

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف قلع

ضابطه شماره ۶۴۹

وزارت صنعت، معدن و تجارت
معاونت امور معادن و صنایع معدنی
دفتر نظارت و بهره‌برداری


www.mimt.gov.ir

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

امور نظام فنی و اجرایی

nezamfanni.ir



شماره:	۹۴/۲۹۸۲۲۴	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ:	۱۳۹۴/۱۰/۱۲	
موضوع: فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف قلع		
<p>به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷هـ- مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست ضابطه شماره ۶۴۹ امور نظام فنی و اجرایی، با عنوان «فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف قلع» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.</p> <p>رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۳۹۵/۰۴/۰۱ الزامی است.</p> <p>امور نظام فنی و اجرایی این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.</p>		
		

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی

مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
 - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
 - ۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
 - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علیشاه، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور،

امور نظام فنی و اجرایی، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

Email: info@nezamfanni.ir

nezamfanni.ir

پیشگفتار

نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷ هـ، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات وزیران) به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرح‌ها را مورد تاکید جدی قرار داده است و این امور به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و نظام فنی و اجرایی کشور وظیفه تهیه و تدوین ضوابط و معیارهای فنی طرح‌های توسعه‌ای کشور را به عهده دارد.

قلع به همراه مس، سرب و روی به دلیل موارد مصرف فراوان در تولید آلیاژهای گوناگون جزو فلزات پایه به حساب می‌آید. اگر چه تاکنون آثار قابل توجهی از قلع در ایران شناسایی نشده ولی موقعیت تکتونوماگمایی ایران و قرارگیری آن در یکی از بزرگترین ایالت‌های فلززایی جهان یعنی آلپ-همالیا و نیز گسترش کمان‌های ماگمایی مرکب فرورانش-برخوردی و توده‌های گرانیتوئیدی نوع S و I ایران را در قلمرو مناطق دارای پتانسیل احتمالی قلع نشان می‌دهد. در اکتشاف ذخایر قلع توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی، ماگماتیسم، ساختاری، کانی‌شناسی، محیط تکتونیکی و دگرسانی ضروری است و برای انجام مطالعات سیستماتیک اکتشافی استفاده از معیارها و راهنماهای اکتشافی زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و مطالعات دورسنجی توصیه می‌شود.

ضابطه حاضر با عنوان «**فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف قلع**» در چارچوب برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن تهیه شده است و کلیه اقدامات مرحله‌ای لازم از قبیل گردآوری اطلاعات، بررسی و مطالعات دفتری، برنامه‌ریزی، اجرای عملیات صحرایی و میدانی و ارائه گزارش و مستندات مربوط را در برمی‌گیرد. در این ضابطه سعی شده است کارآمدترین شیوه‌های اکتشاف در حد کاربردی معرفی شوند و تمرکز تهیه اطلاعات روی مواردی باشد که بتواند تصویر جامع از کمیت، کیفیت، محیط و شرایط جغرافیایی-اقتصادی کانسار را ارائه دهد. برنامه‌ریزی‌های اکتشافی به گونه‌ای تنظیم شده که در صورت اجرای آن‌ها ریسک عملیات اکتشافی کاهش یابد و معیارهای تصمیم‌گیری برای توقف یا ادامه عملیات اکتشافی به مراحل بعدی تعیین شود.

با همه‌ی تلاش انجام شده قطعاً هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که این‌شاء... کاربرد عملی و در سطح وسیع این ضابطه توسط مهندسان موجبات شناسایی و برطرف نمودن آن‌ها را فراهم خواهد نمود. در پایان، از تلاش و جدیت جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی و کارشناسان امور نظام فنی و اجرایی همچنین جناب آقای دکتر جعفر سرقینی مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی بخش معدن کشور در وزارت صنایع و معادن، کارشناسان دفتر نظارت و بهره‌برداری معادن و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این ضابطه، تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است شاهد توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

غلامرضا شافعی

معاون فنی و توسعه امور زیربنایی

دی ۱۳۹۴

مجری طرح

آقای جعفر سرقینی

معاون امور معادن و صنایع معدنی - وزارت صنایع و معادن

اعضای شورای عالی به ترتیب حروف الفبا

فرزانه آقا رمضانعلی	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور	کارشناس ارشد مهندسی صنایع
سیف ا... امیری	وزارت صنعت، معدن و تجارت	کارشناس ارشد مهندسی صنایع
بهروز برنا	سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور	کارشناس مهندسی معدن
محمد پریزادی	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور	کارشناس ارشد مهندسی معدن
عبدالعلی حقیقی	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور	کارشناس ارشد زمین‌شناسی
جعفر سرقینی	وزارت صنعت، معدن و تجارت	دکتری مهندسی فرآوری مواد معدنی
علیرضا غیاثوند	وزارت صنعت، معدن و تجارت	کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی
حسن مدنی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	کارشناس ارشد مهندسی معدن

اعضای کارگروه اکتشاف به ترتیب حروف الفبا

علی اصغرزاده	سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران	کارشناس ارشد مهندسی معدن
بهروز برنا	سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور	کارشناس مهندسی معدن
نعمت‌ا... رشیدنژادعمران	دانشگاه تربیت مدرس	دکترای پترولوژی
ناصر عابدیان	سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور	کارشناس ارشد مهندسی معدن
عبدالمجید یعقوب‌پور	دانشگاه تربیت معلم	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی

اعضای کارگروه تنظیم و تدوین به ترتیب حروف الفبا

آقای مهدی ایران‌نژاد	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی
بهرام رضایی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی
علیرضا غیاثوند	وزارت صنعت، معدن و تجارت	کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی
حسن مدنی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	کارشناس ارشد مهندسی معدن
بهزاد مهرابی	دانشگاه خوارزمی	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی

اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه

خانم فرزانه آقارضانعلی	رئیس گروه امور نظام فنی و اجرایی
آقای علیرضا غیاثوند	رئیس گروه ضوابط و معیارهای معاونت امور معادن و صنایع معدنی
آقای اسحق صفرزاده	کارشناس معدن امور نظام فنی و اجرایی

پیش‌نویس این گزارش توسط آقایان **دکتر مهرپرتو و مهندس باباخانی** تهیه شده و پس از بررسی و تایید توسط کمیته اکتشاف، به تصویب شورای عالی برنامه رسیده است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول - معیارها و راهنماهای اکتشافی
۳	۱-۱- آشنایی
۳	۱-۲- معیارها و راهنماهای زمین‌شناسی
۳	۱-۳- معیارها و راهنماهای ژئوشیمیایی
۴	۱-۴- معیارها و راهنماهای ژئوفیزیکی
۴	۱-۵- معیارها و راهنماهای دورسنجی
۴	۱-۶- کانسارهای قلع
۹	فصل دوم - فهرست خدمات مرحله شناسایی
۱۱	۱-۲- آشنایی
۱۱	۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها و انتخاب منطقه مناسب
۱۱	۲-۳- بررسی، پردازش و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی پایه
۱۲	۲-۴- بررسی صحرایی و نمونه‌برداری از محدوده‌های امیدبخش و معرفی و الویت‌بندی محدوده‌های مناسب برای ادامه عملیات اکتشافی
۱۲	۲-۵- ساختار گزارش نهایی مرحله شناسایی
۱۲	۲-۵-۱- چکیده
۱۳	۲-۵-۲- فهرست‌ها
۱۳	۲-۵-۳- مقدمه
۱۳	۲-۵-۴- اطلاعات کلی منطقه
۱۳	۲-۵-۵- زمین‌شناسی و متالورژی
۱۳	۲-۵-۶- مطالعات دورسنجی
۱۴	۲-۵-۷- مطالعات ژئوشیمیایی
۱۴	۲-۵-۸- مطالعات ژئوفیزیکی هوابردی
۱۴	۲-۵-۹- مطالعات تلفیقی
۱۵	۲-۵-۱۰- نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۵	۲-۵-۱۱- منابع مورد استفاده
۱۵	۲-۵-۱۲- پیوست‌ها
۱۷	فصل سوم - فهرست خدمات مرحله پی‌جویی
۱۹	۱-۳- مرحله شناسایی
۱۹	۲-۳- جمع‌آوری داده‌ها
۱۹	۳-۳- برنامه‌ریزی برای انجام عملیات مرحله پی‌جویی
۱۹	۴-۳- مطالعات زمین‌شناسی
۱۹	۳-۴-۱- عملیات صحرایی و برداشت زمین‌شناسی
۱۹	۳-۴-۲- بررسی و پیاده‌سازی اطلاعات
۲۰	۳-۵- مطالعات ژئوشیمیایی

۲۰	.....۳-۵-۱- طراحی شبکه اکتشافی
۲۰	.....۳-۵-۲- عملیات صحرایی
۲۰	.....۳-۵-۳- آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها
۲۰	.....۳-۵-۴- پردازش و تفسیر داده‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین
۲۱	.....۳-۵-۵- کنترل صحرایی
۲۱	.....۳-۶-۶- مطالعات ژئوفیزیک زمینی
۲۱	.....۳-۶-۱- روش مغناطیس‌سنجی و گرانی‌سنجی
۲۱	.....۳-۶-۲- روش پلاریزاسیون القایی و مقاومت‌سنجی
۲۱	.....۳-۷-۷- حفريات اکتشافی
۲۱	.....۳-۷-۱- ترانسه
۲۱	.....۳-۷-۲- چاهک
۲۲	.....۳-۷-۳- گمانه
۲۲	.....۳-۸-۸- آماده‌سازی نمونه‌ها و انجام آزمایش‌ها
۲۲	.....۳-۹-۹- تعبیر و تفسیر داده‌ها و اطلاعات
۲۲	.....۳-۱۰-۱۰- ساختار گزارش نهایی مرحله پی‌جویی
۲۲	.....۳-۱۰-۱- چکیده
۲۲	.....۳-۱۰-۲- فهرست‌ها
۲۳	.....۳-۱۰-۳- مقدمه
۲۳	.....۳-۱۰-۴- اطلاعات کلی منطقه
۲۳	.....۳-۱۰-۵- زمین‌شناسی
۲۳	.....۳-۱۰-۶- مطالعات ژئوشیمیایی
۲۳	.....۳-۱۰-۷- مطالعات ژئوفیزیکی
۲۴	.....۳-۱۰-۸- حفريات اکتشافی و نمونه‌برداری
۲۴	.....۳-۱۰-۹- استعداد کانه‌سازی
۲۴	.....۳-۱۰-۱۰- مشخصات کانی‌شناسی، ژئوشیمیایی و تکنولوژیکی ماده معدنی
۲۴	.....۳-۱۰-۱۱- ارزیابی عیار و ذخیره
۲۴	.....۳-۱۰-۱۲- مطالعات فرصت‌سنجی
۲۴	.....۳-۱۰-۱۳- مطالعات تلفیقی
۲۵	.....۳-۱۰-۱۴- نتیجه‌گیری و ارایه برنامه مرحله اکتشاف عمومی
۲۵	.....۳-۱۰-۱۵- فهرست منابع
۲۵	.....۳-۱۰-۱۶- پیوست‌ها
۲۷	فصل چهارم- فهرست خدمات مرحله اکتشاف عمومی
۲۹	.....۴-۱-۱- آشنایی
۲۹	.....۴-۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها
۲۹	.....۴-۳-۳- برنامه‌ریزی مطالعات اکتشاف عمومی
۲۹	.....۴-۴-۴- مطالعات زمین‌شناسی
۳۰	.....۴-۵-۵- مطالعات ژئوشیمیایی

۳۰	..... ۴-۶- مطالعات ژئوفیزیکی
۳۰	..... ۴-۷- حفريات اکتشافی
۳۰	..... ۴-۷-۱- ترانشه
۳۰	..... ۴-۷-۲- چاهک
۳۱	..... ۴-۷-۳- گمانه
۳۱	..... ۴-۸- آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها
۳۱	..... ۴-۹- مطالعات کانی‌شناسی
۳۱	..... ۴-۱۰- مطالعات مهندسی و ژئوتکنیکی
۳۱	..... ۴-۱۱- رده‌بندی و تخمین ذخیره
۳۲	..... ۴-۱۲- برداشت نمونه معرف و مطالعات فرآوری
۳۲	..... ۴-۱۳- مطالعات زیرساخت‌ها
۳۲	..... ۴-۱۴- مطالعات اقتصادی
۳۲	..... ۴-۱۵- تعبیر و تفسیر داده‌ها و اطلاعات
۳۲	..... ۴-۱۶- ساختار گزارش نهایی مرحله عمومی اکتشاف قلع
۳۲	..... ۴-۱۶-۱- چکیده
۳۲	..... ۴-۱۶-۲- فهرست‌ها
۳۳	..... ۴-۱۶-۳- مقدمه
۳۳	..... ۴-۱۶-۴- خلاصه عملیات انجام شده در مراحل شناسایی و پی‌جویی
۳۳	..... ۴-۱۶-۵- اطلاعات کلی منطقه
۳۳	..... ۴-۱۶-۶- وضعیت زمین‌شناسی محدوده معدنی
۳۳	..... ۴-۱۶-۷- مطالعات ژئوشیمیایی
۳۳	..... ۴-۱۶-۸- ژئوفیزیک
۳۴	..... ۴-۱۶-۹- حفريات اکتشافی و نمونه‌برداری‌ها
۳۴	..... ۴-۱۶-۱۰- ویژگی‌های زون معدنی
۳۴	..... ۴-۱۶-۱۱- تخمین ذخیره
۳۴	..... ۴-۱۶-۱۲- نتایج مطالعات مهندسی و ژئوتکنیکی
۳۴	..... ۴-۱۶-۱۳- نتایج مطالعات فرآوری
۳۵	..... ۴-۱۶-۱۴- نتایج مطالعات زیرساخت‌ها
۳۵	..... ۴-۱۶-۱۵- نتایج مطالعات اقتصادی
۳۵	..... ۴-۱۶-۱۶- پیش‌امکان‌سنجی
۳۵	..... ۴-۱۶-۱۷- مطالعات تلفیقی و نتیجه‌گیری
۳۵	..... ۴-۱۶-۱۸- ارایه برنامه مرحله اکتشاف تفصیلی
۳۵	..... ۴-۱۶-۱۹- فهرست منابع
۳۵	..... ۴-۱۶-۲۰- پیوست‌ها
۳۷	..... فصل پنجم- فهرست خدمات مرحله اکتشاف تفصیلی
۳۹	..... ۵-۱- آشنایی
۳۹	..... ۵-۲- جمع‌آوری داده‌ها

