



دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی (اقتصادی)

**بررسی منشاء و سازوکار کانی سازی مس در کانسار جیان
(بوانات - استان فارس)**

به کوشش
عباس اعتمادی

استاد راهنما:
دکتر فرید مر

شهریور ماه ۱۳۹۲

به نام خدا

اظهار نامه

اینجانب عباس اعتمادی، دانشجوی رشته زمین‌شناسی (گرایش اقتصادی) دانشکده علوم اظهار می‌کنم که این پایان‌نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات آن را کامل نوشته‌ام. همچنین اظهار می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان‌نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه، دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین‌نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: عباس اعتمادی

تاریخ و امضاء: ۱۳۹۲/۰۶/۱۲



به نام خدا

بررسی منشاء و سازوکار کانی سازی مس در کانسار جیان
(بوانات، استان فارس)

به وسیله ی
عباس اعتمادی

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 مر: استاد بخش زمین شناسی (رئیس کمیته).....

دکتر بیژن اعتمادی: دانشیار بخش علوم زمین.....

دکتر محمدعلی رجبزاده: دانشیار بخش علوم زمین.....

دکتر علی فقیه: استادیار بخش علوم زمین (داور داخلی).....

شهریور ۱۳۹۲

تقدیم بہ پدرم

کہ ایثار و بی پای من، ہمہ مہر است و مہر و ایثار من بہ پای او ہمہ شرم است و شرم

و تقدیم بہ پیشگاہ مادر مہربانم

با سکوہ ترین زفر مہ ای کہ روح ضمیرم را با واژہ مہر و محبت مطہر ساخت

او کہ دعایش بزرگ ترین سرمایہ ام در سیر زندگی است

در برابر وجود کرامتشان زانوی ادب بر زمین می نهم و بادل علو از عشق، محبت و خضوع، بردستان پر مہرشان بوسہ می زنم

و تقدیم بہ

ہمہ کسانی کہ بہ نوعی، قلمی، نگاہی، اندیشہ ای، کلامی و حتی تسمی، سبزہ پای تلاشم را در رساناں بودہ اند.

عباس اعتمادی

سپاسگزاری

«منت خدای را عزوجل که طاعتش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت»

بار دیگر از خداوند منان سپاسگزارم که در گامی دیگر از زندگی یاریم کرد تا با امید به موفقیت و تلاش، این پایان نامه را به پایان برسانم. بر خود لازم می دانم که در ابتدا، تشکر و قدردانی ویژه ای را به استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر فرید مَر تقدیم کنم. همچنین، از اساتید مشاور بزرگوار و گران- قدرم، جناب آقایان دکتر بیژن اعتمادی و دکتر محمدعلی رجبزاده به پاس مساعدت های بی دریغشان کمال تشکر را دارم.

از مدیریت محترم و کارکنان زحمتکش معدن مس جیان، بویژه جناب آقای عباسی و مهندس بلوچی نیز کمال تشکر را دارم.

به علاوه، مراتب تشکر و قدردانی خود را، از تمامی کسانی که مرا در طی تحقیق و نگارش پایان نامه یاری و مدد رساندند خصوصا جناب آقای دکتر سینا اسدی، صمیمانه ابراز میدارم و از خداوند منان برای تمامی این عزیزان، سلامتی و توفیق روزافزون در تمامی مراحل زندگی را آرزومندم. در پایان از تمامی کارمندان و کارکنان محترم بخش علوم زمین دانشگاه شیراز به خاطر همکاریشان سپاسگزارم.

چکیده

بررسی منشاء و سازوکار کانی‌سازی مس در کانسار جیان (بوانات- استان فارس)

به کوشش :

عباس اعتمادی

کانسار مس جیان (۲۳۹ کیلومتری شمال شرق شیراز)، در مجموعه آتشفشانی-رسوبی دگرگون شده سوریان به سن پرموتریاس (عمدتا شامل: میکاشیست، کوارتزیت و سنگ‌های آتشفشانی دگرگون شده) واقع شده است که در قسمت جنوبی زون دگرگونی سنندج-سیرجان قرار می‌گیرد. کانه‌زایی عمدتاً شامل پیریت، کلکوپیریت و مقادیر کمتری پیروتیت، اسفالریت و مقادیر جزئی از کوبانیت و گالن است. کانی‌سازی، همراه با میکاشیست‌ها و رگه‌های کوارتزیتی است که اغلب در امتداد شیستوزیته گسترش یافته‌اند. رخداد فعالیت دگرگونی-گرمايي در این منطقه باعث تشکیل دو گروه رگه‌های کوارتزی همراه با کانه‌زایی شده است که شامل رگه‌های کوارتزیتی کانه‌دار و رگه‌های کوارتزیتی بی‌بار (عقیم) می‌باشد. جهت بررسی منشاء و سازوکار کانی‌سازی مس در این کانسار، مطالعات در سه زمینه مختلف صورت گرفت.

