



انتشارات، شماره ۴۵۳

اکتشاف ذخایر معدنی

مدلهای زمین شناسی، ژئوشیمی، ماهواره‌ای و ژئوفیزیکی

تالیف

دکتر محمد حسن کریم پور

مهندس آزاده ملک زاده

دکتر محمدرضا حیدریان

کریم پور، محمد حسن، ۱۳۳۰ -

اکتشاف ذخایر معدنی، مدلهای زمین شناسی، ژئوشیمی، ماهواره ای و ژئوفیزیکی / تألیف محمد حسن کریم پور، آزاده ملک زاده، محمد رضا حیدریان. - مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۴.
۶۳۴ ص: مصور. - (انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ شماره ۴۵۳)

ISBN: 964-386-110-4

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

۱. معدن و ذخایر معدنی - پی جویی. ۲. اکتشاف زیر زمینی. الف. ملک زاده، آزاده، ۱۳۵۸ - ، ب. حیدریان شهری، محمد رضا، ۱۳۲۹ - ، ج. دانشگاه فردوسی مشهد. د. عنوان.

۶۲۲/۱۳

۷ الف ۴ ک / ۲۷۰ / ۲۱

۸۴-۳۴۴۰۲ م

کتابخانه ملی ایران



انتشارات، شماره ۴۵۳

اکتشاف ذخایر معدنی

تألیف

دکتر محمد حسن کریم پور - مهندس آزاده ملک زاده، شقارودی

دکتر محمد رضا حیدریان

ویراستار علمی

دکتر سید احمد مظاهری - دکتر حسین صادقی

وزیری، ۶۳۴ صفحه، ۱۰۰۰ نسخه، چاپ چهارم، بهار ۱۳۹۱

امور قتی و چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

بها: ۸۸۰۰۰ ریال

فهرست

پیش گفتار

۱۳

۱. مدل‌های تکتونیکی و اکتشاف

۱۵

۱۵

۲۱

۲۱

۲۱

۲۲

۳۹

۴۵

۴۸

۴۹

۵۴

۵۴

۵۴

۶۰

۶۴

۶۷

۶۹

۷۱

۲. مدل‌های پترولوژیکی و اکتشاف

۷۳

۷۳

۷۳

۷۷

۹۵

۹۵	گرايتونيدها و ذخاير معدنی
۱۰۶	بگمانيها
۱۰۷	بگمانيها و ذخاير معدنی
۱۰۸	تعيين سری سنگهای آذرین
۱۱۴	تعيين موقعيت تکتونيکی بازالتها
۱۱۸	سريهای سنگهای آذرین آتشفشانی و ذخاير معدنی
۱۱۹	کانسارهای همراه با سنگهای مافیکي و اولترامافیکي
۱۲۰	کمپلکسهای اولترامافیکي و مافیکي لایه‌ای
۱۲۳	مواد معدنی همراه با افوليتها
۱۲۳	انواع ذخاير کروميت
۱۲۵	کانسارهای نیکل ماگمایی
۱۲۷	آئورتوزيتها
۱۲۸	آئورتوزيتها و مواد معدنی
۱۲۹	کربناتيتها
۱۲۹	کربناتيتها و ذخاير معدنی
۱۳۱	ذخاير همراه با سنگهای آذرین آلکان
۱۳۳	کمبرليتها و ذخاير معدنی
۱۳۵	لامپروئيتها و ذخاير معدنی
۱۳۵	انواع مهم دگرگونی
۱۳۶	دگرگونی ناحیه‌ای
۱۳۷	دگرگونی هنبری
۱۳۸	سنگهای دگرگونی و ذخاير معدنی
۱۴۰	سنگهای رسوبي و ذخاير معدنی
۱۴۱	الف- کانسارهای رسوبي شیمیایی
۱۴۱	کانسارهای آهن رسوبي
۱۴۴	کانسارهای منگنز رسوبي
۱۴۶	کانسارهای رسوبي فسفات‌دار
۱۴۸	ب- ذخاير رسوبي آواری
۱۴۸	پلاسرها
۱۵۳	پ- ذخاير رسوبي استراتی باند- استراتی فرم
۱۵۳	رده‌بندی کانسارهای سرب و روی در سنگهای رسوبي