۳۹	.....۳-۵- برنامه‌ریزی برای انجام عملیات اکتشاف تفصیلی.....
۳۹	.....۴-۵- بررسی‌های زمین‌شناسی.....
۳۹	.....۵-۵- مطالعات ژئوفیزیکی.....
۴۰	.....۶-۵- حفريات اکتشافی.....
۴۰	.....۷-۵- آماده‌سازی و انجام مطالعات آزمایشگاهی.....
۴۰	.....۸-۵- مطالعات کانی‌شناسی.....
۴۰	.....۹-۵- مطالعات فرآوری.....
۴۱	.....۱۰-۵- مطالعات آب‌زمین‌شناسی.....
۴۱	.....۱۱-۵- مطالعات زیست‌محیطی.....
۴۱	.....۱۲-۵- تعبیر و تفسیر نتایج.....
۴۱	.....۱۳-۵- مطالعات امکان‌سنجی.....
۴۱	.....۱۴-۵- ساختار گزارش نهایی مرحله اکتشاف تفصیلی.....
۴۱	.....۱-۱۴-۵- چکیده.....
۴۲	.....۲-۱۴-۵- فهرست‌ها.....
۴۲	.....۳-۱۴-۵- مقدمه.....
۴۲	.....۴-۱۴-۵- خلاصه عملیات انجام شده در مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی.....
۴۲	.....۵-۱۴-۵- اطلاعات کلی منطقه.....
۴۲	.....۶-۱۴-۵- زمین‌شناسی.....
۴۲	.....۷-۱۴-۵- عملیات اکتشافی.....
۴۳	.....۸-۱۴-۵- برآورد ذخیره.....
۴۳	.....۹-۱۴-۵- مطالعات آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی.....
۴۳	.....۱۰-۱۴-۵- نتایج مطالعات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک.....
	.....۱۱-۱۴-۵- تکمیل و ارزیابی کلیه داده‌های مورد نیاز برای طراحی استخراجی و ارزیابی خلاصه نتایج طراحی پایه در صورت لزوم.....
۴۳	.....۱۲-۱۴-۵- نتایج مطالعات کانه‌آرایی.....
۴۴	.....۱۳-۱۴-۵- مطالعات زیست‌محیطی.....
۴۴	.....۱۴-۱۴-۵- نتایج مطالعات زیرساخت‌ها.....
۴۴	.....۱۵-۱۴-۵- ارزیابی خلاصه نتایج مطالعات امکان‌سنجی.....
۴۴	.....۱۶-۱۴-۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....
۴۴	.....۱۷-۱۴-۵- فهرست منابع.....
۴۴	.....۱۸-۱۴-۵- پیوست‌ها.....
۴۷	..... پیوست - ویژگی‌های انواع کانسارهای قلع
۴۹	.....پ-۱- آشنایی.....
۴۹	.....پ-۲- کانسارهای گرایزن قلع.....
۵۰	.....پ-۲-۱- راهنمای اکتشافی.....
۵۰	.....پ-۲-۲- عوامل اقتصادی.....
۵۰	.....پ-۳- کانسارهای رگه‌ای قلع.....

۵۱	.....پ-۳-۱- راهنمای اکتشافی
۵۱	.....پ-۳-۲- عوامل اقتصادی
۵۱	.....پ-۴- کانسارهای رگه‌ای قلع و نقره
۵۳	.....پ-۴-۱- راهنماهای اکتشافی
۵۳	.....پ-۴-۲- عوامل اقتصادی
۵۳	.....پ-۵- کانسارهای قلع پورفیری
۵۴	.....پ-۵-۱- مدل ژنتیکی
۵۴	.....پ-۵-۲- راهنماهای اکتشافی
۵۵	.....پ-۵-۳- عوامل اقتصادی
۵۵	.....پ-۶- کانسارهای اسکارن قلع
۵۶	.....پ-۶-۱- راهنماهای اکتشافی
۵۶	.....پ-۶-۲- عوامل اقتصادی
۵۶	.....پ-۷- کانسارهای قلع با سنگ میزبان ریولیتی
۵۷	.....پ-۷-۱- راهنمای اکتشافی
۵۷	.....پ-۷-۲- عوامل اقتصادی
۵۷	.....پ-۸- کانسارهای جانشینی قلع
۵۸	.....پ-۸-۱- راهنماهای اکتشافی
۵۹	.....پ-۸-۲- عوامل اقتصادی
۵۹	.....پ-۹- کانسارهای پلاسری قلع
۶۰	.....پ-۹-۱- راهنمای اکتشافی
۶۰	.....پ-۹-۲- عوامل اقتصادی

فصل ۱

معیارها و راهنماهای اکتشافی

۱-۱- آشنایی

قلع به همراه مس، سرب و روی به دلیل موارد مصرف گسترده در تولید آلیاژهای گوناگون جزو فلزات پایه هستند. اگر چه تاکنون آثار قابل توجهی از قلع در ایران شناسایی نشده است ولی موقعیت تکتونوماگمایی ایران و قرارگیری آن در یکی از بزرگترین ایالت‌های فلززایی جهان یعنی آلپ-هیمالیا و نیز گسترش کمان‌های ماگمایی مرکب برخوردی-فرورانش و توده‌های گرانیتویدی نوع S و I، ایران را در قلمرو مناطق دارای پتانسیل احتمالی قلع نشان می‌دهد. در اکتشاف ذخایر قلع توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی، ماگماتیسم، ساختاری، محیط تکتونوماگمایی، دگرسانی و لیتولوژی و ارتباط آن‌ها با کانی‌سازی از مبانی کلیدی محسوب می‌شود. برای اکتشاف سیستماتیک ذخایر قلع، معیارها و راهنماهای اکتشافی زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و دورسنجی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱-۲- معیارها و راهنماهای زمین‌شناسی

در اکتشاف ذخایر قلع یکی از اساسی‌ترین راهنماها بررسی‌های زمین‌شناسی است. این اطلاعات پایه به صورت نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس‌های متفاوت در مراحل مختلف عملیات اکتشافی تهیه و ارائه می‌شود. در مرحله شناسایی معمولاً از نقشه‌های کوچک مقیاس با پوشش سراسری (مقیاس‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵۰,۰۰۰) استفاده می‌شود و با پیشرفت عملیات، نقشه‌های بزرگ مقیاس (۱:۲۰۰۰) و یا حتی مقیاس بزرگتر) تهیه و مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به اهمیت معیارهای زمین‌شناسی در اکتشاف قلع، توجه به موقعیت کمان‌های ماگمایی حاشیه و داخل قاره‌ای، نوع و ماهیت توده‌های گرانیتی (نوع S و A)، دگرسانی‌ها، مرز این توده‌ها با واحدهای کربناته در برگرنده و شواهد اسکارن‌زایی، رگه‌های سیلیسی تورمالین‌دار وابسته به آن‌ها، توده‌های نیمه‌عمیق با ترکیب ریولیتی و دگرسانی‌های مربوطه، نکتونیک و سیستم‌های شکستگی کانی‌ساز، دایک‌های فلسیک و توده‌های نیمه‌عمیق پورفیری و دگرسانی‌های گرایزنی از معیارهای کلیدی محسوب می‌شوند.

توده‌های نفوذی قلع‌دار به طور معمول حاوی سیلیس بالا (۷۰ تا ۷۷ درصد)، CaO و MgO بسیار کم هستند. کانی اصلی آهن و منیزیم‌دار آن‌ها، بیوتیت آهن‌دار است. در این نفوذی‌ها نسبت‌های K/Rb خیلی کم (۳۵ تا ۱۵۰)، Mg/Li خیلی بالا، Zr/Sn خیلی پایین و $Fe/Li \times 1000$ پایین، نشانه بارور بودن توده است. نسبت Rb/Sr در گرانیت‌های قلع‌دار بین ۲ تا ۲/۵ است. از خصوصیت‌های دیگر گرانیت‌های بارور قلع، وجود مقدار زیاد F و H_2O در آن است. به این معنی که کانی‌های با عامل OH در آن‌ها زیاد است. وجود F و OH نشانه شرایط مناسب برای تشکیل کمپلکس $(F, OH)-Sn$ و در نتیجه غنی‌شدگی قلع است. علاوه بر این در گرانیت‌های قلع‌دار نسبت $Rb^2 \times Li / K \times Mg \times Sr$ بین ۱۰ تا 10^{-3} است.

۱-۳- معیارها و راهنماهای ژئوشیمیایی

بررسی‌های ژئوشیمیایی به روش‌های لیتوژئوشیمیایی، ژئوشیمی رسوبات آبراه‌ای و کانی سنگین از مهم‌ترین داده‌ها و راهنماها برای اکتشاف فلز قلع است. در اکتشاف ذخایر قلع بررسی‌های ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰,۰۰۰ و مطالعات کانی سنگین همراه با آن به عنوان اطلاعات پایه مورد استفاده قرار می‌گیرد. آنومالی عناصر Sn, W, F, Pb, Zn, Cu, Ag, B, Be و Li در پی‌جویی قلع بسیار کارآمد است و در مطالعات کانی سنگین نیز وجود کانه‌های کاسیتريت، ولفرامیت، شلیت، تورمالین، توپاز، فلورین، آرسنوپیریت، بریل، گالن،

اسفالریت، مولیبدنیت و بیسموتیت ردیاب‌های اکتشافی هستند.

۱-۴- معیارها و راهنماهای ژئوفیزیکی

اکتشاف قلع در مرحله شناسایی و پی‌جویی بر پایه مطالعات ژئوفیزیک هوابردی به روش‌های مغناطیس‌سنجی، الکترومغناطیسی، گرانی‌سنجی و رادیومتری انجام می‌گیرد. پایین بودن شدت مغناطیسی لوکوگرانیت‌ها و مشتقات آن‌ها، وجود عناصر رادیواکتیو نظیر اورانیم و توریم از ویژگی‌های شاخص شناسایی آن‌ها در مطالعات ژئوفیزیک هوابردی به روش‌های مغناطیس‌سنجی و رادیومتری است. در کانسارهای نوع اسکارن قلع، به دلیل شدت مغناطیسی بالا، روش مغناطیس‌سنجی و الکترومغناطیسی کاربرد گسترده‌ای دارد. این مطالعات در مقیاس‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰ با فواصل پروازی ۱,۰۰۰، ۵۰۰ و ۲۰۰ متر و سقف پروازی ۱,۰۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰ متر از سطح زمین متداول است. در اکتشاف مراحل عمومی و تفصیلی قلع، مطالعات ژئوفیزیکی زمینی به روش‌های مغناطیس‌سنجی و گرانی‌سنجی مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش مغناطیس‌سنجی در انواع اسکارن و رگه‌ای و گرانی‌سنجی در انواع پورفیری، رگه‌ای، گرایزن و ریولیتی موثر است.

۱-۵- معیارها و راهنماهای دورسنجی

مطالعات دورسنجی در اکتشاف قلع به ویژه در مراحل شناسایی و پی‌جویی کاربرد گسترده‌ای دارد. مطالعات ماهواره‌ای بر اساس داده‌های ماهواره‌ای TM، Aster، Spot و فراطیفی (هایپراسپکترال) برای شناسایی زون‌های دگرسانی، مشخص کردن ساختارهای خطی و حلقوی، واحدهای لیتولوژیکی در برگیرنده کانی‌سازی در اکتشاف قلع موثراند. از تلفیق داده‌های دورسنجی، ژئوفیزیک هوابردی و اطلاعات زمین‌شناسی در تعیین مناطق با پتانسیل کانی‌سازی استفاده می‌شود.

۱-۶- کانسارهای قلع

مهم‌ترین انواع کانسارهای قلع شامل کانسارهای تیپ گرایزنی، رگه‌ای، پورفیری، اسکارن، با سنگ میزبان ریولیتی، جانشینی و پلاسری است که ویژگی‌های اساسی آن‌ها در جداول ۱-۱ تا ۱-۷ ارائه شده است.