الف- شواهد سنگ‌شناختی ب - شواهد میانبارهای سیال ج - شواهد ایزوتوپ‌های پایدار

بر اساس شواهد سنگ‌شناختی، میانبارهای سیال و ایزوتوپ‌های پایدار، می‌توان گفت که کانسار مس جیان، یک کانسار دگرگونی با سنگ میزبان آتشفشانی-رسوبی است که از دگرگونی سنگ مادر شیل کانه‌دار در طی چند مرحله بوجود آمده است. کانه‌های درون شیل تحت تاثیر همین دگرگونی‌ها، در جهت برگوارگی شیست‌ها و داخل عدسی‌های کوارتزیتی جای گرفته‌اند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول	۱
کلیات کانسارهای مس	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- تاریخچه عنصر مس	۲
۳-۱- زمین شیمی و خواص فیزیکی و شیمیایی مس	۵
۴-۱- کاربرد مس	۹
۵-۱- اثرات زیست محیطی مس	۱۱
۶-۱- ذخایر مس در جهان	۱۲
۷-۱- تولید مس در جهان	۱۳
۸-۱- فازهای فلززایی مس در ایران	۱۴
۹-۱- ذخایر مس ایران	۱۶
۱۰-۱- پراکندگی ذخایر مس ایران	۲۰
۱-۱۰-۱- زون ارومیه-دختر	۲۲
۲-۱۰-۱- زون البرز غربی (محور طالقان-تارم-هشتجین)	۲۲
۳-۱۰-۱- زون سبلان (ناحیه اهر)	۲۳
۴-۱۰-۱- زون کویر-سبزوار	۲۳
۵-۱۰-۱- زون لوت	۲۳
۶-۱۰-۱- زون مکران	۲۴
۱۱-۱- انواع ذخایر مس	۲۴

- ۱-۱۱-۱- ذخایر مس تیپ سولفید توده ای و آتشفشان زاد (VMS) ۲۵
- ۲-۱۱-۱- ذخایر مس نوع دگرگونی ۲۷
- ۱-۱۲- تاریخچه مطالعات و کارهای انجام شده قبلی ۲۸
- ۱-۱۳- اهداف مطالعه ۳۳
- ۱-۱۴- روش تحقیق ۳۴

فصل دوم ۳۵

- خاستگاه زمین‌شناختی منطقه جیان بوانات ۳۶
- ۱-۲- مقدمه ۳۶
- ۲-۲- واحدهای زمین‌شناختی و ساختمانی پوسته ایران ۳۷
- ۳-۲- زون سنندج-سیرجان ۴۰
- ۱-۳-۲- تکتونیک و فعالیت دگرگونی زون سنندج-سیرجان ۴۲
- ۲-۳-۲- چینه‌شناسی زون سنندج-سیرجان ۴۷
- ۳-۳-۲- فلززایی زون سنندج-سیرجان ۵۰
- ۴-۲- موقعیت جغرافیایی شهرستان بوانات ۵۲
- ۱-۴-۲- مشخصه‌های شهرستان ۵۳
- ۲-۴-۲- وسعت و شرایط آب و هوایی ۵۳
- ۳-۴-۲- پوشش گیاهی ۵۴
- ۴-۴-۲- وضعیت معیشتی، ویژگی اقتصادی و نیروی کار ۵۴
- ۵-۴-۲- معرفی شهر جیان ۵۵
- ۶-۴-۲- زمین‌ریخت‌شناسی منطقه بوانات ۵۵
- ۵-۲- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه ۵۶
- ۶-۲- زمین‌شناسی و موقعیت کانسار مورد مطالعه ۵۸
- ۱-۶-۲- توالی کولی‌کش ۵۹
- ۲-۶-۲- توالی توتک ۶۰
- ۳-۶-۲- توالی سوریان ۶۰
- ۷-۲- تاریخچه فعالیت‌های معدنکاری در کانسار مس جیان ۶۶
- ۸-۲- انتخاب روش‌های اکتشافی ۶۷