۱۵۹	کانسارهای مس استراتی باند- استراتی فرم رسوبی
۱۶۱	ت- کانسارهای اورانیم
۱۶۴	ث- ذخایر رسوبی هوازده
۱۶۴	بوکسینها
۱۶۷	لازیتهای نیکل دار
۱۶۹	کانسارهای غیرفلزی در سنگهای رسوبی
۱۶۹	مثالهایی از مدل‌های پتروژنیک و کانی‌سازی در ایران
۱۶۹	گراتیونیدهای A مرتبط با زون فروروانش حاشیه قاره
۱۷۱	گراتیونید نوع S در زون برخورد قاره
۱۷۲	سنگهای آذرین مافیک آلکان محیط رشت درون قاره
۱۷۳	افیولیتها
۱۷۵	کمرند آتشفشانی- نفوذی خواب - کاشمر - بردسکن
۱۷۸	کانسارهای مرتبط با سنگهای دگرگونی
۱۷۸	کانی‌سازیهای اسکارن
۱۸۰	کانی‌سازیهای غیرفلزی مرتبط با فرآیندهای دگرگونی
۱۸۱	کانسارهای همراه با سنگهای رسوبی
۱۸۱	کانسارهای سرب + روی ± نقره ± باریم رسوبی
۱۸۳	کانسارهای اورانیم رسوبی
۱۸۴	کانسارهای فسفاته رسوبی
۱۸۴	کانسارهای بوکسیت
۱۸۴	کانسارهای بخیری

۳. مدل‌های آلتراسیونی و اکتشاف

۱۸۵	مقدمه
۱۸۷	آلتراسیون پتاسیک
۱۸۸	آلتراسیون سرمینیک
۱۸۹	آلتراسیون آرژلیک متوسط
۱۸۹	آلتراسیون آرژلیک پیشرفته
۱۸۹	آلتراسیون پروپلیک
۱۹۰	آلتراسیون کلرینی
۱۹۰	آلتراسیون کربناتی

۱۹۱	آلتراسیون سیلیسی
۱۹۱	آلتراسیون آلومینی
۱۹۱	آلتراسیون گرازن
۱۹۲	آلتراسیون آلینی
۱۹۲	آلتراسیون ژئولیتی
۱۹۲	آلتراسیون فیتیکی
۱۹۲	آلتراسیون سرباتی شدن
۱۹۳	اسکارنی شدن
۱۹۳	مدلهای آلتراسیون کانسارهای ماگمایی و گرمایی
۱۹۳	کانسارهای پورفیری
۲۰۵	کانسارهای ماسیو سولفید
۲۱۶	کانسارهای ایی ترمال
۲۲۵	کانسارهای Fe-Oxides
۲۲۷	ذخایر اسکارن
۲۳۶	مثالهایی از مدلهای آلتراسیونی و کانی سازی در ایران
۲۳۶	پتانسیل کانی سازی مس نوع پورفیری و طلا در محدوده تربت حیدریه تا کاشمر، استان خراسان رضوی
۲۳۸	اکتشاف طلای ایی ترمال در ایران

۴. سامانه اطلاعات جغرافیایی و پردازش داده‌های ماهواره‌ای و اکتشاف

۲۴۱	مقدمه
۲۴۱	تعریف GIS
۲۴۵	انتخاب مناطق مناسب برای اکتشاف مواد معدنی
۲۴۶	انتخاب مناطق مناسب برای اکتشاف مس پورفیری
۲۴۹	سنجش از دور (R.S)
۲۵۴	طیفهای جذب و انعکاس کانیها و سنگها و کاربرد آنها در اکتشاف کانسارها و زمین شناسی
۲۶۱	باند های مناسب جهت شناسایی کانیها با استفاده از سنجنده ETM+۷
۲۶۲	باند های مناسب جهت شناسایی کانیها با استفاده از ماهواره آستر
۲۶۳	روشهای شناسایی کانیها با ماهواره آستر
۲۶۴	تکنیکها و روشهای پردازش در سنجنده ETM+۷
۲۶۴	پردازش

