهور..... ۶۰
- شکل ۵-۳. مشخصات کانی مالاکیت در کانسار چندفلزی ماهور..... ۶۱
- شکل ۵-۴. تشکیل کانی آزوریت در رخنمون های سنگی کانسار چند فلزی ماهور..... ۶۲
- شکل ۵-۵. ویژگی کانی آتاکامیت در منطقه فروشت کانسار چندفلزی ماهور..... ۶۳
- شکل ۵-۶. تصویر میکروسکوپی از جانشینی گوتیت به جای پیریت..... ۶۴
- شکل ۵-۷. وجود زون لیمونیتی (لیمونیت، گوتیت و هماتیت) در زون کلاهدک آهنین (گوسان) در کانسار چند فلزی ماهور..... ۶۵
- شکل ۵-۸. تصویر میکروسکوپی از جایگزینی پیریت توسط لیمونیت..... ۶۵
- شکل ۵-۹. هماتیت های تشکیل شده در اثر اکسیداسیون مگنتیت در کانسار چند فلزی ماهور..... ۶۶
- شکل ۵-۱۰. تصویر میکروسکوپی از کالکوسیت نقره دار و جانشینی آن توسط اسفالریت..... ۶۷
- شکل ۵-۱۱. مشخصات کانی گالن در کانسار چندفلزی ماهور..... ۶۸



- شکل ۵-۱۲. تصویر میکروسکوپی از بورنیت های تشکیل شده در درون شکستگی های کالکوپیریت ..... ۶۹
- شکل ۵-۱۳. کانی کوولیت (Cv) موجود در مقاطع میکروسکوپی ..... ۷۰
- شکل ۵-۱۴. مشخصات کانی پیریت در کانسار چندفلزی ماهور ..... ۷۲
- شکل ۵-۱۵. تصویر میکروسکوپی از کانی های سولفیدی موجود در کانسار چندفلزی ماهور ..... ۷۳
- شکل ۵-۱۶. نمونه دستی از کانی گالن ..... ۷۴
- شکل ۵-۱۷. تصویر میکروسکوپی از گالن (Gn) و جهت یافتگی رخ های مثلثی شکل در این کانی ..... ۷۴
- شکل ۵-۱۸. مشخصات کانی اسفالریت در کانسار ماهور ..... ۷۵
- شکل ۵-۱۹. تصویر میکروسکوپی از اکسیداسیون مگنتیت (Mag) و تبدیل آن به هماتیت (Hem) ..... ۷۶
- شکل ۵-۲۰. تصویر میکروسکوپی از کانی کالکوپیریت (Ccp) به همراه گرینوکیت و هاولثیت (CdS) ..... ۷۷
- شکل ۵-۲۱. تصویر حاصل از الکترون برگشتی (BSE)، توسط میکروسکوپ الکترونی (SEM)، از کانی کوولیت (Cv)، پیریت (Py)، کالکوپیریت (Ccp) ..... ۸۳
- شکل ۵-۲۲. تصویر حاصل از الکترون برگشتی (BSE) توسط میکروسکوپ الکترونی (SEM) از کانی کالکوسیت (Cc)، به همراه کانی اسفالریت (Sp) ..... ۸۴
- شکل ۵-۲۳. تصویر BSE از کانی سولفید کادمیوم (گرینوکیت، هاولثیت) ..... ۸۶
- شکل ۵-۲۴. تصویر حاصل از الکترون برگشتی (BSE) توسط میکروسکوپ الکترونی (SEM)، از کانی رشته ای آتاکامیت ..... ۸۷
- شکل ۶-۱. مراحل مختلف تبدیل شدن یک سیال درگیر بزرگ در کانی کوارتز به سیالات درگیر کوچک تر و تشکیل سیالات درگیر ثانویه ..... ۹۱
- شکل ۶-۲. الف؛ ب) تصاویر میکروسکوپی از سیالات درگیر اولیه با اشکال هندسی منظم در کانی اسفالریت کانسار چندفلزی ماهور ..... ۹۸
- شکل ۶-۳. الف؛ ب) تصاویر میکروسکوپی از سیالات درگیر ثانویه کاذب در کانسار چندفلزی ماهور ..... ۹۸
- شکل ۶-۴. الف؛ ب) تصاویر میکروسکوپی از سیالات درگیر ثانویه و بی شکل در کانسار چندفلزی ماهور ..... ۹۹
- شکل ۶-۵. الف؛ ب) تصاویر میکروسکوپی از پدیده گردن یافتگی در سیالات درگیر کانسار چندفلزی ماهور ..... ۱۰۰
- شکل ۶-۶. نمودار هیستوگرام شوری سیالات درگیر کانسار چندفلزی ماهور نسبت به فراوانی آن ها ..... ۱۰۲
- شکل ۶-۷. دیاگرام دمای همگن شدگی در برابر شوری سیالات درگیر کانسار چندفلزی ماهور ..... ۱۰۳

- شکل ۶-۸. نمودار هیستوگرام درجه حرارت همگن شدگی سیالات درگیر کانسار چندفلزی ماهور نسبت به فراوانی آن ها..... ۱۰۴
- شکل ۶-۹. نمودار دمای ذوب آخرین قطعه یخ ( $T_{mi}$ ) در برابر دمای همگن شدگی ( $T_h$ ) سیالات درگیر..... ۱۰۵
- شکل ۶-۱۰. دیاگرام خلاصه شده دما - شوری سیالات درگیر کانسارهای مختلف و موقعیت تقریبی نمونه های کانسار چندفلزی ماهور..... ۱۰۶
- شکل ۶-۱۱. نمودار شوری- دمای همگن شدن سیالات درگیر کانسار چندفلزی ماهور..... ۱۰۷
- شکل ۶-۱۲. نمودار بدست آوردن حداقل عمق کانی سازی در کانسار چند فلزی ماهور..... ۱۰۸
- شکل ۷-۱. تغییرات  $\delta^{34}S$  در محیط های مختلف زمین شناسی..... ۱۱۹
- شکل ۸-۱. موقعیت کانسارهای اپی ترمال نوع Low Sulfidation (L.S) و High Sulfidation (H.S) .. ۱۳۲
- شکل ۸-۲. مدل احتمالی تشکیل کانسار چند فلزی ماهور..... ۱۴۱

فهرست علائم اختصاری کانی‌ها (کرتز، ۱۹۸۳)

|     |                |
|-----|----------------|
| Gn  | گالن           |
| Qtz | کوارتز         |
| Sp  | اسفالریت       |
| Hem | هماتیت         |
| Py  | پیریت          |
| Ccp | کالکوپیریت     |
| Plg | پلاژیوکلاز     |
| Chl | کلریت          |
| Ep  | اپیدوت         |
| Cal | کلسیت          |
| Bt  | بیوتیت         |
| Mag | مگنتیت         |
| Cv  | کوولیت         |
| Bn  | بورنیت         |
| Gt  | گوتیت          |
| Cc  | کالکوسیت       |
| Zrn | زیرکن          |
| Kfs | فلدسپات آلکالن |

فصل اول

کلیات