۶۸	..... ۲-۸-۱ - روش سنگ زمین شیمیایی
۷۰	..... ۲-۸-۲ - بررسی هاله های آب زمین شیمیایی
۷۲	..... ۲-۸-۳ - بررسی هاله های گیاهی
۷۳	..... ۲-۸-۴ - مطالعات ژئوفیزیک
۷۳	..... ۲-۹ - روش های نمونه برداری
۷۵	..... ۲-۱۰ - روش های تجزیه ای مناسب
۷۶	..... ۲-۱۱ - بررسی مطالعات زمین شیمیایی ناحیه ای در منطقه بوانات
۷۷	..... ۲-۱۲ - تعیین نقاط پتانسیل دار در محدوده کانسار مس جیان
۷۸	..... ۲-۱۳ - عملیات پی جویی مس در ذخیره مس جیان
۷۹	..... ۲-۱۴ - محاسبه های مربوط به عیار و تناژ، شکل و عمق ماده معدنی
۸۰	..... ۲-۱۵ - نیمرخ زمین شناختی و مدل سازی سه بعدی
۸۲	..... ۲-۱۶ - ارائه راهکارهای عملیاتی و پیشنهادات

۸۴..... فصل سوم

۸۵..... مطالعات سنگ شناختی، بافتی و کانه شناختی

۸۵	..... ۳-۱ - مقدمه
۸۵	..... ۳-۲ - مشخصه های سنگ میزبان و ماده معدنی
۸۶	..... ۳-۲-۱ - میکاشیست ها
۹۰	..... ۳-۲-۲ - گرافیت شیست ها و کلریت شیست ها
۹۱	..... ۳-۳ - کانی شناسی کانسار
۹۲	..... ۳-۴ - ساخت های ماده معدنی در کانسار مس جیان
۹۲	..... ۳-۴-۱ - ساخت برشی
۹۳	..... ۳-۴-۲ - ساخت شبه گوسان
۹۴	..... ۳-۴-۳ - ساخت برگوارگی (Foliation)
۹۴	..... ۳-۴-۴ - ساخت رگه ای و رگچه ای
۹۵	..... ۳-۵ - رخداد ماده معدنی در کانسار مس جیان
۹۵	..... ۳-۵-۱ - تیپ کانسنگ توده ای (Massive ore-type)
۹۶	..... ۳-۵-۲ - تیپ نواری (Banded)

- ۹۶.....(Laminated) تیپ برگ لایه ای (۳-۵-۳)
- ۹۷ (Disseminated) تیپ افشان (۴-۵-۳)
- ۹۷(Vein-type) تیپ رگه ای (۵-۵-۳)
- ۹۸ عدسی های کوارتزیت موجود در محدوده کانسار (۶-۳)
- ۱۰۰..... بافت های موجود در کانه های حاصل از فرایند دگرگونی (۷-۳)
- ۱۰۱..... اثرهای دگرگونی دینامیک (Dynamic metamorphic effects) (۸-۳)
- ۱۰۲..... اثرهای دگرگونی گرمایی (Thermal metamorphic effects) (۹-۳)
- ۱۰۲..... ویژگی های پیریت و بافت های دگرگونی آن (۱۰-۳)
- ۱۰۳..... بافت های ماده معدنی در کانسار جیان (۱۱-۳)
- ۱۰۳..... بافت پورفیری (خودریخت یا تمام خودریخت) (۱-۱۱-۳)
- ۱۰۴..... بافت زنومورف (بیگانه ریخت) (Xenomorph texture) (۲-۱۱-۳)
- ۱۰۵..... بافت نوارهای پوسته ای (Crustification) (۳-۱۱-۳)
- ۱۰۶..... بافت نیمه خود ریخت (هیپ ایدیومورف) (Hypidiomorphic texture) (۴-۱۱-۳)
- ۱۰۷..... در هم رشدی نفوذی (Penetration intergrowth) (۵-۱۱-۳)
- ۱۰۷..... بافت برشی یا تنش آوری (۶-۱۱-۳)
- ۱۰۸..... بافت پیوستگاه سه گانه (۷-۱۱-۳)
- ۱۰۹..... بافت خال خال (پویی کلیتیک) (Poikilitic texture) (۸-۱۱-۳)
- ۱۱۰..... بافتهای تعادل مجدد (Re-equilibrium texture) (۹-۱۱-۳)
- ۱۱۱..... بافت جانشینی رگه ای و شکافی (Vein and fracture replacement) (۱۰-۱۱-۳)
- ۱۱۲..... بافت باقیمانده (۱۱-۱۱-۳)
- ۱۱۳..... بافت رگچه ای (۱۲-۱۱-۳)
- ۱۱۴..... انواع کانی های سولفیدی، اکسیدی و کربناتی در کانسار مس جیان (۱۲-۳)
- ۱۱۴..... پیریت (۱-۱۲-۳)
- ۱۱۴..... کلکوپیریت (۲-۱۲-۳)
- ۱۱۵..... گالن (۳-۱۲-۳)
- ۱۱۶..... اسفالریت (۴-۱۲-۳)
- ۱۱۷..... پیروتیت (۵-۱۲-۳)
- ۱۱۸..... مالاکیت و آزوریت (۶-۱۲-۳)

