

مقدمه‌ای بر
ژئوشیمی کانسارهای گرمابی

علی امیری
دانشگاه آزاد اسلامی واحد زرنج کرمان

امیری، علی، ۱۳۴۶.

مقدمه‌ای بر ژئوشیمی کانسارهای گرمابی / علی امیری. - اصفهان:

نقش‌نگین، ۱۳۹۴.

ISBN: 978-600-329-106-5

۳۸۸ ص.

فهرست نویسی براساس اطلاعات فیبا.

موضوع: ۱. کانسارهای گرمابی. ۲. ژئوشیمی - - زیست محیطی.

۵۵۳/۱

QE۳۹۰/الف۷م۷ ۱۳۹۴

۳۹۸۵۳۸۲

کتابخانه ملی ایران



مقدمه‌ای بر ژئوشیمی کانسارهای گرمابی

علی امیری

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زرنند کرمان



ناشر: انتشارات نقش‌نگین

مدیر تولید: مهدی نقش

صفحه‌آرایی: مهدی نحوی

طرح جلد: رسول مهدی‌جباری

شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۴

چاپخانه: حافظ ۲

صحافی: سپاهان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۲۹-۱۰۶-۵

قیمت: ۲۹۵۰۰ تومان

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است

اصفهان / خیابان حکیم / ساختمان دقین / پلاک ۱۱۶

تلفن: ۰۹۳۹۲۲۳۱۶۱-۱۱ / ۰۹۳۹۲۲۳۱۶۱-۲۱

Email: Naghshnegin@gmail.com WWW.Naghshnegin.com

فهرست مطالب

دیباچه ۵

فصل اول: کلیات / ۱

۱-۱- مقدمه	۳
۱-۲- منشأ آب؛ آب دریا، آب‌های سطحی	۱۳
۱-۳- آب دریا	۱۶
۱-۴- آب‌های سطحی	۲۱
۱-۵- آب‌های زیرزمینی	۲۳
۱-۶- ساختار و ویژگی‌های آب؛ آب گیری و آبکافت	۲۶

فصل دوم: ویژگی‌های سیالات گرمایی / ۲۹

۲-۱- مقدمه	۳۱
۲-۲- انحلال پذیری و جوشش	۳۸
۲-۳- نام گذاری اسید - باز	۴۰
۲-۴- پتانسیل اکسایش و کاهش	۴۱
۲-۵- پتانسیل شیمیایی، فعالیت شیمیایی، فوگاسیته، فوگاسیته اکسیژن	۴۶
۲-۶- فعالیت	۴۷
۲-۷- سیالات درگیر	۴۹
۲-۸- جدایش مواد حل شده و فلزات از سیالات گرمایی	۵۶
۲-۹- نقش یون‌های کمپلکس و لیگاندها در سیالات گرمایی	۵۹
۲-۱۰- یون‌های کمپلکس در محلول‌های گرمایی	۶۲
۲-۱۱- ته نشست مواد حل شده و فلزات	۶۶

فصل سوم: مطالعات ایزوتوبی / ۶۹

۷۱	۱-۳- مقدمه
۷۱	۲-۳- ردیاب‌های ایزوتوبی
۷۲	۳-۳- ایزوتوپ‌های پایدار اکسیژن و هیدروژن
۷۹	۴-۳- سیستم ایزوتوبی گوگرد
۸۱	۵-۳- ایزوتوپ‌های کربن
۸۲	۶-۳- ایزوتوپ‌های سرب
۸۳	۷-۳- بر روی‌های ایزوتوبی گازهای نادر