جدول ۱-۱- مشخصات عمومی کانسارهای قلع نوع گرایزن

ردیف	مشخصات	شرح
۱	نوع کانسارهای شناخته شده	آنکر ^۱ (استرالیا)، آلتن برگ ^۲ و ارتس‌گیبرگه (آلمان)، کیووک ^۳ (جمهوری چک)، کمپوبل شرقی ^۴ و نوواسکوتیا ^۵ (کانادا)
۲	سنگ میزبان	لوکوگرانیت‌های بیوتیت‌دار و یا مسکویت‌دار، گرانیته گرایزنی شده
۳	نوع کانه و باطله	کاسیتريت، مولیبدنیت، ولفرامیت، بیسموتیت، ارسنوپیریت و باطله‌ها کوارتز، فلورین، کلسیت، توپاز، تورمالین، بریل

- 1- Anchor
- 2- Altenberg
- 3- Cinovec
- 4- E.Kempville
- 5- Nova scotia

ادامه جدول ۱-۱ - مشخصات عمومی کانسارهای قلع نوع گرایزن

ردیف	مشخصات	شرح
۴	ساخت و بافت	پراکنده، رگچه‌ای و استوک‌ورک
۵	عناصر همراه	مولیبدن، تنگستن و بیسموت
۶	دگرسانی	گرایزنی شدن و تورمالینی شدن
۷	سن	عمدتاً مزوزوییک و ترشیر (ولی هر سنی ممکن است داشته باشد)
۸	جایگاه تکتونیکی	نواحی چین خورده سپرهای کراتونی پایدار و حاشیه‌های افزایشی
۹	محیط و شرایط تشکیل	در محیط‌های نیمه‌عمیق تا محیط آتشفشانی با ریشه عمیق و در مراحل انتهایی جایگیری توده‌های گرانیتویدی به ویژه در مراحل انتهایی فعالیت ماگمایی همراه با مذاب‌های تفکیک شده تاخیری
۱۰	شکل ذخیره	عدسی، توده‌ای، تنوره‌ای و برش‌های تکتونیکی
۱۱	عناصر و کانی‌های اقتصادی همراه	تنگستن و مولیبدن
۱۲	عیار حد اقتصادی	۰/۲ تا ۰/۳ درصد قلع در معادن روباز

جدول ۱-۲ - مشخصات عمومی کانسارهای قلع نوع رگه‌ای

ردیف	مشخصات	شرح
۱	کانسارهای شناخته شده تیب	کورنوال ^۱ (انگلستان)، هربرتون ^۲ و آبرفویل ^۳ (استرالیا)، کروپکا ^۴ (جمهوری چک)
۲	سنگ میزبان	گرانیتویدهای چند مرحله‌ای، توده‌های نفوذی لوکوگرانیتی میکادار (سنگ‌های توالی پلیتی هنوز در منطقه مشاهده می‌شوند)
۳	نوع کانه و باطله	کاسیتريت، ولفرامیت، مولیبدنیت، شلیت، ارسنوپیریت، استانیت، بریل، کالکوپیریت، گالن، اسفالریت و باطله‌ها کوارتز، بریل و اکسید آهن
۴	ساخت و بافت	نوارهای برشی شده و پرکننده فضای خالی
۵	عناصر همراه	تنگستن، نقره، مس، سرب، روی، مولیبدن، بیسموت و برلیم
۶	دگرسانی	سریسیتی شدن، تورمالینی شدن، کلریتی شدن و هماتیتی شدن
۷	سن	معمولاً پالئوزوییک و مزوزوییک (ولی هر سنی ممکن است داشته باشند)
۸	جایگاه تکتونیکی	نواحی چین خورده و حاشیه‌های افزایشی همراه با گرانیت‌های اواخر یا بعد از کوهزایی
۹	محیط و شرایط تشکیل	در سقف یا اطراف گنبد‌های گرانیتی و در ارتباط با فعالیت‌های هیدروترمالی این گنبد‌ها تشکیل می‌شوند.
۱۰	شکل ذخیره	رگه‌ای یا عدسی و شبکه رگچه‌ای
۱۱	عناصر و کانی‌های اقتصادی همراه	تنگستن، مس، نقره، مولیبدن و برلیم
۱۲	عیار حد اقتصادی	۰/۲ تا ۰/۳ درصد قلع در معادن روباز و بیشتر از ۰/۵ درصد در معادن زیرزمینی

- 1- Cornwall
- 2- Herberton
- 3- Aberfoyle
- 4- Krupka

جدول ۱-۳- مشخصات عمومی کانسارهای قلع نوع پورفیبری

ردیف	مشخصات	شرح
۱	کانسارهای شناخته شده تیپ	کورولک ^۱ ، کاتاوی ^۲ و لالاگونا ^۳ (بولیوی) و تارونگا ^۴ (استرالیا)
۲	سنگ میزبان	استوکهای کوارتز پورفیبری حد واسط تا اسیدی، سنگهای آذرآواری و گدازه‌های کالک‌آلکان همراه آن‌ها
۳	نوع کانه و باطله	کاسیتريت، پیریت، پیروتیت، استائیت، کالکوپیریت، اسفالریت، ارسنوپیریت، سولفواستائیت و کانی‌های نقره و باطله‌ها کانی‌های دگرسان شده توده پورفیبری، سیلیس و برش‌های هیدروترمالی سیلیسی
۴	ساخت و بافت	پراکنده، شبکه رگچه‌ای و برشی
۵	عناصر همراه	نقره، تنگستن، مس، سرب و روی
۶	دگرسانی	سریسیتی شدن، تورمالینی شدن، پروپیلینیک و آرژیلیک
۷	سن	هر سنی ممکن است داشته باشند ولی نوع تیپیک آن در بولیوی به سن میوسن است.
۸	جایگاه تکتونیکی	کمرندهای کوهزایی که به وسیله استوک‌های کم عمق و سنگ‌های آتشفشانی همراه در طی فرآیند فرورانش قطع شده‌اند.
۹	محیط و شرایط تشکیل	در مرکز توده‌های نفوذی کم عمق تا نیمه‌آتشفشانی با بافت پورفیبری همراه با نفوذهای چند مرحله‌ای تشکیل می‌شود.
۱۰	شکل ذخیره	مخروط واژگون، استوانه‌ای و یا به صورت نامنظم
۱۱	عناصر و کانی‌های اقتصادی همراه	نقره، مس، سرب و روی
۱۲	عبار حد اقتصادی	۰٫۲ تا ۰٫۳ درصد قلع در معادن روباز

جدول ۱-۴- مشخصات عمومی کانسارهای قلع نوع اسکارن

ردیف	مشخصات	شرح
۱	کانسارهای شناخته شده تیپ	لاسترور ^۵ (آمریکا) و موینا ^۶ (استرالیا)
۲	سنگ میزبان	اسکارن‌های مرتبط با گرانیت‌های لوکوکراتیک بیوتیت‌دار و یا مسکویت‌دار، دایک‌های فلسیک و سنگ‌های کربناته
۳	نوع کانه و باطله	کاسیتريت، شلیت، اسفالریت، کالکوپیریت، پیروتیت، منیتیت، پیریت و باطله‌ها فلورین، کربنات، ولاستونیت، گارت، دیوپسید و اپیدوت
۴	ساخت و بافت	نواری، پراکنده، شبکه رگچه‌ای و برشی
۵	عناصر همراه	تنگستن، مس، روی، سرب و نقره
۶	دگرسانی	گرایزنی شدن، اپیدوتیتی شدن و کلریتی شدن
۷	سن	معمولا مزوزوییک (ولی هر سنی ممکن است داشته باشند).
۸	جایگاه تکتونیکی	مرتبط با گرانیت‌های تاخیری تا بعد از کوهزایی در داخل توالی‌های ضخیم رسوبی حاشیه قاره‌ای، کافتی و یا کراتونی پایدار
۹	محیط و شرایط تشکیل	در اثر متاسوماتیزم ناشی از تماس توده‌های گرانیتی سری ایلمنیت با سنگ‌های کربناته در بخش‌های عمقی طی شرایط اکسیداسیون کاهنده تشکیل می‌شوند.

- 1- kirolak
- 2- Catavi
- 3- La Laguna
- 4- Taronga
- 5- Lost river
- 6- Moina

ادامه جدول ۱-۴ - مشخصات عمومی کانسارهای قلع نوع اسکارن

ردیف	مشخصات	شرح
۱۰	شکل ذخیره	لایه‌ای، عدسی، لوله‌ای و شبکه رگچه‌ای
۱۱	عناصر و کانی‌های اقتصادی همراه	تنگستن، مس، آهن، روی و بیسموت
۱۲	عیار حد اقتصادی	۰/۲ تا ۰/۳ درصد قلع در معادن روباز و بیش از ۰/۵ درصد در معادن زیرزمینی

جدول ۱-۵ - مشخصات عمومی کانسارهای قلع با سنگ میزبان ریولیتی

ردیف	مشخصات	شرح
۱	کانسارهای شناخته شده تیپ	آرگوزی لیلان ^۱ ، آمیگوس ^۲ و آدیروس ^۳ (مکزیک) و بلک‌رنج ^۴ (آمریکا)
۲	سنگ میزبان	ریولیت دارای آلکالی فلدسپار با سیلیس بیش از ۷۵ درصد
۳	نوع کانه و باطله	کاسیتريت، قلع چوبی و هماتیت، باطله‌های کریستوبالیت، سانیدین، فلورین، کلسدون، میمیتیت، آدولاریا و زئولیت‌ها
۴	ساخت و بافت	رگه‌های ناپیوسته، رگچه‌ای، پراکنده و برشی
۵	عناصر همراه	برلیم، لیتیم، آنتیموان، سرب، روی، بیسموت
۶	دگرسانی	معمولا فاقد دگرسانی و کم و بیش هماتیتی شدن
۷	سن	ترشیری (عمدتا الیگوسن و میوسن)
۸	جایگاه تکتونیکی	نواحی آتشفشانی سیلیسی در مناطق با پوسته قاره‌ای ضخیم
۹	محیط و شرایط تشکیل	در گنبد‌های جریان ریولیتی و سنگ‌های پیروکلاستیک وابسته به آن‌ها
۱۰	شکل ذخیره	رگه‌ای، رگچه‌ای، برشی یا پراکنده در زمینه جریان‌های ریولیتی
۱۱	عناصر و کانی‌های اقتصادی همراه	بریل
۱۲	عیار حد اقتصادی	۰/۲ تا ۰/۳ درصد قلع در معادن روباز

جدول ۱-۶ - مشخصات عمومی کانسارهای قلع نوع جانشینی

ردیف	مشخصات	شرح
۱	کانسارهای شناخته شده تیپ	رنیسون‌بل ^۵ ، کلیوند ^۶ و مونت‌بیشوف ^۷ (استرالیا) و چانگپوتانگ کنگ ^۸ (چین)
۲	سنگ میزبان	سنگ‌های کربناته آهکی و دولومیتی (در ارتباط با کمپلکس‌های گرانیتیویدی در اعماق)
۳	نوع کانه و باطله	کاسیتريت، پیروتیت، ارسنوپیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، گالن، استانتیت و تتراهدريت و باطله‌ها کلسیت، کوارتز و فلورین

- 1- Argosy lila
- 2- Amigos
- 3- Adiro
- 4- Black range
- 5- Renison bell
- 6- Cleveland
- 7- Mount bischoff
- 8- cheung tan kong

ادامه جدول ۱-۶- مشخصات عمومی کانسارهای قلع نوع جانشینی

ردیف	مشخصات	شرح
۴	ساخت و بافت	توده‌ای، شبکه رگچه‌ای و پراکنده
۵	عناصر همراه	مس، تنگستن، سرب و روی
۶	دگرسانی	گرایزی شدن در نزدیکی توده، سیدریتی شدن و تورمالینی شدن
۷	سن	عمدتاً پالئوزوییک و مزوزوییک (ولی ممکن است هر سنی داشته باشند)
۸	جایگاه تکتونیکی	در مناطق بعد از کوهزایی با پوسته کراتونی دارای سنگ‌های کربناته
۹	محیط و شرایط تشکیل	در اثر نفوذ توده‌های فلسیک ای‌زونال به داخل سنگ‌های کربناته و تشکیل قلع به صورت جانشینی در کربنات‌ها
۱۰	شکل ذخیره	لایه‌ای، عدسی، توده‌ای، رگه‌ای و شبکه رگچه‌ای
۱۱	عناصر و کانی‌های اقتصادی همراه	مس، تنگستن، سرب و روی
۱۲	عیار حد اقتصادی	۰/۲ تا ۰/۳ درصد قلع در معادن روباز و بیش از ۰/۵ درصد در معادن زیرزمینی

جدول ۱-۷- مشخصات عمومی کانسارهای قلع نوع پلاسر

ردیف	مشخصات	شرح
۱	کانسارهای شناخته شده تیپ	زون قلع آسیای جنوب شرقی که از چین در شمال آغاز و پس از عبور از تایلند، برمه و مالزی به جزایر اندونزی در جنوب ختم می‌شود.
۲	سنگ میزبان	ماسه‌های آبرفتی، شن و کنگلومرا مرتبط با سنگ‌های در بردارنده رگه‌های قلع
۳	نوع کانه و باطله	کاسیتريت، منیتیت، ایلمنیت، زیرکن، مونازیت و روتیل و باطله‌ها قطعات شن و قلوه سنگ با منشا گرانیتهای قلع‌دار، تورمالین، توپاز و گارنت
۴	ساخت و بافت	تخریبی و دانه‌ای
۵	عناصر همراه	تیتانم، زیرکنیم و عناصر خاک‌های نادر
۶	دگرسانی	-
۷	سن	معمولاً اواخر ترشیر تا کواترنری (ولی در زمان‌های قدیمی‌تر نیز ممکن است تشکیل شود).
۸	جایگاه تکتونیکی	نهشته‌های آبرفتی حاصل از فرسایش مناطق با پوسته افزایش یافته پالئوزوییک تا سنوزوییک یا در کمربندهای چین خورده کراتون‌های پایدار دارای نفوذی‌های گرانیتهای قلع‌دار
۹	محیط و شرایط تشکیل	آبرفت‌های رودخانه‌ای، پلاسرها دریاچه‌ای
۱۰	شکل ذخیره	به صورت پهنه‌ها یا کانال‌های پر شده بستر رودخانه یا افق‌های تخریبی قاعده‌ای
۱۱	عناصر و کانی‌های اقتصادی همراه	ایلمنیت، زیرکن و مونازیت
۱۲	عیار حد اقتصادی	۸۰ تا ۱۲۰ گرم در تن

فصل ۲

فهرست خدمات مرحله شناسایی

۲-۱- آشنایی

در این مرحله بررسی‌های اکتشافی به طور عمده بر اساس اطلاعات پایه، پردازش داده‌ها، تلفیق و مدلسازی داده‌ها در سیستم GIS، تعیین محدوده‌های امیدبخش معدنی و در نهایت بازدید صحرایی و نمونه‌برداری محدود از محدوده‌های امیدبخش انجام می‌گیرد. در خاتمه این مرحله مناطق امیدبخش معرفی و اولویت‌بندی می‌شوند. چک‌لیست مرحله شناسایی قلع در جدول ۲-۱ ارائه شده است.

۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها و انتخاب منطقه مناسب

در این مرحله بر پایه اطلاعات زمین‌شناسی و اکتشافی کوچک‌مقیاس نظیر نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰، نقشه‌های ژئوفیزیک هوابردی ۱:۱۰۰۰,۰۰۰ یا ۱:۲۵۰,۰۰۰، نقشه پراکندگی ذخایر معدنی در مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰ و سایر اطلاعات موجود، زون‌های متالوژنیکی مناسب برای اکتشاف قلع تعیین می‌شود. بر اساس نوع کانسار مورد نظر و اولویت‌بندی‌های انجام گرفته، مناطق اولویت‌دار که مساحت آن‌ها معمولاً در حدود ۱۰۰ تا ۵۰۰ کیلومتر مربع است، برای اکتشاف مرحله شناسایی انتخاب می‌شوند. فهرست خدمات این مرحله به شرح زیر است:

الف- جمع‌آوری و بررسی کلیه نقشه‌های زمین‌شناسی موجود و تعیین زون‌های مناسب برای کانی‌سازی قلع بر اساس واحدهای سنگی، زون‌های تکتونیکی و تحولات پوسته‌ای

ب- بررسی نقشه‌های ژئوفیزیک هوابردی (در ایران این نقشه‌ها به روش مغناطیس‌سنجی هوابردی با فاصله پروازی ۷ کیلومتر برای سراسر کشور موجود است و در بخش‌های محدودی از کشور نیز نقشه‌های مغناطیس‌سنجی، الکترومغناطیسی و رادیومتری در مقیاس‌های اکتشافی تهیه شده است.)

پ- بررسی داده‌های ماهواره‌ای TM و Landsat با مقیاس ۱:۱۰۰۰,۰۰۰ و تعیین ساختارهای خطی و حلقوی و زون‌های دگرسانی

ت- بررسی نقشه‌های ساختاری و تکتونیکی ایران با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰ و تعیین مناطق ساختاری مستعد

ث- بررسی نقشه‌های پراکندگی مواد معدنی با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰ و تعیین مناطق پرتراکم کانی‌سازی، زون‌ها و ایالت‌های مناسب

ج- ایجاد بانک اطلاعاتی در سیستم GIS، پردازش داده‌ها و رقومی کردن نقشه‌ها

چ- تلفیق کلیه داده‌ها و در نهایت تعیین منطقه یا مناطق مناسب برای اکتشاف قلع در مرحله شناسایی

۲-۳- بررسی، پردازش و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی پایه

در این مرحله لایه اطلاعاتی پایه زمین‌شناسی، زمین‌شناسی اقتصادی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیک هوابردی و دورسنجی مورد بررسی قرار می‌گیرد و پس از پردازش و تلفیق این اطلاعات در سیستم GIS محدوده‌های امیدبخش اکتشافی در مناطق یا منطقه‌ای بزرگ که معمولاً مساحتی حدود ۱۰۰ تا ۵۰۰ کیلومتر مربع دارد مشخص می‌شود.

۲-۴- بررسی صحرایی و نمونه برداری از محدوده‌های امیدبخش و معرفی و الویت‌بندی محدوده‌های مناسب برای ادامه عملیات اکتشافی

در این مرحله محدوده‌های امیدبخش معرفی شده، مورد بازدید صحرایی و نمونه برداری قرار می‌گیرد و نوع کانی‌سازی قابل انتظار در آن‌ها مشخص شده و بر اساس نتایج برداشت‌های صحرایی و تجزیه شیمیایی و مطالعات کانی‌شناسی نمونه‌ها، محدوده‌های مناسب انتخاب، اولویت‌بندی و برای ادامه عملیات اکتشافی در مرحله پی‌جویی پیشنهاد می‌شوند. در نظر گرفتن ویژگی‌های زمین‌شناسی، دگرسانی و حضور کانی‌های شاخص در این بررسی‌ها بسیار اهمیت دارد. مهم‌ترین نکات مورد بررسی در مطالعات صحرایی عبارتند از:

- الف- بررسی صحرایی محدوده‌های امیدبخش بر اساس نوع کانی‌سازی احتمالی قلع (اسکارن، پورفیری، رگه‌ای و پلاسرا)
- ب- نمونه برداری از رسوبات آبراهه‌ای برای مطالعات ژئوشیمیایی و کانی سنگین (حدود ۱۰ تا ۱۵ نمونه ژئوشیمی و ۳ تا ۵ نمونه کانی سنگین)
- پ- نمونه برداری از رخنمون‌های کانی‌سازی و دگرسانی ۴ تا ۵ نمونه از هر محدوده برای تجزیه شیمیایی و مطالعات کانی‌شناسی
- ت- تجزیه شیمیایی نمونه‌های برداشت شده از آبراهه‌ها به یکی از روش‌های ICP-OES یا ICP-MS^۲ (۴۴ عنصری شامل قلع و عناصر هم‌پاراژن)
- ث- تجزیه نمونه‌های برداشت شده از رخنمون‌های دارای کانی‌سازی و یا دگرسانی برای تعیین میزان عناصر Zn, Ag, Mo, Bi, Sn و W, Cu, Pb به روش‌هایی نظیر پلاروگرافی و جذب اتمی
- ج- مطالعات کانی‌شناسی نوری (مقاطع نازک و صیقلی) و پراش اشعه ایکس (۲ تا ۳ نمونه از هر محدوده)
- چ- تعبیر و تفسیر نتایج، تعیین محدوده‌های امیدبخش قلع مناسب برای ادامه عملیات اکتشافی، اولویت‌بندی و ارایه پیشنهادات برای انجام عملیات اکتشافی در مرحله پی‌جویی

۲-۵- ساختار گزارش نهایی مرحله شناسایی

سرفصل‌ها و زیرسرفصل‌های گزارش مرحله شناسایی اکتشاف قلع به صورت زیر پیشنهاد می‌شود:

۲-۵-۱- چکیده

شامل خلاصه‌ای در حد دو صفحه شامل کلیات، بررسی‌های انجام شده، نتایج به دست آمده و معرفی مناطق امیدبخش به همراه اولویت‌بندی آن‌ها و پیشنهادات برای ادامه یا توقف عملیات اکتشافی است.

1- Inductively coupled plasma optical emission spectrometry
2- Inductively coupled plasma mass spectrometry

۲-۵-۲- فهرست‌ها

الف- فهرست مطالب

ب- فهرست شکل‌ها

پ- فهرست جدول‌ها

ت- فهرست نمادها

۲-۵-۳- مقدمه

مقدمه باید شامل تعریف، هدف، سوابق پروژه، روش تحقیق، انجام مطالعات و نتایج آزمایشات باشد.

۲-۵-۴- اطلاعات کلی منطقه

الف- موقعیت جغرافیایی

ب- وضعیت آب و هوایی

پ- راه‌های دسترسی و امکانات زیربنایی برای اجرای عملیات اکتشافی

ت- ریخت‌شناسی ناحیه مورد مطالعه

ث- کارهای انجام شده قبلی (شامل کلیه گزارش‌ها و نقشه‌های زمین‌شناسی و اکتشافی که تا زمان بررسی درباره این ناحیه موجود است)

۲-۵-۵- زمین‌شناسی و متالوژنی

الف- زمین‌شناسی ناحیه‌ای

ب- زمین‌شناسی محدوده مورد بررسی

پ- تکتونیک و زمین‌ساخت

ت- متالوژنی و طبقه‌بندی زایشی پتانسیل‌های کانی‌سازی

ث- ماگماتیسم و دگرگونی (ارتباط زایشی با کانی‌سازی)

ج- زمین‌شناسی اقتصادی (ایالت‌های فلززایی، نشانه‌های معدنی شناخته شده، نوع و کنترل‌کننده‌های ناحیه‌ای و منطقه‌ای کانی‌سازی، سنگ میزبان، انواع دگرسانی و ارتباط آن‌ها با کانی‌سازی)

۲-۵-۶- مطالعات دورسنجی

الف- نوع داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده و کاربرد آن‌ها

ب- تصحیحات هندسی و رادیومتری

پ- روش‌های آشکارسازی

ت- پردازش داده‌ها برای تعیین واحدهای سنگی مرتبط با کانی‌سازی

- ث- پردازش داده‌ها برای تعیین ساختارهای کنترل‌کننده کانی‌سازی
- ج- پردازش داده‌ها برای تعیین پهنه‌های دگرسانی مرتبط با کانی‌سازی
- چ- تفسیر نقشه‌های ساختاری، واحدهای سنگی (لیتولوژیکی) و دگرسانی

۲-۵-۷- مطالعات ژئوشیمیایی

- الف- طراحی شبکه نمونه‌برداری ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین
- ب- عملیات صحرایی و برداشت نمونه‌ها
- پ- آماده‌سازی، روش تجزیه و نتایج آن
- ت- تعیین دقت نتایج تجزیه نمونه‌ها
- ث- مطالعات آماری پایه
- ج- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین
- چ- تهیه نقشه‌های آنومالی تک‌عنصری و هاله‌های مرکب
- ح- تعبیر و تفسیر نقشه‌های آنومالی
- خ- ارزیابی تجزیه و تحلیل اکتشافی و تعیین اولویت‌ها برای مطالعات مرحله بعد

۲-۵-۸- مطالعات ژئوفیزیکی هوابردی

- الف- نوع داده‌های ژئوفیزیکی مورد استفاده
- ب- ویژگی‌های داده‌های ژئوفیزیکی
- ت- تصحیحات
- ث- پردازش داده‌ها و تهیه نقشه‌های آنومالی ژئوفیزیکی مکان مرجع
- ج- تفسیر نقشه‌های ژئوفیزیکی با در نظر گرفتن ویژگی‌های سنگ میزبان، توده‌های نفوذی، ساختارهای خطی و حلقوی و دگرسانی‌های مرتبط به کانی‌سازی
- چ- ارزیابی تجزیه و تحلیل اکتشافی، تعیین محدوده‌های امیدبخش ژئوفیزیکی و تعیین اولویت‌ها برای مطالعات مرحله بعد

۲-۵-۹- مطالعات تلفیقی

- الف- ایجاد بانک اطلاعاتی (توصیفی و مکانی)
- ب- مدل تلفیقی بهینه (شاخص همپوشانی، اوزان شاهد، منطق فازی یا شبکه عصبی)
- پ- تعیین انواع لایه‌های اطلاعاتی شاهد کانی‌سازی ناحیه‌ای در سیستم GIS
- ت- اولویت‌بندی لایه‌های اطلاعاتی و وزن دادن به آن‌ها
- ث- تهیه نقشه‌های تلفیقی و تعیین محدوده‌های امیدبخش
- ج- تفسیر محدوده‌های امیدبخش و اولویت‌بندی آن‌ها

۲-۵-۱۰- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- الف- بازدید صحرائی، تهیه کروکی و نمونه‌برداری از محدوده‌های امیدبخش
 ب- انجام مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی بر روی نمونه‌ها
 پ- معرفی محدوده یا محدوده‌های امیدبخش
 ت- برآورد منبع در رده ۳۳۴
 ث- تعیین معیارهای تصمیم‌گیری (ادامه یا توقف)
 ج- ارایه برنامه پی‌جویی

۲-۵-۱۱- منابع مورد استفاده

- فارسی و غیر فارسی

۲-۵-۱۲- پیوست‌ها

- الف- نتایج تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی
 ب- داده‌های خام ماهواره‌ای و ژئوفیزیک هوابردی
 پ- نقشه تلفیقی مناطق مستعد کانی‌سازی قلع
 ت- نیمرخ‌های پیمایش‌های زمین‌شناسی انجام شده
 ث- نتایج مطالعات پتروگرافی، کانی‌شناسی و مینرالوگرافی
 ج- نقشه‌ها و جدول‌های تکمیلی

جدول ۲-۱- چک‌لیست فهرست خدمات اکتشاف قلع در مرحله شناسایی

ردیف	نوع عملیات	مقیاس	نوع کانی‌سازی
۱	جمع‌آوری کلیه داده‌های موجود شامل کلیه اطلاعات زمین‌شناسی، معدنی، ژئوفیزیک هوابردی، ژئوشیمیایی، متالورژیکی، ماهواره‌ای و تکتونیک	۱:۲۵۰,۰۰۰، ۱:۱۰۰,۰۰۰، ۱:۵۰۰,۰۰۰، ۱:۲,۵۰۰,۰۰۰	این مرحله برای انواع کانی‌سازی قلع یکسان است.
۲	ایجاد بانک اطلاعاتی در محیط GIS	۱:۱۰۰,۰۰۰	این مرحله برای انواع کانی‌سازی قلع یکسان است.
۳	بررسی، پردازش و تلفیق داده‌های زمین‌شناسی، زمین‌شناسی اقتصادی، دورسنجی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیک هوابردی و تعیین نواحی امیدبخش	۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰، ۱:۱۰۰,۰۰۰	این مرحله برای انواع کانی‌سازی قلع یکسان است.
۴	بررسی‌های صحرائی محدود در نواحی امیدبخش، تهیه کروکی، برداشت‌های لیتولوژیکی و ساختاری و نمونه‌برداری برای مطالعات کانی‌شناسی و شیمیایی	۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰	این مرحله برای انواع کانی‌سازی قلع یکسان است.
۵	اولویت‌بندی محدوده‌های امیدبخش، پیشنهادات برای ادامه اکتشافات در مرحله پی‌جویی	۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰	این مرحله برای انواع کانی‌سازی قلع یکسان است.
۶	تعبیر و تفسیر نتایج و ارایه گزارش نهایی مرحله شناسایی	۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰	این مرحله برای انواع کانی‌سازی قلع یکسان است.

فصل ۳

فهرست خدمات مرحله پی جویی

۳-۱- آشنایی

این مرحله از اکتشافات در محدوده‌های امیدبخشی انجام می‌شود که بر اساس نتایج مرحله شناسایی معرفی و بر اساس نوع کانی‌سازی قابل انتظار الویت‌بندی شده‌اند. مطالعات این مرحله در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰,۰۰۰ انجام می‌گیرد. چک‌لیست مرحله پی‌جویی فلز قلع در جدول ۳-۱ ارائه شده است.

۳-۲- جمع‌آوری داده‌ها

در این مرحله کلیه داده‌ها شامل گزارش‌ها و نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی (زمینی و هوابردی)، ماهواره‌ای و زمین‌شناسی اقتصادی جمع‌آوری و ارزیابی می‌شوند. نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ به صورت رقومی نیز تهیه می‌شود.

۳-۳- برنامه‌ریزی برای انجام عملیات مرحله پی جویی

این مرحله شامل برنامه‌ریزی برای مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی، حفريات اکتشافی، نمونه‌برداری، آماده‌سازی نمونه‌ها و انجام تجزیه شیمیایی و کانی‌شناسی، تعبیر و تفسیر نتایج و تهیه گزارش پایانی است.