۱۱۹..... ۳-۱۲-۷- مس آزاد

۱۲۰..... ۳-۱۲-۸- هماتیت و مگنتیت

فصل چهارم..... ۱۲۱

ریزدماسنجی و زمین شیمی میانبارهای سیال ۱۲۲

۱-۴- مقدمه ۱۲۲

۲-۴- ویژگی های میانبارهای سیال و نقش آنها در کانه زایی ۱۲۳

۳-۴- نمونه برداری، آماده سازی و روش مطالعه ۱۲۷

۴-۴- پتروگرافی میانبارهای سیال ۱۲۸

۵-۴- ریزدماسنجی میانبارهای سیال ۱۳۱

۶-۴- تعیین عمق به دام افتادن میانبارهای سیال در کانسار مس جیان ۱۳۶

۷-۴- تعیین چگالی میانبارهای سیال ۱۳۷

۸-۴- تعیین شیب زمین گرمایی منطقه در زمان تشکیل رگه های کوارتز ۱۳۷

۹-۴- تعیین نوع محیط گرمایی ۱۳۸

۱۰-۴- تعیین فرایندهای موثر در کانه زایی ۱۴۰

۱۱-۴- خاستگاه سیال های کانه زا ۱۴۱

۱-۱۱-۴- آب های ماگمایی ۱۴۱

۲-۱۱-۴- آب دریا ۱۴۲

۳-۱۱-۴- آب جوی ۱۴۲

۴-۱۱-۴- آب فسیل (حوضه ای) ۱۴۲

۵-۱۱-۴- آب های دگرگونی ۱۴۲

فصل پنجم ۱۴۵

ایزوتوپ های پایدار ۱۴۶

۱-۵- مقدمه ۱۴۶

۲-۵- جنبه های عمومی زمین شیمی ایزوتوپ های پایدار ۱۴۷

۳-۵- عوامل موثر در تفکیک ایزوتوپی عناصر ۱۴۷

۱-۳-۵- واکنش های تبادل ایزوتوپی ۱۴۸

- ۱۴۸-۲-۳-۵- فرآیندهای سینتیکی ۱۴۸
- ۱۴۸-۳-۳-۵- فرآیندهای فیزیکوشیمیائی ۱۴۸
- ۱۴۸-۴-۵- اندازه گیری تفکیک ایزوتوپی ۱۴۸
- ۱۴۹-۵-۵- بررسی تاثیر فرایند دگرگونی بر روی تغییرهای ایزوتوپی عناصر ۱۴۹
- ۱۵۳-۶-۵- ویژگی های ایزوتوپی مس، اکسیژن و هیدروژن ۱۵۳
- ۱۵۴-۷-۵- تفکیک ایزوتوپی مس و عوامل موثر در آن ۱۵۴
- ۱۵۵-۸-۵- بررسی فرایند آبشویی و شرایط تشکیل مالاکیت در کانسار جیان ۱۵۵
- ۱۵۹-۹-۵- زمین شیمی ایزوتوپ های پایدار در کانسار مس جیان ۱۵۹
- ۱۶۱-۱۰-۵- مدلی تغییرات ایزوتوپی در ذخایر مس ۱۶۱
- ۱۶۳-۱۱-۵- پتانسیل های اکتشافی ایزوتوپ های مس ۱۶۳
- ۱۶۳-۱۲-۵- بررسی تغییرات ایزوتوپ های مس در کانسار مس جیان ۱۶۳
- ۱۶۶-۱۳-۵- انواع سیال های گرمابی موثر در کانه زایی، از نظر ایزوتوپی ۱۶۶
- ۱۶۶-۱-۱۳-۵- آب های دگرگونی ۱۶۶
- ۱۶۷-۲-۱۳-۵- آب های ماگمائی ۱۶۷
- ۱۶۷-۳-۱۳-۵- آب های جوی ۱۶۷
- ۱۶۸-۴-۱۳-۵- آب های فسیل ۱۶۸
- ۱۶۸-۱۴-۵- بررسی تغییرات ایزوتوپی اکسیژن در کانسار مس جیان ۱۶۸