۲۷۰	نتایج حاصل از پردازش
۲۷۱	پردازش اطلاعات ماهواره‌ای و دو مثال از ایران
۲۷۱	منطقه کوه ممزار - کوه پنج، استان کرمان
۲۷۵	منطقه گزیک، استان خراسان جنوبی

۵. مدل‌های ژئوشیمیایی و اکتشاف

۲۷۷	مقدمه
۲۷۹	بررسی عوامل مؤثر در پایداری کمپلکسها
۲۹۰	مدل‌های ژئوشیمیایی ذخایر معدنی
۲۹۰	کانسارهای پورفیری
۲۹۷	کانسارهای ماسیوسولفید
۳۰۰	کانسارهای اپی ترمال
۳۰۶	کانسارهای رسوبی
۳۰۸	مثالهایی از مدل‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سازی در ایران
۳۰۸	منطقه شمال گسل درونه، استان خراسان رضوی
۳۱۰	منطقه شمال غرب بردسکن، استان خراسان رضوی
۳۱۰	اکتشاف ذخایر طلای اپی ترمال در ایران

۶. مدل‌های ژئوفیزیکی و اکتشاف

۳۱۳	مقدمه
۳۱۴	روش مغناطیسی سنجی
۳۲۴	گرانی سنجی
۳۳۱	روشهای ژئوالکتریکی
۳۳۱	روش مقاومت سنجی
۳۳۴	روش پلاریزاسیون القایی با IP
۳۳۷	روش پتانسیل خودزا
۳۳۹	روش الکترومغناطیس
۳۴۰	روش فرکانس خیلی پایین
۳۴۱	اکتشاف کانسارها و روشهای ژئوفیزیکی
۳۴۱	کانسارهای پورفیری
۳۴۱	مثالی از کانسارهای مس پورفیری

۳۴۱	کانسارهای مس پورفیری در منطقه سرچشمه، کرمان، ایران
۳۴۵	کانسار کادباریجی، استرالیا
۳۴۶	کانسارهای ماسیوسولفید
۳۴۷	مثالهایی از کانسار ماسیوسولفید
۳۴۷	معدن ماسیوسولفید هاجر، مراکش
۳۴۸	کانسار ماسیوسولفید هرکولس، استرالیا
۳۴۹	معدن ماسیوسولفید تکسار، ایران
۳۵۶	کانسارهای طلا
۳۵۹	مثالی از کانسارهای طلای ایترومال
۳۵۹	کانسار طلای ایترومال هیشی کاری، کاگویشمای ژاپن
۳۶۰	کانسارهای نوع Fe-Oxides
۳۶۲	مثالی از کانسارهای نوع Fe-Oxides
۳۶۲	کانسار ارنست هنری، کوئزلند
۳۶۷	کانسار المیک دم، استرالیا
۳۶۷	کانسارهای اسکارن
۳۶۸	مثالی از کانسارهای اسکارن
۳۶۸	معدن اسکارن مس خوت، یزد، ایران
۳۶۹	کانسارهای کرومیت
۳۷۰	مثالی از کانسار کرومیت
۳۷۰	ناحیه معدنی کاماگویی، کوبا
۳۷۰	معدن کرومیت فاریاب، ایران
۳۷۰	کیمرلینها
۳۷۳	کانسارهای اورانیم
۳۷۳	مثالی از کانسارهای اورانیم
۳۷۳	اکتشاف اوراتیدوم نوع دگرشیبی در منطقه آرن هم لند، استرالیا
۳۷۶	کانسار کینگ ریور، شمال غرب آرن هم لند، استرالیا
۳۷۶	کانسارهای استراتی باند - استراتی فرم روسی
۳۷۶	کانسارهای سرب و روی نوع سدکس
۳۷۷	مثالی از کانسارهای نوع سدکس
۳۷۷	کانسارهای ناحیه بروکن هیل، استرالیا
۳۷۸	کانسارهای سرب و روی با سنگ میزبان کربناته