۳-۴- مطالعات زمین‌شناسی

در این مرحله مطالعات زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ به صورت زیر باید انجام گیرد:

۳-۴-۱- عملیات صحرائی و برداشت زمین‌شناسی

- الف- برداشت زمین‌شناسی بر اساس نقشه‌های توپوگرافی رقومی شده ۱:۲۵۰۰۰ و عکس‌های ماهواره‌ای و هوایی در امتداد نیمرخ‌هایی به فاصله حداکثر ۲۵۰ متر
- ب- تفکیک کلیه واحدهای سنگی
- پ- تعیین شیب و امتداد لایه‌ها، گسل‌ها و درزه‌ها
- ت- برداشت ساختارهای عمومی نظیر چین‌خوردگی‌ها
- ث- تفکیک زون‌های دگرسانی و کانی‌سازی
- ج- نمونه‌برداری از رخنمون‌های سنگی، دگرسانی‌ها و زون‌های کانه‌دار برای مطالعات پتروگرافی، فسیل‌شناسی، مینرالوگرافی، کانی‌شناسی به روش پراش اشعه ایکس و تجزیه شیمیایی

۳-۴-۲- بررسی و پیاده‌سازی اطلاعات

الف- انتقال برداشت‌ها، عوارض زمین‌شناسی و اکتشافی بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰

ب- تهیه نقشه زمین‌شناسی-توپوگرافی از محدوده‌های مورد نظر همراه با راهنما، برش زمین‌شناسی حاشیه نقشه، محل نمونه‌برداری‌ها، شیب و امتداد لایه‌ها و گسل‌ها، مشخص کردن ساختار منطقه، پدیده‌های ماگمایی، دگرگونی، گرمایی، دگرسانی، کانی‌سازی و نظایر آن

۳-۵- مطالعات ژئوشیمیایی

این مطالعات شامل نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای، کانی سنگین و در صورت نیاز به کارگیری روش اکتشافات لیتوژئوشیمیایی است.

۳-۵-۱- طراحی شبکه اکتشافی

در این مرحله شبکه نمونه‌برداری ژئوشیمیایی و کانی سنگین به شرح زیر طراحی می‌شود:

الف- ۴ تا ۷ نمونه لیتوژئوشیمیایی در هر کیلومتر مربع از رخنمون‌های سنگی

ب- ۲ تا ۵ نمونه در هر کیلومتر مربع از رسوبات آبراهه‌ای

پ- ۱ تا ۲ نمونه کانی سنگین از رسوبات آبراهه‌ای

ت- ۲ نمونه کانی سنگین از رخنمون‌های سطحی

۳-۵-۲- عملیات صحرائی

الف- نمونه‌برداری ژئوشیمیایی و کانی سنگین با استفاده از نقشه‌های پایه (نقشه توپوگرافی، داده‌های ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی) بر اساس شبکه طراحی شده

ب- شماره‌گذاری، کدگذاری نمونه‌ها و پیاده کردن موقعیت نمونه‌ها بر روی زمین و نقشه‌های پایه

پ- بسته‌بندی و ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه‌های تجزیه شیمیایی به همراه دستورالعمل آماده‌سازی، انحلال و روش تجزیه

۳-۵-۳- آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها

در این مرحله نمونه‌های برداشت شده برای تجزیه ژئوشیمیایی به شرح زیر آماده می‌شوند:

الف- آماده‌سازی و تجزیه نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای و لیتوژئوشیمیایی به همراه نمونه‌های تکراری و کنترلی به یکی از

روش‌های ICP-OES یا ICP-MS برای ۴۵ عنصر از جمله قلع، تنگستن، مولیبدن، نقره، مس، سرب، روی، بیسموت، برلیوم و

عناصر هم‌پاراژنز بر اساس تیپ یا تیپ‌های کانی‌سازی احتمالی

ب- آماده‌سازی و مطالعه نمونه‌های کانی سنگین

۳-۵-۴- پردازش و تفسیر داده‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین

در این مرحله نتایج تجزیه ژئوشیمیایی مورد بررسی قرار می‌گیرد و پس از کنترل کیفیت داده‌ها (دقت و صحت) نتایج پردازش و

نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی عناصر هدف و هم‌پاراژنز تهیه و محدوده‌های امیدبخش تعیین می‌شوند.

۳-۵-۵- کنترل صحرائی

این مرحله شامل موارد زیر است:

الف- برداشت نمونه‌های کنترلی و تکمیلی ژئوشیمیایی از محدوده‌های امیدبخش (۵ تا ۱۰ نمونه ژئوشیمیایی و ۳ تا ۵ نمونه کانی سنگین از هر محدوده)

ب- برداشت نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی از سنگ‌های میزبان، دگرسانی و کانی‌سازی (۵ تا ۱۰ نمونه از هر محدوده)

پ- برداشت نمونه برای مطالعات میکروسکوپی (پتروگرافی و مینرالوگرافی)، پراش اشعه ایکس، از هر محدوده (۲ تا ۵ نمونه پتروگرافی، ۳ نمونه مینرالوگرافی، ۲ تا ۳ نمونه پراش اشعه ایکس از هر محدوده)

۳-۶- مطالعات ژئوفیزیک زمینی

مطالعات ژئوفیزیک زمینی با چگالی کم به روش‌های زیر توصیه می‌شود:

۳-۶-۱- روش مغناطیس‌سنجی و گرانی‌سنجی

برای کانی‌سازی‌های نوع اسکارن و گرایزن انجام می‌گیرد.

۳-۶-۲- روش پلاریزاسیون القایی و مقاومت‌سنجی

برای کانی‌سازی نوع پورفیری و ریولیتی انجام می‌گیرد.

۳-۷- حفاریات اکتشافی

۳-۷-۱- ترانشه

در این مرحله یک یا چند ترانشه عمود بر روند عمومی کانی‌سازی طراحی و حفر می‌شود. نیمرخ تمامی ترانشه‌ها باید برداشت و بسته به نوع کانی‌سازی، نمونه‌برداری به روش شیاری یا لپری انجام گیرد. در ذخایر پلاستیکی شیاری سراسری و عمود بر روند آبراهه‌ها توصیه می‌شود.

۳-۷-۲- چاهک

در این مرحله حفر چند چاهک اکتشافی در مناطق دارای پوشش آبرفتی ضخیم طراحی و انجام می‌شود. برای کانسارهای پلاستیکی پوشیده یا با ضخامت زیاد حفر چاهک مناسب‌تر از ترانشه است. نمونه‌برداری از چاهک‌ها به صورت شیاری و سیستماتیک انجام می‌شود.

حفر ترانشه و چاهک اکتشافی ممکن است بر اساس مطالعات زمین‌شناسی و ژئوشیمی قبل از اجرای مرحله ژئوفیزیکی انجام گیرد.

۳-۷-۳- گمانه

در این مرحله در صورت لزوم حفر یک یا دو حلقه گمانه اکتشافی نیز در حد شناسایی برای تشخیص گسترش عمق زون کانی‌سازی توصیه می‌شود. در مورد انجام حفريات عمقی و گمانه‌ها توصیه می‌شود که بعد از مطالعات ژئوفیزیکی انجام گیرد.

۳-۸- آماده‌سازی نمونه و انجام آزمایش‌ها

در این مرحله نمونه‌های برداشت شده از حفريات و رخنمون‌ها به روش‌های زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند:

الف- تجزیه شیمیایی نمونه‌ها به یکی از روش‌های ICP-OES یا ICP-MS برای بیش از ۳۰ عنصر و یا جذب اتمی و پلاروگرافی برای عناصر هدف، ردیاب (جدول‌های ۱-۱ تا ۷-۱) و هم‌پاراژنز توصیه می‌شود.

ب- مطالعات میکروسکوپی برای مینرالوگرافی و پتروگرافی (سنگ میزبان، دگرسانی‌ها و کانسنگ)

پ- مطالعات کانی‌شناسی دستگاهی به روش پراش اشعه ایکس و در صورت نیاز چند نمونه به روش میکروسکوپ الکترونی

۳-۹- تعبیر و تفسیر داده‌ها و اطلاعات

در این مرحله کلیه داده‌های جمع‌آوری شده از مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفريات اکتشافی به همراه نتایج مطالعات پتروگرافی، کانی‌شناسی، مینرالوگرافی، تجزیه ژئوشیمیایی و مطالعه مقدماتی کانه‌آرایی در مقیاس آزمایشگاهی مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. محدوده(های) کانی‌سازی قلع به همراه نوع کانی‌سازی قابل انتظار معرفی می‌شوند. گزارش نهایی مرحله پی‌جویی همراه با معیارهای تصمیم‌گیری برای توقف یا ادامه عملیات در مرحله اکتشاف عمومی به همراه برنامه زمان‌بندی-هزینه ارائه می‌شود.

۳-۱۰- ساختار گزارش نهایی مرحله پی‌جویی

سرفصل‌ها و بخش‌های فرعی گزارش مرحله پی‌جویی در مناطق امیدبخش ذخایر قلع به صورت زیر است:

۳-۱۰-۱- چکیده

چکیده شامل هدف اصلی و خلاصه‌ای از جغرافیا و ریخت‌شناسی، زمین‌شناسی، ژئوشیمی، بررسی‌های اکتشافی انجام شده و نتایج حاصله، کانی‌سازی قلع، نوع، عیار و منبع یا ذخیره تقریبی برآورد شده، پیشنهادات، هزینه‌های انجام شده و پیش‌بینی هزینه‌های اکتشاف مرحله بعد است.

۳-۱۰-۲- فهرست‌ها

الف- فهرست مطالب

ب- فهرست شکل‌ها

پ- فهرست جدول‌ها

ت- فهرست نمادها

۳-۱۰-۳- مقدمه

مقدمه شامل هدف از انجام پروژه، چگونگی انجام عملیات اکتشافی و نمونه‌برداری‌ها و آزمایشات است. در این بخش مبانی و مستندات پروژه به ویژه داده‌های برگرفته شده از مرحله شناسایی نیز باید ارائه شود.

۳-۱۰-۴- اطلاعات کلی منطقه

الف- موقعیت جغرافیایی و ریخت‌شناسی

ب- وضعیت آب و هوایی

پ- راه‌های دسترسی و وضعیت آن‌ها

ت- وضعیت اجتماعی

۳-۱۰-۵- زمین‌شناسی

الف- زمین‌شناسی ناحیه‌ای

ب- زمین‌شناسی محدوده(های) مورد بررسی شامل چینه‌شناسی، پتروگرافی، کانی‌شناسی، تکنونیک، زمین‌ساخت، ماگماتیسم و دگرگونی، دگرسانی و کانی‌سازی (بیان نوع و کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی)

۳-۱۰-۶- مطالعات ژئوشیمیایی

الف- طراحی شبکه نمونه‌برداری و روش نمونه‌برداری ژئوشیمی و کانی سنگین

ب- روش آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه‌های ژئوشیمیایی و مطالعه نمونه‌های کانی سنگین

پ- کنترل کیفیت نتایج تجزیه شیمیایی (دقت و صحت)

ت- مطالعات آماری پایه

ث- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین

ج- تهیه نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی (تک عنصری و هاله‌های مرکب) و کانی سنگین

چ- تعبیر و تفسیر آنومالی‌ها، تعیین مناطق امیدبخش و اولویت‌بندی آن‌ها

۳-۱۰-۷- مطالعات ژئوفیزیکی

الف- نوع عملیات انتخابی و اهداف آن

ب- الگو (آرایه) و روش برداشت

پ- تصحیحات

ت- پردازش داده‌ها، تهیه نیمرخ‌ها و نقشه‌های آنومالی ژئوفیزیکی

ث- تفسیر آنومالی‌ها و مشخص کردن گسترش عمقی کانی‌سازی

ج- مشخص کردن گسترش سه بعدی کانی سازی

۳-۱۰-۸- حفریات اکتشافی و نمونه برداری

الف- نوع حفریات (ترانشه، چاهک و گمانه)

ب- چگونگی حفر، برداشت زمین شناسی و نمونه برداری از حفریات

پ- تهیه نیمرخ و نمودار حفریات

ت- تعیین تغییرات عیار قلع و عناصر همپاراژنز در حفریات

۳-۱۰-۹- استعداد کانی سازی

الف- قابلیت کانی سازی، تغییرات عیار، گسترش سطحی، ضخامت و عمق احتمالی کانی سازی

ب- ارزیابی شکلی و محتوایی و تفکیک آثار و زون های کانی سازی

۳-۱۰-۱۰- مشخصات کانی شناسی، ژئوشیمیایی و تکنولوژیکی ماده معدنی

الف- تعداد نمونه ها و روش نمونه برداری

ب- نتایج تجزیه ژئوشیمیایی

پ- نتایج مطالعات کانی شناسی

ت- بررسی عیار و تیپ کانسنگ

ث- مطالعات کانه آرابی در مقیاس آزمایشگاهی

۳-۱۰-۱۱- ارزیابی عیار و ذخیره

الف- تعیین رفتار و تغییرات عیاری

ب- ارزیابی عیار تقریبی قلع و عناصر همراه و تعیین منبع در رده ۳۳۳ و نوع کانی سازی قابل انتظار و چگونگی گسترش آن

پ- اولویت بندی اکتشافی زون های کانی سازی قلع و عناصر همراه

۳-۱۰-۱۲- مطالعات فرصت سنجی

۳-۱۰-۱۳- مطالعات تلفیقی

الف- ایجاد بانک اطلاعاتی

ب- پردازش داده های زمین شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفریات اکتشافی

پ- تلفیق داده ها در سیستم GIS، معرفی و تفسیر محدوده یا محدوده های کانی سازی قلع

۳-۱۰-۱۴- نتیجه‌گیری و ارزیابی برنامه مرحله اکتشاف عمومی

- الف- نتایج به دست آمده، ارزیابی اهداف مورد آزمون، تفکیک و الویت‌بندی یافته‌های مناسب برای مرحله اکتشاف عمومی
- ب- تعیین مدل زایشی احتمالی و وضعیت ماده معدنی
- پ- تعیین معیارهای تصمیم‌گیری برای توقف یا ادامه عملیات اکتشافی
- ت- نتیجه‌گیری و ارزیابی پیشنهادات برای ادامه عملیات اکتشافی