فصل چهارم: دگرسانی کربابی / ۸۹

۹۱	۱-۴- مقدمه
۹۲	۲-۴- اجزاء اصلی یک سیستم کربابی
۹۶	۳-۴- رگه‌های کربابی
۹۹	۴-۴- خروج گاز از ماگما و سیستم‌های گره‌ی ماگمایی
۹۹	۵-۴- مدل بورنام
۱۰۲	۶-۴- مدل ویلیام- جونز و هینریش
۱۰۸	۷-۴- نقش مواد فرار در ماگماهای گرانیتی
۱۱۳	۸-۴- ماهیت دگرسانی کربابی
۱۱۵	۹-۴- متاسوماتیزم یون هیدروژن (دگرسانی هیدرولیتیک) و تبادل کاتیون بازی
۱۱۶	۱۰-۴- واکنش‌های مربوط به فلدسپارها و میکای پتاسیم دار
۱۲۰	۱۱-۴- سبک‌ها و انواع دگرسانی کربابی
۱۲۶	۱۲-۴- دگرسانی پتاسیک و پروپیلیتیک
۱۲۸	۱۳-۴- دگرسانی فیلیک (سرپنتینیک) و گرایزنی شدن
۱۳۰	۱۴-۴- دگرسانی آرزلیک
۱۳۳	۱۵-۴- متاسوماتیزم قلیایی وابسته به توده‌های نفوذی
۱۳۳	۱-۱۵-۴- متاسوماتیزم سدیک و آلپتیت‌ها
۱۳۴	۲-۱۵-۴- متاسوماتیزم پتاسیک و میکروکلینیت‌ها
۱۳۶	۱۶-۴- متاسوماتیزم قلیایی (فنیته‌ها) در کمپلکس‌های حلقوی غیرکوهزایی
۱۳۸	۱-۱۶-۴- فنیته‌ها

۱۴۱	۱۷-۴- دگرسانی در سیستم‌های پورفیری
۱۴۴	۱-۱۷-۴- مدل‌های لاول- گیلبرت و تنوره پرشی
۱۴۸	۲-۱۷-۴- مدل دیوریت
۱۴۹	۳-۱۷-۴- دگرسانی گرمابی در سیستم‌های مولبدن پورفیری نوع کلایمکس
۱۵۱	۱۸-۴- اسکارنها
۱۵۳	۱۹-۴- دگرسانی در سیستم‌های اپی ترمال
۱۵۷	۲۰-۴- دگرسانی گرمابی در سیستم‌های معدنی زیردریایی
۱۵۷	۱-۲۰-۴- دگرسانی گرمابی در سیستم‌های معدنی نوع کروکو
۱۶۰	۲-۲۰-۴- دگرسانی گرمابی پوسته اقیانوسی
۱۶۷	۲۱-۴- سایر انواع دگرسانی
۱۶۷	۱-۲۱-۴- تورمالینی شدن
۱۶۹	۲-۲۱-۴- سرپانتینی شدن و دگرسانی تالک- کربنات
۱۷۲	۳-۲۱-۴- هماتیستی شدن و دگرسانی آهن
۱۷۳	۴-۲۱-۴- کربناتی شدن و دولومیتی شدن
۱۷۶	۲۲-۴- دگرگونی سنگ‌هایی که قبلاً دگرسانی شده‌اند
۱۸۳	۲۳-۴- نشانه‌های ژئوشیمیایی و ردیاب‌های ایزوتوپی
۱۸۳	۱-۲۳-۴- ژئوشیمی
۱۸۶	۱-۱-۲۳-۴- تغییرات لیئوژئوشیمیایی
۱۸۹	۲-۱-۲۳-۴- عناصر کمیاب خاکی در فرایندهای گرمابی
۱۹۲	۲-۲۳-۴- ردیاب‌های ایزوتوپی
۱۹۶	۲۴-۴- تشخیص دگرسانی گرمابی از روی سنجش از دور

فصل پنجم: سیستم‌های معدنی وابسته به توده‌های نفوذی / ۲۰۱

۲۰۳	۱-۵- مقدمه
۲۰۵	۲-۵- کانسارهای گرمابی وابسته به ماگماتیزم گرانیته
۲۱۶	۳-۵- سیستم‌های معدنی گرایزنی
۲۳۰	۴-۵- کانسارهای طلای وابسته به توده‌های نفوذی و کانسارهای رگه ای چندفلزی
۲۳۲	۵-۵- کانسارهای رگه ای اورانیم دار
۲۳۴	۶-۵- سیستم‌های گرمابی همراه با ماگماتیزم قلیایی و کمپلکس‌های حلقوی غیر کوهزایی