- ۱۶۹-۱۵-۵- بررسی تغییرات ایزوتوپی هیدروژن در کانسار مس جیان ۱۶۹
- ۱۷۰-۱۶-۵- دماسنجی و تعیین خاستگاه سیال های کانه زا در کانسار جیان ۱۷۰
- ۱۷۲-۱۷-۵- تعیین رخساره دگرگونی مرتبط با کانه زایی در کانسار مس جیان ۱۷۲

۱۷۳ فصل ششم..... ۱۷۳

۱۷۴ شواهد، نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۷۴

- ۱۷۴-۱-۶- مقدمه ۱۷۴
- ۱۷۴-۲-۶- شواهد و نتایج ۱۷۴
- ۱۷۵-۱-۲-۶- شواهد کانی شناختی ۱۷۵
- ۱۷۶-۲-۲-۶- شواهد میانبارهای سیال ۱۷۶
- ۱۷۷-۳-۲-۶- شواهد ایزوتوپ های پایدار ۱۷۷

۱۷۸..... ۳-۶- نحوه تشکیل ماده معدنی

۱۸۰..... ۴-۶- نتیجه گیری

۱۸۱..... ۵-۶- پیشنهادات

۱۸۱..... ۶-۶- کلیدهای اکتشافی

۱۸۲..... منابع و ماخذ

۱۸۲..... فارسی

۱۸۵..... انگلیسی

۱۹۶..... پیوست ها

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۷	جدول ۱-۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی مس
۷	جدول ۲-۱- کاربردهای مختلف مس
۱۲	جدول ۳-۱- کشورهای عمده دارنده ذخایر مس- داده ها بر حسب میلیون تن
۱۳	جدول ۴-۱- تولید مس در جهان
۵۳	جدول ۱-۲- ویژگی های اصلی شهرستان بوانات
۶۹	جدول ۲-۲- توانایی عناصر ردیاب و معرف برای عنصر مس در محیط های مختلف
۱۳۵	جدول ۱-۴- نتایج ریزدماسنجی میانبارهای سیال رگه کوارتزی A، در کانسار جیان
۱۳۵	جدول ۲-۴- نتایج ریزدماسنجی میانبارهای سیال رگه کوارتزی B، در کانسار جیان
	جدول ۱-۵- تغییر نسبت های ایزوتوپی کانی های ثانویه مس (مالاکیت) در کانسار مس جیان (بوانات)
۱۶۱	جدول ۲-۵- تغییرات ترکیب ایزوتوپی اکسیژن (نمونه کوارتز) و هیدروژن (میانبار سیال) رگه های کوارتز (نوع A و B) در کانسار مس جیان

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۹.....	شکل ۱-۱- نمایش محدوده پایداری ترکیبات مس در نمودار Eh-pH
۱۰.....	شکل ۱-۲- اکسیدهای آهن در سیستم های جهانی
۱۱.....	شکل ۱-۳- تغییر رنگ رودخانه بدلیل نهشت هیدروکسید آهن ناشی از زهکشی اسیدی معادن سولفیدی
۱۴.....	شکل ۱-۴- عرضه مس در کشورهای مختلف جهان در سال ۲۰۱۱
۲۰.....	شکل ۱-۵- ایالت های اصلی کانه زایی مس در ایران
۲۱.....	شکل ۱-۶- نقشه پراکندگی محیط های مناسب و پتانسیل دار مس ایران