۳-۱۰-۱۵- فهرست منابع

- فارسی و غیر فارسی

۳-۱۰-۱۶- پیوست‌ها

- الف- نتایج تجزیه نمونه‌ها
- ب- نتایج مطالعات کانی سنگین، مینرالوگرافی، کانی‌شناسی، پتروگرافی و فسیل‌شناسی
- پ- نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی
- ت- شبکه عملیات اکتشافی
- ث- نقشه موقعیت حفاریات اکتشافی و نمونه‌برداری

جدول ۳-۱- چک‌لیست فهرست خدمات اکتشاف قلع در مرحله پی‌جویی

ردیف	نوع عملیات	مقیاس	نوع کانی‌سازی
۱	جمع‌آوری و بررسی داده‌های مرحله شناسایی و برنامه‌ریزی برای انجام عملیات اکتشافی	۱:۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰	انواع کانی‌سازی قلع
۲	مطالعات دورسنجی با داده‌های Aster و فراطیفی	۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰	انواع کانی‌سازی قلع
۳	مطالعات ژئوفیزیک هوابردی به روش‌های مغناطیس‌سنجی، الکترومغناطیسی، رادیومتری و گرانی‌سنجی	۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰	انواع کانی‌سازی قلع
۴	مطالعات ژئوفیزیک زمینی به روش‌های مغناطیسی و گرانی‌سنجی به صورت چند نیمرخ شناسایی	۱:۲۵۰۰۰	کانی‌سازی رگه‌ای و اسکارن
۵	تهیه نقشه زمین‌شناسی بر اساس نقشه‌های پایه	۱:۲۵۰۰۰	برای انواع کانی‌سازی‌های قلع
۶	مطالعات ژئوشیمیایی آبراهه‌ای و کانی سنگین و تهیه نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی و کانی سنگین قلع و عناصر هم‌پاراژنز	۱:۲۵۰۰۰	برای انواع کانی‌سازی‌های قلع به جز کانسارهای نوع رگه‌ای
۷	حفر ترانشه و چاهک	۱:۲۵۰ یا ۱:۵۰۰	ترانشه در انواع رگه‌ای و اسکارن، چاهک در پلاسری و گمانه در انواع کانی‌سازی قلع
۸	نمونه‌برداری از حفاریات به طریقه لبیری یا شیاری	-	لبیری در انواع کانی‌سازی قلع به جز پلاسری و شیاری در انواع کانی‌سازی قلع

ادامه جدول ۳-۱- چک لیست فهرست خدمات اکتشاف قلع در مرحله پی جویی

نمونه‌های ژئوشیمیایی به یکی از روش‌های ICP-OES یا ICP-MS برای ۴۵ عنصر نمونه‌های حفاریات به روش جذب اتمی برای تعیین میزان قلع و عناصر همراه پارازنز	-	تجزیه شیمیایی نمونه‌ها برای تعیین میزان قلع و عناصر همراه	۹
در انواع کانی‌سازی قلع به جز نوع پلاسری	-	مطالعات پتروگرافی، کانی‌شناسی پرتو ایکس و مقطع صیقلی	۱۰
برای انواع کانی‌سازی قلع	-	تعبیر و تفسیر نتایج، بررسی معیارهای تصمیم‌گیری برای ادامه عملیات اکتشافی و ارائه گزارش نهایی مرحله پی‌جویی	۱۱

فصل ۴

فهرست خدمات مرحله

اکتشاف عمومی

۴-۱-۱- آشنایی

در این مرحله، اکتشافات در زون کانی‌سازی الویت‌دار که در مرحله پی‌جویی معرفی شده و گسترش سطحی و نوع کانی‌سازی آن تا حدودی مشخص شده است، انجام می‌گیرد. مقیاس کار در این مرحله ۱:۵۰۰۰ یا ۱:۱۰,۰۰۰ و وسعت محدوده در حد چند و حداکثر ده کیلومتر مربع است. چک‌لیست مرحله اکتشاف عمومی در جدول ۴-۱ ارائه شده است.

۴-۲- جمع‌آوری داده‌ها

کلیه داده‌های مراحل شناسایی و پی‌جویی جمع‌آوری و سپس با ارزیابی، پردازش و تلفیق داده‌ها مطالعات مرحله اکتشاف عمومی طراحی و برنامه‌ریزی می‌شود.

۴-۳- برنامه‌ریزی مطالعات اکتشاف عمومی

این مرحله شامل برنامه‌ریزی مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی، حفاریات اکتشافی، نمونه‌برداری و تجزیه نمونه‌ها به روش‌های مناسب، مطالعات فرآوری مقدماتی، تعبیر و تفسیر نتایج و ارائه گزارش نهایی است.

۴-۴- مطالعات زمین‌شناسی

در این مرحله مطالعات زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ و به صورت زیر انجام می‌شود:

الف- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ محدوده دارای کانی‌سازی به روش فتوگرامتری یا برداشت مستقیم زمینی با منحنی‌های میزان ۵ متری

ب- برداشت‌های صحرایی برای تهیه نقشه زمین‌شناسی محدوده کانی‌سازی بر اساس نقشه‌های پایه نظیر عکس‌های هوایی (تبدیل مقیاس شده) و یا نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ شامل تفکیک واحدهای سنگ چینه‌ای، گسل‌ها و عملکرد آن‌ها به ویژه نقش آن‌ها در کانی‌سازی، گسترش سطحی زون دگرسانی و کانی‌سازی، در امتداد نیمرخ‌هایی به فواصل حداکثر ۵۰ متر، برداشت شیب و امتداد لایه‌ها و انتقال آن‌ها بر روی نقشه پایه، نمونه‌برداری از سنگ میزبان، زون دگرسانی، کانی‌سازی برای انجام مطالعات کانی‌شناسی، سنگ‌شناسی، فسیل‌شناسی، مینرالوگرافی به روش‌های میکروسکوپی و دستگاهی (پراش اشعه ایکس و میکروسکوپ الکترونی) و تجزیه شیمیایی به روش مناسب

پ- انتقال عوارض زمین‌شناسی و اکتشافی بر روی نقشه زمین‌شناسی و توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ همراه با راهنمای کامل و مقطع زمین‌شناسی در حاشیه نقشه، به همراه محل حفاریات اکتشافی، برداشت نمونه‌ها، شیب و امتداد لایه‌ها و گسل‌ها، پدیده‌های ماگمایی، دگرگونی، دگرسانی و گسترش کانی‌سازی

ت- تهیه نقشه‌های ساختاری و دگرسانی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ به صورت جداگانه

۴-۵- مطالعات ژئوشیمیایی

مطالعات ژئوشیمیایی در مرحله اکتشاف عمومی شامل استفاده از روش‌های لیتوژئوشیمیایی و ژئوشیمی خاک است و در یک شبکه سیستماتیک در محدوده کانی‌سازی به صورت زیر انجام می‌شود:

الف- مطالعات ژئوشیمیایی بر اساس نمونه‌برداری از پوشش خاک و یا سنگ در شبکه ۲۵۰×۲۵۰ ، ۱۰۰×۲۵۰ یا ۱۰۰×۱۰۰ متری. در کانسارهای پلاسری، نمونه‌برداری از ترانشه یا چاهک‌های اکتشافی انجام می‌شود.

ب- در شبکه طراحی شده، نمونه‌های خاک از عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری و نمونه‌های سنگی به صورت لپیری (دایره‌ای به شعاع ۳ تا ۵ متر) یا شیاری (عمود بر گسترش طولی کانی‌سازی) برداشت می‌شود.

پ- آماده‌سازی نمونه‌ها و تجزیه شیمیایی آن‌ها همراه با نمونه‌های تکراری و مرجع به یکی از روش‌های ICP-OES و یا ICP-MS برای بیش از ۳۰ عنصر و یا جذب اتمی و پلاروگرافی برای عناصر هدف

ت- کنترل کیفیت نتایج تجزیه ژئوشیمیایی، آماده‌سازی و پردازش داده‌ها و تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی تک و چند عنصری

ث- تعبیر و تفسیر نتایج و معرفی مناطق مناسب برای حفاری

ج- تعیین سطح فرسایش کانی‌سازی

۴-۶- مطالعات ژئوفیزیکی

مطالعات ژئوفیزیک زمینی به روش مغناطیس‌سنجی و گرانی‌سنجی بر روی زون‌های کانی‌سازی (نوع اسکارن و گرایزن) و پلاریزاسیون القایی و مقاومت‌سنجی (برای کانی‌سازی نوع پورفیری و ریولیتی) مورد استفاده قرار می‌گیرد. برداشت ۱۰۰۰ نقطه در هر کیلومتر مربع بر روی نیمرخ‌هایی به فواصل ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر و نقاط برداشت ۲۰ تا ۵۰ متر و حداقل ۳ تا ۵ نیمرخ دوقطبی-دوقطبی توصیه می‌شود.

۴-۷- حفاریات اکتشافی

۴-۷-۱- ترانشه

حفر ترانشه‌های عرضی عمود بر گسترش طولی زون کانی‌سازی در کانسارهای رگه‌ای، اسکارن، گرایزن و در مواردی پورفیری به فواصل ۱۰۰ تا ۲۵۰ متر و نمونه‌برداری به روش لپیری و یا شیاری انجام می‌گیرد. این ترانشه‌ها باید حداقل چند متر از کمربالا و کمربلایین زون معدنی را در برگیرند. دیواره و کف ترانشه باید در مقیاس ۱:۲۰۰ یا ۱:۱۰۰ برداشت و ترسیم شود.

۴-۷-۲- چاهک

در کانی‌سازی‌های پوشیده، حفر چاهک‌های اکتشافی در شبکه ۵۰۰×۵۰۰ ، ۲۵۰×۲۵۰ یا ۲۵۰×۲۵۰ متر توصیه می‌شود. برداشت زمین‌شناسی هم‌زمان با نمونه‌برداری از چاهک‌ها به روش شیاری انجام و در مقیاس ۱:۲۰۰ یا ۱:۱۰۰ ترسیم می‌شود. در کانسارهای

پلاستیکی قلع، شبکه حفر و برداشت چاهکها باید متراکمتر باشد و از هر متر یا ۲ متر از درون چاهک یک نمونه به روش شیاری برداشت شود.

۴-۷-۳- گمانه

در این مرحله چندین حلقه گمانه اکتشافی به منظور تعیین گسترش عمقی کانی‌سازی بر اساس مطالعات زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی طراحی و حفر می‌شود. فواصل گمانه‌ها در این مرحله حدود ۲۵۰ متر است. بسته به وضعیت قرارگیری ماده معدنی، حفاری به صورت شیبدار یا قائم انجام می‌گیرد. معمولاً در کانسارهای رگه‌ای و اسکارن به صورت شیبدار و در کانسارهای پورفیری، گرایزن و ریولیتی به صورت قائم انجام می‌گیرد. نمودار گمانه‌ها باید بر اساس برداشت مغزه‌ها تهیه شود. نمونه‌برداری از گمانه‌ها پس از برش مغزه‌ها و از هر یک‌دوم یا یک‌چهارم نمونه انجام می‌گیرد.

۴-۸- آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها

در این مرحله نمونه‌های برداشت شده از رخنمون‌ها و حفاریات سطحی و عمقی به یکی از روش‌های ICP-OES یا ICP-MS و یا جذب اتمی و پلاروگرافی برای عناصر W، Sn، و عناصر هم‌پارازتن مورد تجزیه قرار می‌گیرند. عناصر همراه و هم‌پارازتن ذخایر مختلف در جدول‌های ۱-۱ تا ۱-۷ ارایه شده است.

۴-۹- مطالعات کانی‌شناسی

در این مرحله از بین نمونه‌های برداشت شده از رخنمون‌ها و حفاریات سطحی و عمقی تعدادی انتخاب (۵۰ تا ۱۰۰ نمونه) و پس از آماده‌سازی، مطالعات کانی‌شناسی و مینرالوگرافی به روش‌های میکروسکوپی و دستگاهی (پراش اشعه ایکس و میکروسکوپ الکترونی) بر روی آن‌ها انجام می‌گیرد. مطالعات پتروگرافی نیز بر روی نمونه‌های سنگ میزبان، زون دگرسانی و زون کانه‌دار انجام می‌گیرد.

۴-۱۰- مطالعات مهندسی و ژئوتکنیکی

در این مرحله مطالعات آب‌شناسی، آب‌زمین‌شناسی، زیست‌محیطی و ژئوتکنیکی باید انجام گیرد.

۴-۱۱- رده‌بندی و تخمین ذخیره

تعیین عیار میانگین و حد، تخمین ذخیره و رده‌بندی ذخایر بر اساس رده ۲۲۲ انجام می‌شود.

۴-۱۲- برداشت نمونه معرف و مطالعات فرآوری

در این مرحله یک نمونه معرف از زون کانه‌دار برداشت و در مقیاس پایه مورد مطالعات فرآوری قرار می‌گیرد. مطالعات فرآوری به صورت سیستماتیک انجام و در صورت موفقیت‌آمیز بودن، فلوشیت پیشنهادی ارائه می‌شود.

۴-۱۳- مطالعات زیرساخت‌ها

در این مرحله زیرساخت‌های فرهنگی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی منطقه به صورت جامع مورد بررسی قرار می‌گیرد و در زمان بهره‌برداری باید به آن‌ها توجه شود.

۴-۱۴- مطالعات اقتصادی

مطالعات اقتصادی، متناسب با دقت مورد نیاز مرحله اکتشاف عمومی بر اساس نشریه شماره ۵۵۸ انجام می‌شود.

۴-۱۵- تعبیر و تفسیر داده‌ها

در این مرحله نتایج مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفاری‌های اکتشافی تلفیق می‌شود. بر اساس نتایج به دست آمده ارزیابی ذخیره و منبع، عیار میانگین زون کانی‌سازی، کانی‌ها و عناصر مزاحم و یا محصولات جانبی و تعیین روش فرآوری مناسب انجام می‌شود. مطالعات پیش‌امکان‌سنجی، به همراه تعیین محل حفاریات عمقی (گمانه، تونل اکتشافی و نظایر آن‌ها) همراه با پیشنهادات برای عملیات اکتشافی مرحله تفصیلی نیز به صورت برنامه‌زمان‌بندی و پیش‌بینی هزینه در گزارش ارائه می‌شود.