۲۴۲	۵-۷- کانسارهای اکسید آهن - مس - طلا - عناصر کمیاب خاکی - اورانیم
۲۵۲	۵-۸- تفسیرهای پایانی

فصل ششم: کانسارهای پورفیری / ۲۵۵

۲۵۷	۶-۱- مقدمه
۲۵۷	۶-۲- توزیع جغرافیایی و اهمیت اقتصادی
۲۵۹	۶-۳- عبار و تناژ
۲۶۱	۶-۴- ویژگی‌های زمین شناسی عمومی
۲۷۹	۶-۵- سازه‌های همراه و سبک‌های دگرسانی و کانه زایی
۲۸۶	۶-۶- مدل های ژئوشیمی کانسارهای پورفیری
۲۹۲	۶-۷- منشأ فلزات و فلزات کانسارهای پورفیری
۲۹۳	۶-۸- روش‌های اکتشاف
۲۹۳	۶-۸-۱- روش‌های زمین شناختی
۲۹۴	۶-۸-۲- روش‌های ژئوشیمیایی و ژئوفیزیک
۲۹۵	۶-۹- کانسارهای پورفیری ایران

فصل هفتم: کانسارهای اسکارنی / ۳۱۷

۳۱۹	۷-۱- مقدمه
۳۱۹	۷-۲- معرفی کانسارهای اسکارنی و مروری بر ژئوشیمی آن‌ها
۳۱۵	۷-۳- اسکارن‌های مس
۳۱۷	۷-۴- اسکارن‌های قلع- تنگستن و تنگستن
۳۲۰	۷-۵- اسکارن‌های طلا
۳۲۲	۷-۶- اسکارن‌های روی
۳۲۳	۷-۷- اسکارن‌های مولیبدن
۳۲۴	۷-۸- اسکارن‌های آهن

فصل هشتم: کانسارهای اُپی ترمال / ۳۲۹

۳۳۱	۸-۱- مقدمه
۳۳۴	۸-۲- سیستم‌های اُپی ترمال فسیل

- ۳۳۷ ۸-۲-۱- کانسارهای اپی ترمال سولفیداسیون پایین (LS)
- ۳۳۹ ۸-۲-۲- کانسارهای سولفیداسیون بالا (HS)
- ۳۴۰ ۸-۲-۳- سیستم‌های قلیایی
- ۳۴۲ ۸-۳-۳- سبک‌های کانی سازی اپی ترمال
- ۳۴۳ ۸-۳-۱- سبک چشمه‌های داغ
- ۳۴۴ ۸-۳-۲- سبک رگه باز و پرشیا
- ۳۴۴ ۸-۴- حمل طلا و نقره در سیالات گرمایی، جوشش و تشکیل کانسارهای اپی ترمال
- ۳۵۰ ۸-۵- ژئوشیمی این سبک‌های پایدار