صفحه	عنوان
۳۸.....	شکل ۲-۱- تغییر ضخامت پوسته در مناطق مختلف ایران
۳۹.....	شکل ۲-۲- تقسیم بندی پهنه های رسوبی-ساختاری ایران از نظر اِشتوکلین
۴۲.....	شکل ۲-۳- موقعیت زمین شناختی پهنه سنندج-سیرجان
۴۴.....	شکل ۲-۴- نقشه ساختاری ساده شده ایران با دو مقطع عرضی
۴۶.....	شکل ۲-۵- تقسیم بندی زون بُرشی- دگرگونی سنندج- سیرجان به دو بخش شمالی و جنوبی با ویژگی های هر بخش و محل قرار گیری منطقه مورد مطالعه در بخش جنوبی
۵۲.....	شکل ۲-۶- موقعیت جغرافیایی شهرستان بوانات در استان فارس
۵۷.....	شکل ۲-۷- نقشه موقعیت کانسار مس جیان و آثار معدنی مس در منطقه بوانات

شکل ۲-۸- واحدهای ساختاری منطقه بوانات و موقعیت کانسار جیان (بوانات) ۵۸

شکل ۲-۹- ستون چینه شناختی توالی سوریان و رخداد‌های مس واقع در آن ۶۱

شکل ۲-۱۰- نقشه زمین شناختی توالی سوریان (واحد ۱ تا ۴) در ناحیه توتک، در این ناحیه
 کانه زایی سولفیدی اغلب محدود به قسمت بالایی واحد ۲ توالی سوریان می باشد ۶۲

شکل ۲-۱۱- نقشه زمین شناختی توالی سوریان (واحد ۱ تا ۴) در منطقه سوریان. در این
 منطقه کانه زایی سولفیدی اغلب محدود به واحد ۴ توالی سوریان می باشد ۶۳

شکل ۲-۱۲- نقشه زمین شناختی کانسار مس جیان ۶۴

شکل ۲-۱۳- نقشه پراکندگی ذخایر مس در محدوده دهید-سوریان ۶۵

شکل ۲-۱۴- نقشه زمین شناسی ساده شده منطقه بوانات که نشاندهنده موقعیت کانسار مس
 جیان (بوانات) و سایر رخداد‌های مس در توالی آتشفشانی-رسوبی سوریان است ۶۶

شکل ۲-۱۵- غلظت روی، مس و آهن و pH آبهای زهکشی شده از زیر معادن مس ۷۰

شکل ۲-۱۶- نمایی ظاهری از دره بوانات جهت نمایش حرکت آب های زیرزمینی ۷۱

شکل ۲-۱۷- رابطه بی‌هنجاری آب های زیرزمینی با جریان آب های زیرزمینی که معرف بی-
 هنجاری هستند ۷۱

شکل ۲-۱۸- روش های تجزیه ای مناسب برای تجزیه عناصر مختلف ۷۵

شکل ۲-۱۹- قابلیت تحرک عناصر در محیط های اسیدی ۷۶

شکل ۲-۲۰- نیمرخ زمین شناختی کانسار مس جیان (شمال غرب- جنوب شرق) و محل
 قرارگیری رگه های کوارتزی کانه دار ۸۰

شکل ۲-۲۱- مدل سازی سه بعدی رگه های کوارتزی کانسنگ دار در کانسار مس جیان و
 بررسی تغییرهای درصد عیار مس در دو گمانه حفاری DH_{11} و DH_{12} ۸۱

صفحه

عنوان

شکل ۳-۱- میکاشیست متشکل از مسکویت-کوارتز-بیوتیت-کلریت و کانی های اپاک ۸۶

شکل ۳-۲- فابریک لپیدوبلاستیک و گرانوبلاستیک در میکا شیست ۸۷

شکل ۳-۳- رشد بلورهای پیریت در جهت بر گوارگی و بین نوارهای تشکیل دهنده بر گوارگی ۸۸

شکل ۳-۴- بلورهای خود شکل پیریت با اندازه های مختلف در نمونه دستی ۸۹

شکل ۳-۵- چین خوردگی شیست ها و رگه های سیلیسی کانه دار درون آنها در اثر دگرگونی
 بعدی ۸۹