۴-۱۶- ساختار گزارش نهایی مرحله عمومی اکتشاف قلع

سرفصل‌ها و زیرفصل‌های گزارش مرحله اکتشاف عمومی قلع به صورت زیر پیشنهاد می‌شود:

۴-۱۶-۱- چکیده

چکیده باید شامل خلاصه‌ای از نتایج مطالعات انجام شده باشد.

۴-۱۶-۲- فهرست‌ها

الف- فهرست مطالب

ب- فهرست شکل‌ها

پ- فهرست جدول‌ها

ت- فهرست نمادها

۴-۱۶-۳- مقدمه

مقدمه باید شامل تعریف، هدف، سوابق پروژه، روش تحقیق، انجام مطالعات و نتایج آزمایشات باشد.

۴-۱۶-۴- خلاصه مطالعات قبلی و عملیات انجام شده در مراحل شناسایی و پی جویی

در این بخش باید خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده قبلی ارائه شود.

۴-۱۶-۵- اطلاعات کلی منطقه

الف- موقعیت جغرافیایی و زمین‌ریخت‌شناسی

ب- وضعیت آب و هوایی

پ- وضعیت راه‌ها

ت- وضعیت اجتماعی

۴-۱۶-۶- وضعیت زمین‌شناسی محدوده معدنی

الف- زمین‌شناسی ناحیه‌ای

ب- زمین‌شناسی محدوده معدنی

پ- تکتونیک و زمین‌ساخت

ت- دگرسانی و کانی‌سازی

ث- تیپ و مدل زایشی کانی‌سازی و عوامل کنترل‌کننده کانی‌سازی در سطح و عمق

۴-۱۶-۷- مطالعات ژئوشیمیایی

الف- طراحی شبکه و روش نمونه‌برداری

ب- روش آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها

پ- خطاگیری و تعیین دقت نتایج تجزیه نمونه‌ها

ت- مطالعات آماری پایه

ث- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی

ج- تهیه نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی (تک عنصری و هاله مرکب)

چ- تهیه نقشه زون‌بندی قلع و عناصر هم‌پاراژنر

ح- تفسیر نقشه‌های آنومالی‌های ژئوشیمیایی

۴-۱۶-۸- ژئوفیزیک

الف- نوع عملیات ژئوفیزیکی و اهداف آن

ب- طراحی شبکه و روش برداشت

پ- تصحیحات

ث- پردازش داده‌ها، تهیه نقشه‌های آنومالی ژئوفیزیکی و نیمرخ‌های ژئوفیزیکی

ج- تفسیر آنومالی‌های ژئوفیزیکی و تعیین نقاط حفاری اکتشافی

چ- مدلسازی پیکره معدنی

۴-۱۶-۹- حفاریات اکتشافی و نمونه‌برداری‌ها

الف- نوع و مشخصات حفاریات (ترانشه، چاهک و گمانه)

ب- روش طراحی و برداشت نمونه

پ- تهیه نمودار، نیمرخ و ستون چینه‌شناسی

ت- تعیین عیار و تغییرات آن در حفاریات اکتشافی

۴-۱۶-۱۰- ویژگی‌های زون معدنی

الف- شکل، ابعاد و موقعیت جایگیری کانسنگ

ب- کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی عناصر

پ- وضعیت عیار کانسنگ

۴-۱۶-۱۱- تخمین ذخیره

الف- تعیین عیار حد و مدل توزیع عیار

ب- بلوک‌بندی

پ- تخمین ذخایر، منابع و رده‌بندی ذخیره

۴-۱۶-۱۲- نتایج مطالعات مهندسی و ژئوتکنیکی

الف- آب‌شناسی، زمین‌آب‌شناسی و ویژگی‌های آبخوان‌ها

ب- لرزه‌خیزی و مخاطرات طبیعی

پ- مطالعات ژئوتکنیکی

۴-۱۶-۱۳- نتایج مطالعات فرآوری

الف- در مقیاس آزمایشگاهی

ب- در مقیاس پایه

۴-۱۶-۱۴- نتایج مطالعات زیرساخت‌ها

الف- فرهنگی

ب- اجتماعی

پ- سیاسی

ت- اقتصادی

۴-۱۶-۱۵- نتایج مطالعات اقتصادی

مطالعات اقتصادی، متناسب با دقت مورد نیاز مرحله اکتشاف عمومی بر اساس نشریه شماره ۵۵۸ انجام می‌شود.

۴-۱۶-۱۶- مطالعات پیش‌امکان سنجی

الف- برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری

ب- مطالعات بازار

پ- ارزیابی اقتصادی

۴-۱۶-۱۷- مطالعات تلفیقی و نتیجه‌گیری

الف- تهیه بانک اطلاعاتی

ب- پردازش کلیه داده‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفاریات اکتشافی

پ- تلفیق داده‌ها در سیستم GIS

۴-۱۶-۱۸- ارایه برنامه مرحله اکتشاف تفصیلی

الف- تصمیم‌گیری در مورد ادامه یا توقف عملیات اکتشافی

ب- نتیجه‌گیری، پیشنهادات و روش اکتشافی بهینه

پ- ارایه برنامه مرحله اکتشاف تفصیلی به همراه برنامه زمان‌بندی و هزینه‌ها

ت- ارایه برنامه مطالعات فرآوری در مقیاس پایلوت (واحد پیشاهنگ)

۴-۱۶-۱۹- فهرست منابع

- فارسی و غیر فارسی

۴-۱۶-۲۰- پیوست‌ها

الف- نتایج تجزیه شیمیایی، مطالعات پتروگرافی، مطالعات فرآوری، مینرالوگرافی و کانی سنگین

ب- داده‌های خام ژئوفیزیکی

پ- نقشه‌ها، نیمرخ‌ها (زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی) و نمودارهای حفاری

ت- نقشه بلوک‌بندی و گستردگی قلع و عناصر هم‌پاراژنز

ث- مدل سه‌بعدی اکتشافی-معدنی

جدول ۴-۱- چک‌لیست خدمات اکتشاف قلع در مرحله عمومی

ردیف	نوع عملیات	مقیاس	نوع کانی‌سازی
۱	جمع‌آوری، پردازش و تلفیق داده‌های مراحل قبل و برنامه‌ریزی برای انجام عملیات اکتشافی	۱:۲۵۰۰۰، ۱:۵۰،۰۰۰ ۱:۱۰۰،۰۰۰	انواع کانی‌سازی قلع
۲	تهیه نقشه توپوگرافی به روش برداشت زمینی	۱:۵۰۰۰ یا ۱:۱۰،۰۰۰	انواع کانی‌سازی قلع
۳	تهیه نقشه زمین‌شناسی با استفاده از نقشه پایه همراه با راهنما و برش زمین‌شناسی	۱:۵۰۰۰ یا ۱:۱۰،۰۰۰	انواع کانی‌سازی قلع
۴	مطالعات درزه‌نگاری و تهیه نقشه زمین‌شناسی ساختاری	۱:۵۰۰۰ یا ۱:۱۰،۰۰۰	انواع کانی‌سازی قلع به جز پلاسری
۵	مطالعات پتروگرافی، کانی‌شناسی و تهیه نقشه دگرسانی	۱:۵۰۰۰ یا ۱:۱۰،۰۰۰	انواع کانی‌سازی قلع به جز پلاسری
۶	مطالعات ژئوشیمیایی بر اساس نمونه‌برداری از پوشش خاک یا سنگ و تهیه نقشه‌های هم‌عیار قلع و عناصر همراه	۱:۵۰۰۰ یا ۱:۱۰،۰۰۰	در کانی‌سازی نوع پورفیری، اسکارن، گرایزن و ریولیتی
۷	مطالعات ژئوفیزیک زمینی به روش مغناطیس‌سنجی و گرانی‌سنجی	۱:۵۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰	در کانی‌سازی نوع رگه‌ای و اسکارن و گرایزن
۸	مطالعات ژئوفیزیک به روش IP-RS	۱:۵۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰	در کانی‌سازی نوع پورفیری، جانشینی و ریولیتی
۹	حفر ترانше همراه با برداشت و نمونه‌برداری به روش لپری یا شیاری	۱:۵۰۰ یا ۱:۲۵۰	در کانی‌سازی نوع رگه‌ای و اسکارن، جانشینی و بعضاً گرایزن، ریولیتی و پورفیری
۱۰	حفر چاهک‌های اکتشافی در شبکه‌های ۵۰۰×۵۰۰ یا ۵۰۰×۲۵۰ متری همراه با برداشت و نمونه‌برداری به روش شیاری	۱:۵۰۰۰ یا ۱:۱۰،۰۰۰	در کانی‌سازی نوع پلاسری
۱۱	حفر گمانه‌های اکتشافی در فواصل ۵۰۰ یا ۲۵۰ متری یا شبکه‌های ۵۰۰×۵۰۰ و ۲۵۰×۲۵۰ متری	۱:۵۰۰۰ یا ۱:۱۰،۰۰۰	به صورت شبیدار در انواع رگه‌ای و اسکارن و جانشینی و عمودی در پورفیری، گرایزن، ریولیتی
۱۲	تجزیه شیمیایی نمونه‌های برداشت شده	ICP-OES, ICP-MS, ASS پلاروگرافی	در انواع کانی‌سازی قلع
۱۳	مطالعات کانی‌سنجین و تعیین میزان کانه قلع و کانه‌های همراه	۱:۵۰۰۰ یا ۱:۱۰،۰۰۰	در نوع پلاسری
۱۴	مطالعات پتروگرافی کانی‌شناسی پرتو ایکس و مقطع صیقلی	-	در انواع کانی‌سازی قلع به جز پلاسری
۱۵	مطالعات فرآوری بر روی یک یا دو نمونه معرف	آزمایشگاهی	در انواع کانی‌سازی قلع
۱۶	ایجاد بانک اطلاعاتی در سیستم GIS، پردازش و تلفیق داده‌ها	۱:۵۰۰۰ یا ۱:۱۰،۰۰۰	در انواع کانی‌سازی قلع
۱۷	تعیین عیار میانگین قلع و عناصر همراه، محاسبه ذخیره و رده‌بندی آن بر اساس نشریه شماره ۳۷۹	۱:۵۰۰۰ یا ۱:۱۰،۰۰۰	در انواع کانی‌سازی قلع
۱۸	مطالعات فنی و اقتصادی اولیه	پیش‌امکان‌سنجی	در انواع کانی‌سازی قلع
۱۹	تعبیر و تفسیر نتایج و ارائه گزارش نهایی مرحله عمومی	۱:۵۰۰۰ یا ۱:۱۰،۰۰۰	در انواع کانی‌سازی قلع

فصل ۵

فهرست خدمات مرحله

اکتشاف تفصیلی

۵-۱- آشنایی

این مرحله اکتشافی در محدوده‌ای که در مطالعات مرحله اکتشاف عمومی ادامه عملیات اکتشافی بر روی آن توجیه فنی و اقتصادی داشته است، انجام می‌شود. وسعت محدوده کانسار معمولاً چند ده هکتار تا چند صد هکتار است. مقیاس بررسی‌ها در این مرحله معمولاً ۱:۱۰۰۰ بوده ولی در بعضی کانسارها مقیاس‌های ۱:۵۰۰ تا ۱:۲۰۰۰ نیز بنا به نظر کارشناس توجیه‌پذیر است. چک‌لیست فهرست خدمات اکتشاف قلع در مرحله اکتشاف تفصیلی در جدول ۵-۱-۱ ارائه شده است.

۵-۲- جمع‌آوری داده‌ها

در این مرحله داده‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفاری‌های اکتشافی که در مراحل قبل انجام شده، جمع‌آوری و پس از پردازش و تلفیق داده‌ها، طراحی اکتشافی تفصیلی انجام می‌شود.

۵-۳- برنامه‌ریزی برای انجام عملیات اکتشاف تفصیلی

این مرحله شامل برنامه‌ریزی عملیات اکتشافی نظیر بررسی‌های زمین‌شناسی بزرگ‌مقیاس، حفاری‌های تکمیلی و نمونه‌برداری از حفاریات، مطالعات فرآوری در مقیاس پیشاهنگ، مطالعات زیست‌محیطی، مطالعات تخمین ذخیره و مطالعات امکان‌سنجی است.

۵-۴- بررسی‌های زمین‌شناسی

بررسی‌های زمین‌شناسی در این مرحله با مقیاس ۱:۱۰۰۰ و به صورت زیر است:

الف- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ با برداشت زمینی و فواصل منحنی‌های تراز ۱ تا ۲ متری

ب- تهیه نقشه زمین‌شناسی-توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ با برداشت زمینی به وسیله دوربین نقشه‌برداری و برداشت زمین‌شناسی در امتداد نیمرخ‌هایی به فواصل ۱۰ متر، شامل تفکیک واحدهای سنگی، اندازه‌گیری شیب و امتداد لایه‌ها، زون کانی‌سازی و گسل‌ها، تفکیک زون‌های دگرسانی و کانی‌سازی، نمونه‌برداری از رخنمون‌های کانی‌سازی و سنگی برای مطالعات پتروگرافی، کانی‌شناسی، پراش اشعه ایکس، مینرالوگرافی و تجزیه شیمیایی به یکی از روش‌های ICP-MS یا ICP-OES، جذب اتمی یا پلاروگرافی

پ- تهیه نقشه دگرسانی (در کانسارها به غیر از پلاسری)

ت- مطالعات ریزساختارها و درزه‌نگاری (در کانسارها به غیر از پلاسری)

۵-۵- مطالعات ژئوفیزیکی

مطالعات ژئوفیزیکی به روش‌های مغناطیس‌سنجی و گرانی‌سنجی در امتداد نیمرخ‌هایی به فواصل ۵۰ تا ۱۰۰ متر در کانسارهای رگه‌ای، اسکارن و گرایزن و به روش‌های IP-RS در کانسارهای پورفیری و ریولیتی با آرایه مستطیلی و دوقطبی-دوقطبی انجام می‌شود.