۳۷۸	مثالی از کانسارهای سرب و روی با سنگ میزبان کریاته
۳۷۸	معادن سرب و روی ایران کوه (شاه کوه سابق)، اصفهان، ایران
۳۷۹	کانسارهای مس استراتی باند- استراتی فرم
۳۸۰	مثالی از کانسارهای مس استراتی باند- استراتی فرم
۳۸۰	کانسار مونت ایسا، شمال غرب کوئیز لند، استرالیا

۷. انتخاب محیط‌های مناسب برای اکتشاف ذخایر معدنی

۳۸۳	مقدمه
۳۸۳	کانسارهای مس
۳۸۵	کانسارهای مولیبدن
۳۹۴	کانسارهای فلز
۳۹۸	کانسارهای تنگستن
۴۰۴	کانسارهای طلا
۴۰۷	کانسارهای سرب و روی
۴۱۴	کانسارهای آهن
۴۱۹	کانسارهای نیکل
۴۲۶	کانسارهای عناصر کمیاب
۴۳۱	کانسارهای کرومیت
۴۳۳	کانسارهای عناصر خانواده پلاتین (PGE)
۴۳۷	کانسارهای اورانیم
۴۳۹	کانسارهای منگنز
۴۴۴	کانسارهای فسفات
۴۴۷	کانسارهای آلومینیم
۴۵۰	معادن بنتونیت
۴۵۳	معادن سرپانتین
۴۵۵	معادن تالک
۴۵۷	کانسارهای کانولن هیدروترمالی
۴۵۹	کانسارهای تبخیری

۸. پروژه‌های اکتشافی

۴۶۵	مقدمه
۴۶۵	

۴۷۵	عملیات اکتشافی برای کانسار مس پورفیری
۴۷۸	عملیات اکتشافی برای کانسار مس رگه‌ای
۴۸۱	عملیات اکتشافی برای کانسار طلای رگه‌ای
۴۸۴	عملیات اکتشافی برای کانسار سرب و روی رگه‌ای
۴۸۷	عملیات اکتشافی برای کانسارهای کاتولین و خاک صنعتی
۴۸۹	عملیات اکتشافی برای کانسارهای بنتونیت
۴۹۱	عملیات اکتشافی برای کانسارهای مگنیزیت رگه‌ای
۴۹۵	مآلهایی از اجرای پروژه‌های اکتشافی در ایران
۴۹۵	منطقه نئورجه، شمال شهرستان کاشمر، استان خراسان رضوی
۵۲۲	کانی‌سازی آنتیموان چپو، شمال کاشمر، استان خراسان رضوی
۵۵۴	منطقه سرسیدال، شمال شرقی کاشمر، استان خراسان رضوی
۵۷۴	بودجه‌های اکتشافی

۵۸۹	واژه‌نامه
-----	-----------

۶۰۹	منابع و مأخذ
۶۰۹	الف- فارسی
۶۱۳	ب- انگلیسی

پیش‌گفتار

خداوند متعال را سپاس می‌گزاریم که این توفیق را به ما عطا فرمود تا چاپ کتاب اکتشاف ذخایر معدنی (مدلهای زمین‌شناسی، ژئوشیمی، ماهواره‌ای و ژئوفیزیکی) را ارائه نماییم. این کتاب برای دانش‌پژوهان رشته‌های زمین‌شناسی و معدن و نیز تمامی علاقه‌مندان به گنجینه‌های طبیعی و مواد معدنی تألیف شده است.

مواد معدنی اساس مستحکم و پایه استوار صنایع را در کشور تشکیل می‌دهند. سرزمین ایران با عنایت به قرارداداشتن در پنجره تکنوژیکی بالوتیس و ثنوتیس و فعالیت‌های ماگمایی، دگرگونی و محیط رسوبی مناسب از پتانسیل مواد معدنی فاری و غیر فلزی بسیار خوبی برخوردار است. ذخایر کشف شده و در حال بهره‌برداری در مقایسه با وسعت و پتانسیل ایران بسیار اندک است. بهره‌گیری از دانش نوین در اکتشاف ذخایر معدنی ضمن کاهش زمان و هزینه‌های اکتشاف درصد موفقیت را نیز افزایش می‌دهد. این کتاب براساس تهریات چندین ساله و با توجه به اهمیت استفاده از مدلهای مختلف که در اکتشاف ذخایر معدنی نقش بسیار مهم دارند، تألیف شده و دارای هشت فصل است.