- شکل ۳-۶- رخنمون گرافیت شیست و کلریت شیست ها در محدوده کانسار مس جیان ۹۱
- شکل ۳-۷- رگه کربناتی با ساخت پرشی و تهی از کانه زایی مس ۹۲
- شکل ۳-۸- پراکندگی کانی های اکسید آهن به همراه کربنات ها و سولفات های مس در زون گوسان ۹۳
- شکل ۳-۹- ساخت رگه ای (سیلیسی) در حفره گانسار که همراه با آنها کانه زایی سولفیدی مشاهده می شود ۹۵
- شکل ۳-۱۰- ماده معدنی تیپ توده ای در کانسار مس جیان ۹۶
- شکل ۳-۱۱- ماده معدنی تیپ افشان (همراه با کوارتز) در کانسار مس جیان ۹۷
- شکل ۳-۱۲- ماده معدنی تیپ رگه ای (همراه با کوارتز) در کانسار مس جیان ۹۸
- شکل ۳-۱۳- نمونه دستی رگه های کوارتزیت همزاد با کانه زایی ۹۹
- شکل ۳-۱۴- نمونه دستی رگه های کوارتزیت عقیم (فاقد کانه زایی) ۹۹
- شکل ۳-۱۵- کانی سوزنی شکل روتیل در رگه های کوارتزیت فاقد کانه زایی ۱۰۰
- شکل ۳-۱۶- بافت پورفیری (خودریخت)، بلورهای خود شکل پیریت در میکاشیست ۱۰۴
- شکل ۳-۱۷- بافت بیگانه ریخت (زنومورف) یا دگر ریخت (آلیوتریومورف)؛ بلورهای پیریت بصورت بی شکل در زمینه سیلیکاتی ۱۰۵
- شکل ۳-۱۸- بافت نواربندی پوسته ای که نشانگر توالی رخدادهای گوناگون (پاراژنزی) نهشته شدن است ۱۰۶
- شکل ۳-۱۹- بافت نیمه خود ریخت (هیپ ایدیومورف)، بلورهای پیریت بصورت نیمه شکل دار در زمینه سیلیکاتی ۱۰۶
- شکل ۳-۲۰- درهم رشدی کانی های مس (پیریت-کلکوپیریت-اسفالریت) ۱۰۷
- شکل ۳-۲۱- الف؛ بافت پرشی، بلورهای خرد شده پیریت در زمینه سیلیکاتی-نور عبوری (4X) ب؛ پرشدگی شکستگی پیریت بوسیله کلکوپیریت، خاص ذخایر سولفیدی دگرگون شده (10x) ۱۰۸
- شکل ۳-۲۲- بافت پیوستگاه سه گانه بین بلورهای پیریت ۱۰۹
- شکل ۳-۲۳- بافت خال خال (پویی کلیتیک)، رشد گالن در بلور خود شکل پیریت ۱۱۰
- شکل ۳-۲۴- رورشدی پیریت بر روی پیریت ۱۱۱
- شکل ۳-۲۵- بافت جانشینی رگه ای و شکافی، جانشینی کلکوپیریت درون درزها و شکستگی های پیریت ۱۱۲

شکل ۳-۲۶- بافت باقیمانده، بلور خودشکل و اولیه پیریت توسط کانی های سیلیکاتی دانه درشت با بافت گرانولار پرشده است (10x)..... ۱۱۳

شکل ۳-۲۷- بافت رگچه ای در کانسار مس جیان ۱۱۳

شکل ۳-۲۸- الف؛ بلورهای شکل دار پیریت-نسل اول (4x) ب: بلورهای خود شکل پیریت-نسل دوم (10x) ۱۱۴

شکل ۳-۲۹- الف؛ بافت جریان کلوپیریت در بین پیریت (10x) ب؛ کلوپیریت لایه ای (40x) ۱۱۵

شکل ۳-۳۰- الف؛ میانبار گالن در پیریت (10x) ب؛ پرشدگی شکستگی های کوارتز بوسیله گالن (40x) ۱۱۶

شکل ۳-۳۱- اسفالریت بی شکل در کلوپیریت (40x) ۱۱۷

شکل ۳-۳۲- الف؛ کانی بی شکل پیروتیت در زمینه کلوپیریت ب؛ درشت بلورهای منفرد پیروتیت با بافت توده ای و همرفشی آن با اسفالریت، کلوپیریت و پیریت ۱۱۸