دیباچه

به نام او که هستی نام از او یافت فلک جنبش، زمین آرام از او یافت

کانسارها را می‌تون در یک رده‌بندی کلی و بر مبنای تأثیر آب در تشکیل آن‌ها، به دو گروه عمده تقسیم نمود. گروهی که بدون دخالت یا تأثیر ناچیز آب و سیالات آبگون شکل می‌گیرند و عمدتاً در محیط‌های آذین به وجود می‌آیند و با نام کانسارهای ارتوماگمایی (ماگمایی راستین) شناخته می‌شوند. کانسارهای مهمی نظیر کرومیت مربوط به مجموعه‌های فراابازی در این دسته قرار دارند. گروه دوم که از نظر تنوع و فراوانی از گسترش بیشتری برخوردارند، کانسارهایی هستند که رای تشکیل آن‌ها، آب و سیالات آبگون نقش بسیار مهمی بر عهده دارند. این کانسارها را بر اساس شرایط تشکیل می‌توان به دو زیرمجموعه بزرگ شامل کانسارهای گرمابی و کانسارهای رسوبی تقسیم نمود. زیرگروه اول به وسیله آب و سیالات آبگون با دمای تقریبی ۵۰ تا بیش از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و زیرگروه دوم در شرایط محیط‌های رسوبی و در دامنه دمای کمتر از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به وجود می‌آیند. در کتاب حاضر زیرگروه کانسارهای گرمابی به صورت مقدماتی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. یادآوری این نکته لازم است که برخی از کانسارهای گرمابی در واقع حاصل تعامل سیالات گرمابی و شرایط رسوبگذاری و یا تحولات دیاژنتیک هستند. برای نمونه می‌توان به کانسارهای فلزات پایه با سنگ میزبان کربناته موسوم به کانسارهای نوع دره می‌سی‌سی‌پی و همچنین کانسارهای سولفید توده‌ای موجود در سنگ‌های آتشفشانی اشاره نمود. بر همین اساس در برخی از متون علمی این قبیل کانسارها را در دسته کانسارهای رسوبی مورد بررسی قرار می‌دهند و همین رویه در کتاب حاضر نیز رعایت شده است.

در این کتاب ابتدا در فصل نخست به کلیاتی در مورد آب و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن پرداخته شده و در مورد ژئوشیمی انواع آب‌ها و سیالات آبگون توضیحاتی ارائه شده است. در فصل دوم، به تفصیل در مورد سیالات گرمابی با رویکرد ژئوشیمیایی بحث شده و جزئیاتی از چگونگی ورود، حمل و ته‌نشست فلزات به وسیله این سیالات بررسی شده است. در فصل سوم مرور کوتاهی بر مطالعات ایزوتوپی کانسارهای گرمابی انجام شده و در مورد روش‌های بررسی بر روی ایزوتوپ‌های پایدار و ناپایدار توضیحاتی آورده شده است. دگرسانه گرمابی به عنوان یکی از مهم‌ترین نمودهای مرتبط با کانسارها گرمابی با جزئیات در فصل چهارم مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل‌های پنجم، ششم، هفتم و هشتم، به ترتیب در مورد کانسارهای وابسته به توده‌های نفوذی، کانسارهای پورفیری، کانسارهای اسکارنی و در نهایت کانسارهای اپی ترمال (به عنوان مهم‌ترین کانسارهای گرمابی) مطالبی ارائه شده است. در تمام این موارد، سعی شده است با تکیه بر منابع علمی جدید و معتبر، و در مواردی ارائه مثال‌هایی از کشور ایران موضوعات مرتبط با کانسارهای گرمابی، با رویکرد اکتشافی مورد بررسی قرار گیرد.

چنان‌که از نام کتاب نیز روشن است، این نوشتار به عنوان یک بررسی مقدماتی تدوین شده است و ورود به هر یک از بحث‌های این کتاب، خود می‌تواند موضوع چندین کتاب باشد. ضمن این‌که نگارش کتاب‌هایی با این موضوع محل جدای‌های زیادی در بین محققان مختلف بوده و خواهد بود. با عنایت به این موارد، این اثر به هیچ عنوان عاری از ایراد نیست و به‌طور قطع و یقین، محققان و اندیشمندان علاقه‌مند ممکن است در حین مطالعه این اثر به اشکالات زیادی برخورد نمایند که تقاضا دارد بر مؤلف این اثر انتقاد و خطاها و لغزش‌های احتمالی را گوشزد نمایند. در پایان از تمام کسانی که در تألیف این کتاب همکاری نموده‌اند، به‌ویژه همسر و فرزندان صبورم صمیمانه سپاس‌گزارم.

علی امیری

استادیار بخش زمین‌شناسی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد زرنند کرمان