فصل اول به تکنونیک صفحه‌ای و اکتشاف اختصاص دارد. جایگاه تکنونیک یکی از مهمترین و شاید اولین معیار برای پی‌جویی یک ماده معدنی و انتخاب مناطق مناسب برای اکتشاف در مقیاس جهانی و کشوری است. در فصل دوم مدلهای پترولوژیکی و کانی‌سازی بررسی شده است. پس از پیدا کردن محیط تکنونیک مناسب، باید به پترولوژی سنگهای منطقه توجه کرد. هر کانسار مدل پترولوژیکی خاص خود را دارد؛ مثلاً کانسارهای مس پورفیری با سنگهای مونزونیتی، مونزودوریتی و گرانودیوریتی کالک آلکالن کشف شده‌اند. ذخایر ارتوماگمایی (مثل کرومیت، مگنیت، ایلمنیت و عناصر گروه پلاتین) هم‌زمان با سیلیکانها و در دماهای بالا تشکیل شده و در سنگهایی مثل پریدوتیتها، پیروکسینتها و ... یافت می‌شوند. فصل سوم تا ششم به آلتراسیون، ماهواره و اکتشافات ژئوشیمیایی اختصاص دارد. آلتراسیون، ساده‌ترین، ارزان‌ترین و مناسب‌ترین وسیله در اکتشاف مواد معدنی است. ماهواره‌های لندست ۷ ETM+ و ASTER در اکتشاف

منابع معدنی بسیار مفید و موثر واقع شده‌اند. اکتشافات ژئوشیمیایی بخش مهمی از اکتشاف ذخایر معدنی را به خود اختصاص می‌دهد. عوامل موثر و علت تشکیل زون‌بندی ژئوشیمیایی در کانسارهای مختلف مورد بحث قرار گرفته و به طریق علمی این موضوع پاسخ داده شده است.

فصل ششم تا نهم به اکتشافات ژئوفیزیکی، مدلها و طرح اکتشاف پرداخته است. امروزه روشهای ژئوفیزیکی در اکتشاف مواد معدنی و انتخاب محلهای مناسب برای اکتشاف امری متداول به شمار می‌رود. روشهای ژئوفیزیکی، روشهای گران قیمتی هستند. در دو مرحله از اکتشاف مواد معدنی می‌توان از روشهای ژئوفیزیکی استفاده کرد: اول ژئوفیزیک هوایی که در مقیاس ناحیه‌ای استفاده می‌شود و دوم ژئوفیزیک زمینی که برای پیدا کردن محل دقیق ذخیره پنهان، شکل، گسترش و عمق از آن کمک گرفته می‌شود.

عملیات اکتشافی که برای ذخایر معدنی فلزی و غیرفلزی و رگه‌ای و پورفیری در مراحل اکتشاف مقدماتی، نیمه تفصیلی و تفصیلی پیش بینی می‌شود بسیار متفاوت هستند. چند مورد مهم در فصل هشتم بررسی شده‌اند.

بدون شک، نگارش این کتاب بدون یاری خانواده که با شکیبایی و بردباری مشکلات را تحمل نمودند، میسر نبود. بایسته است تشکر و قدردانی خود را به کمال تقدیمشان داریم. از آقای دکتر حجت ا...رنجبر که زحمت بررسی فصل مطالعات ماهواره‌ای را تقبل نمودند، از آقایان دکتر سید احمد مظاهری و دکتر حسن صادقی که ویراستاری علمی و آقای مصطفی کدکنی که ویراستاری ادبی این کتاب را انجام داده‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود. از خانم قوامی که در حروفچینی کتاب همکاری داشته‌اند سپاسگزاریم. از خوانندگان ارجمند درخواست می‌نمایم از پیشنهادها و دیدگاههای خویش ما را آگاه سازند تا در چاپهای بعدی در تکمیل آن بکوشیم.

محمدحسن کریم‌پور

آزاده سلک‌زاده شافروودی

محمد رضا حیدریان شهری

آذر ۱۳۸۴