شکل ۳-۳۳- نمونه دستی مالاکیت و اکسیدهای آهن زون گوسان در کانسار مس جیان... ۱۱۹

شکل ۳-۳۴- مس آزاد یا طبیعی به همراه اسفالریت و کلوپیریت (40x) ۱۱۹

شکل ۳-۳۵- هماتیت، کلوپیریت و پیریت (10x)..... ۱۲۰

صفحه

عنوان

شکل ۴-۱- A: کوارتز همزاد با کانه زایی (نوع A) B: کوارتز سترون و فاقد کانه زایی (نوع B). ۱۲۸

شکل ۴-۲- تقسیم بندی اجزای مختلف میانبارهای سیال (Alfons et al. 2012) که در آن انواع موجود در رگه های کوارتز کانسار مس جیان نشان داده شده است..... ۱۲۹

شکل ۴-۳- تصاویر میکروسکوپی میانبارهای سیال در رگه های کوارتز کانسار مس جیان A: میانبار های سیال اولیه سه فازی B: میانبار های سیال اولیه دو فازی C: میانبارهای سیال ثانویه دروغین D: پدیده گردن یافتگی در میانبار های سیال؛ (L: مایع ، V: بخار) ۱۳۱

شکل ۴-۴- نمودارهای نمایش دمای همگن شدگی (Th) و شوری (Sal) میانبارهای سیال نوع A ۱۳۳

شکل ۴-۵- نمودارهای نمایش دمای همگن شدگی (Th) و شوری (Sal) میانبارهای سیال نوع B ۱۳۴

- شکل ۴-۶- عمق به دام افتادن میانبارهای سیال در کانسار مس جیان بر اساس نمودار Hass,1971 ۱۳۶
- شکل ۴-۷- نمودار تعیین چگالی برای میانبارهای مایع فاز بخار. ۱۳۷
- شکل ۴-۸- نمودار تعیین شیب زمین گرمایی بر اساس ترسیم فشار در برابر درجه حرارت تشکیل سیال (Alfons et al. 2012) ۱۳۸
- شکل ۴-۹- نمودار شوری در مقابل دمای همگن شدگی میانبارهای سیال و قرار گیری نمونه های این پژوهش در محدوده ذخایر میانه دما و سطح دما. نمودار اقتباس شده از (Wilkinson, 2001) ۱۳۹
- شکل ۴-۱۰- نمودار همگن شدگی در برابر شوری که بیانگر تاثیر فرایندهای جوشش و رقیق شدگی در تشکیل رگه های کوارتز همراه با کانه زایی در کانسار جیان است (Wilkinson, 2001) ۱۴۱
- شکل ۴-۱۱- نمودار شوری در مقابل دمای همگن شدگی برای تعیین خاستگاه سیال های گرمایی (Kesler, 2005) ۱۴۴

صفحه

عنوان

- شکل ۵-۱- محدوده پایداری اکسیدها و سولفیدهای مس (De Putter et al., 2010) ۱۵۶
- شکل ۵-۲- نمودار Eh-pH که نشان دهنده محدوده پایداری مالاکیت و سایر کانی های مس بصورت تابعی از فشار CO₂ و غلظت SO_{3aq} در آب های زیرزمینی و جوی است (De Putter et al., 2010) ۱۵۹
- شکل ۵-۳- الف- نمونه کانی های مس زون اکسیدی آبشویی در کانسار مس جیان، حاوی مالاکیت و کوارتز. ب- نمونه کوارتزهای کانه دار (نسل اول)، همزمان با کانه زایی و کوارتزهای فاقد کانه (نسل دوم) ۱۶۰
- شکل ۵-۴- مدل تفکیک ایزوتوپی مس طی اکسایش کلکوپیریت ۱۶۲
- شکل ۵-۵- مدل دیگری از فرایند فروشست و ارتباط آن با آب های سطحی ۱۶۲
- شکل ۵-۶- مقایسه تغییرات ترکیب ایزوتوپی مس در مالاکیت کانسار مس جیان (زون اکسیدی آبشویی) با کانسار مس-نقره Dikulushi در کنگو (زون سطحی زاد) ۱۶۴
- شکل ۵-۷- تغییرات کلی نسبت ایزوتوپ های مس در ذخایر مختلف پورفیری ۱۶۵
- شکل ۵-۸- تغییرات ایزوتوپی کانی های مس نسبت به عمق در کانسار مس جیان ۱۶۶