۵-۶- حفریات اکتشافی

در این مرحله حفریات اکتشافی سطحی و عمقی بر اساس نتایج مرحله اکتشافات عمومی برنامه‌ریزی و انجام می‌شود.

الف- تهیه طرح شبکه حفر گمانه‌های اکتشافی و ترانسه‌ها و احداث راه دسترسی

ب- انجام حفریات اکتشافی بر اساس آنومالی‌های ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی مرحله اکتشاف عمومی به شرح زیر:

- حفر ترانسه‌های اکتشافی همراه با برداشت و نمونه‌برداری (عمدتا در کانسارهای رگه‌ای و اسکارن) در فواصل ۳۰ تا ۵۰

متری عمود بر زون کانی‌سازی

- حفر چاهک‌های اکتشافی در شبکه‌های ۵۰×۵۰ متر یا کوچکتر همراه با برداشت و نمونه‌برداری (فقط در کانسارهای

پلاسری)

- حفر گمانه‌های اکتشافی به صورت شیب‌دار و تقریباً عمود بر امتداد کانی‌سازی در فواصل ۵۰ تا ۱۰۰ متری و یا قائم با

همان ابعاد شبکه

- مطالعات درزه‌نگاری و مکانیک سنگ بر روی مغزه‌های گمانه‌ها، ترانسه‌ها، مطالعات چاه‌پیمایی و اندازه‌گیری وزن

مخصوص

پ- تهیه نمودار حفاری و برداشت نمونه

ت- مطالعات چاه‌پیمایی

۵-۷- آماده‌سازی و انجام مطالعات آزمایشگاهی

در این مرحله آماده‌سازی و انجام آزمایشات تجزیه شیمیایی بر روی نمونه‌ها به یکی از روش‌های ICP-MS یا ICP-OES،

جذب اتمی یا پلاروگرافی برای عناصر W، Sn و عناصر هم‌پاراژنز انجام می‌شود. عناصر همراه و هم‌پاراژنز ذخایر مختلف در

جدول‌های ۱-۱ تا ۱-۷ ارایه شده است.

۵-۸- مطالعات کانی‌شناسی

در این مرحله پس از آماده‌سازی مطالعات مینرالوگرافی، کانی‌شناسی به روش‌های میکروسکوپی و دستگاهی (پراش اشعه ایکس

و میکروسکوپ الکترونی) به همراه پتروگرافی دقیق بر روی نمونه‌های برداشت شده از رخنمون‌های کانی‌سازی و سنگی، ترانسه‌ها و

گمانه‌های اکتشافی انجام می‌گیرد. در این مرحله علاوه بر شناسایی کانی‌ها به ابعاد، نوع درگیری کانی و باطله و رفتار احتمالی

متالورژیکی آن‌ها نیز باید توجه شود.

۵-۹- مطالعات فرآوری

در این مرحله مطالعات فرآوری در مقیاس پیشاهنگ بر روی یک یا دو نمونه معرف از کانسنگ انجام می‌گیرد.

۵-۱۰- مطالعات آب زمین شناسی

در این مرحله مطالعات منابع آب و آبخیزی در محدوده کانسار انجام می گیرد.

۵-۱۱- مطالعات زیست محیطی

این مطالعات شامل تعیین عناصر و ترکیبات سمی و بالقوه سمی احتمالی کانسار، تجزیه شیمیایی عناصر سمی و تعیین آلودگی منابع آب آشامیدنی در محدوده عملیات معدنی به همراه تعیین منابع آلودگی و راه‌های پیشگیری از آن است.

۵-۱۲- تعبیر و تفسیر نتایج

در این مرحله مطالعات آماری و زمین آماری، بلوک بندی و مدلسازی کانسار، محاسبات تعیین ذخیره در رده ۱۱۱ و عیار میانگین و حد کانسار، منحنی عیار- تناژ، ارزیابی ذخیره، رده بندی ذخیره، مطالعات اقتصادی و محاسبه هزینه های اکتشافی انجام شده، انجام می گیرد.

۵-۱۳- مطالعات امکان سنجی

الف- مطالعات طراحی معدن

ب- مطالعات فرآوری

پ- برآورد هزینه های سرمایه ای و جاری

ت- مطالعات بازار

ث- پیش بینی قیمت و برآورد درآمد

ج- موارد حقوقی، مالکیت و قانونی

چ- مسایل مالی و مالیات

ح- تأثیرات زیست محیطی

خ- تجزیه و تحلیل اقتصادی

۵-۱۴- ساختار گزارش نهایی مرحله اکتشاف تفصیلی

سرفصل ها و زیرفصل های گزارش نهایی مرحله تفصیلی اکتشاف قلع به ترتیب زیر پیشنهاد می شود:

۵-۱۴-۱- چکیده

چکیده باید شامل خلاصه ای از نتایج مطالعات انجام شده باشد.

۵-۱۴-۲- فهرست‌ها

- الف- فهرست مطالب
- ب- فهرست شکل‌ها
- پ- فهرست جدول‌ها
- ت- فهرست نمادها

۵-۱۴-۳- مقدمه

مقدمه باید شامل تعریف، هدف، سوابق پروژه، روش تحقیق، انجام مطالعات و نتایج آزمایشات باشد.

۵-۱۴-۴- خلاصه مطالعات قبلی و عملیات انجام شده در مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی

در این بخش باید خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده قبلی ارائه شود.

۵-۱۴-۵- اطلاعات کلی منطقه

- الف- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی
- ب- وضعیت آب و هوایی
- پ- وضعیت راه‌ها
- ت- وضعیت اجتماعی

۵-۱۴-۶- زمین‌شناسی

- الف- زمین‌شناسی ناحیه‌ای
- ب- زمین‌شناسی محدوده معدنی (محدوده نقشه) شامل چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی
- پ- نوع، امتداد، شیب و لغزش هر یک از گسل‌ها و عملکرد آن‌ها
- ت- زمین‌ساخت
- ث- دگرسانی
- ج- کانی‌سازی و کنترل‌کننده‌های آن

۵-۱۴-۷- عملیات اکتشافی

- الف- عملیات نقشه‌برداری (توپوگرافی و زمین‌شناسی)
- ب- جاده‌سازی و ایجاد راه‌های دسترسی
- پ- طراحی شبکه حفاریات (ترانشه‌ها و گمانه‌های اکتشافی)
- ت- برداشت زمین‌شناسی ترانشه‌ها و گمانه‌ها و نمونه‌برداری از آن‌ها

- ث- تفسیر نتایج تجزیه شیمیایی، کانی‌شناسی، دگرسانی نمونه‌های برداشت شده از گمانه‌ها و ترانشه‌ها
- ج- نتایج برداشت‌های ژئوفیزیکی
- چ- درزه‌نگاری و مطالعات مکانیک سنگ بر روی مغزه‌ها
- ح- چاه‌پیمایی
- خ- تعیین عیار و وزن مخصوص

۵-۱۴-۸- برآورد ذخیره

- الف- مدلسازی پیکره کانسار
- ب- تهیه مدل بلوکی کانسار
- پ- تعیین عیار حد بهینه و منحنی تناژ-عیار
- ت- تخمین ذخیره به روش‌های کلاسیک و زمین‌آمار
- ث- تعیین رده ذخیره (بر اساس نشریه ۳۷۹)

۵-۱۴-۹- مطالعات آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی

- الف- بررسی سطح ایستابی، آب‌خوان‌ها و شرایط آب‌زمین‌شناسی
- ب- ویژگی آب‌خوان‌ها نظیر ضرایب هیدرودینامیکی، گسل‌ها، پدیده‌های کارستی و آب‌خوان‌های تحت فشار
- پ- کیفیت منابع آب صنعتی و آشامیدنی
- ت- تخمین شدت جریان آب ورودی به حفاریات معدنی در مراحل مختلف معدنکاری

۵-۱۴-۱۰- نتایج مطالعات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک

- الف- ویژگی‌های فیزیکی ماده معدنی-باطله و سنگ میزبان شامل وزن مخصوص، اندازه و پراکندگی بلورها و دانه‌ها، تخلخل، نفوذپذیری و نظایر آن
- ب- ویژگی‌های مکانیکی سنگ‌ها در مقیاس آزمایشگاهی و برجا از قبیل مقاومت و تغییر شکل‌پذیری
- پ- زون‌بندی مهندسی رفتار سنگ‌ها در محدوده کانسار
- ت- رده‌بندی توده‌های سنگی در مقیاس‌های RMR و Q

۵-۱۴-۱۱- تکمیل و ارایه کلیه داده‌های مورد نیاز برای طراحی استخراج و ارایه خلاصه نتایج طراحی پایه در صورت لزوم

۵-۱۴-۱۲- نتایج مطالعات کانه‌آرایی

- الف- در مقیاس آزمایشگاهی
- ب- در مقیاس پایه

۵-۱۴-۱۳- مطالعات زیست محیطی

- الف- تعیین عناصر و ترکیبات سمی احتمالی و اسیدی کانسار
- ب- تجزیه شیمیایی و مطالعات تعیین آلودگی در محدوده اکتشافی
- پ- تعیین منابع آلودگی و راه‌های پیشگیری از آن

۵-۱۴-۱۴- نتایج مطالعات زیرساخت‌ها

- الف- فرهنگی
- ب- اجتماعی
- پ- سیاسی
- ت- اقتصادی

۵-۱۴-۱۵- ارایه خلاصه نتایج مطالعات امکان‌سنجی

- الف- مطالعات طراحی معدن
- ب- مطالعات فرآوری
- پ- برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری
- ت- مطالعات بازار
- ث- پیش‌بینی قیمت و برآورد درآمد
- ج- موارد حقوقی، مالکیت و قانونی
- چ- مسایل مالی و مالیات
- ح- تاثیرات زیست محیطی
- خ- تجزیه و تحلیل اقتصادی

۵-۱۴-۱۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- الف- تلفیق کلیه بررسی‌های انجام شده، تعبیر و تفسیر نتایج و نتیجه‌گیری
- ب- پیشنهادات برای تجهیز و بهره‌برداری از کانسار و احداث واحد فرآوری

۵-۱۴-۱۷- فهرست منابع

- فارسی و غیر فارسی

۵-۱۴-۱۸ - پیوست‌ها

الف - لیست نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌ها، مطالعات پتروگرافی، کانی‌شناسی و مینرالوگرافی، مطالعات فرآوری، زمین‌شناسی و ژئوتکنیک

ب - نقشه‌ها، نیمرخ‌ها و نمودارهای حفاری

پ - نقشه آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی

ت - جدول‌ها

جدول ۵-۱ - چک‌لیست فهرست خدمات اکتشاف قلع در مرحله تفصیلی

ردیف	نوع عملیات	مقیاس	نوع کانی‌سازی
۱	جمع‌آوری، پردازش و تلفیق داده‌های مراحل قبلی و برنامه-ریزی برای انجام عملیات اکتشافی	۱:۲۵۰۰۰، ۱:۵۰۰۰، ۱:۱۰۰,۰۰۰ ۱:۱۰۰,۰۰۰	انواع کانسارهای قلع
۲	تهیه نقشه توپوگرافی به روش برداشت زمینی و با دوربین نقشه‌برداری	۱:۵۰۰، ۱:۱۰۰۰، ۱:۲۰۰۰	انواع کانسارهای قلع
۳	تهیه نقشه زمین‌شناسی (برداشت با دوربین نقشه‌برداری)	۱:۵۰۰، ۱:۱۰۰۰، ۱:۲۰۰۰	انواع کانسارهای قلع
۴	تهیه نقشه دگرسانی	۱:۱۰۰۰، ۱:۲۰۰۰	انواع کانسارها به جز پلاستی
۵	تهیه نقشه زمین‌شناسی ساختاری	۱:۱۰۰۰، ۱:۲۰۰۰	انواع کانسارها به جز پلاستی
۶	حفر ترانشه، برداشت و نمونه‌برداری به فواصل ۳۰ تا ۵۰ متری	۱:۵۰، ۱:۱۰۰	عمدتاً در کانسارهای رگه‌ای و مانتو و اسکارن و بعضاً گرایزن، ریولیتی و پورفیری
۷	حفر چاهک‌های اکتشافی در شبکه‌های ۵۰×۵۰، ۱۰۰×۵۰ یا ۱۰۰×۱۰۰ متری همراه با برداشت و نمونه‌برداری	۱:۱۰۰۰، ۱:۲۰۰۰	در کانسارهای نوع پلاستی یا بخش‌های پوشیده در کانسارهای نوع پورفیری، گرایزن یا ریولیتی
۸	مطالعات ژئوفیزیکی تکمیلی به روش IP-RS	۱:۱۰۰۰، ۱:۲۰۰۰	در کانسارهای نوع پورفیری، ریولیتی و مانتو
۹	مطالعات ژئوفیزیکی تکمیلی به روش‌های مغناطیس‌سنجی و گرانی‌سنجی	۱:۱۰۰۰، ۱:۲۰۰۰	در کانسارهای رگه‌ای، اسکارن و گرایزن
۱۰	مطالعات لیتوژئوشیمیایی در شبکه‌های ۵۰×۵۰، ۱۰۰×۵۰ یا ۱۰۰×۱۰۰ متری و تهیه نقشه‌های هم‌عیار قلع و عناصر همراه	۱:۱۰۰۰، ۱:۲۰۰۰	در کانسارهای پورفیری، گرایزن و ریولیتی و بعضاً اسکارن
۱۱	حفر گمانه‌های اکتشافی شیبدار به فواصل ۵۰ و ۱۰۰ متری به اعماق ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ متری	۱:۱۰۰، ۱:۲۰۰	در کانسارهای رگه‌ای و اسکارن و مانتو
۱۲	حفر گمانه‌های اکتشافی عمودی در شبکه‌های ۵۰×۵۰ یا ۱۰۰×۱۰۰ متری به اعماق ۱۰۰ تا ۳۰۰ متری	۱:۱۰۰، ۱:۲۰۰	در کانسارهای پورفیری، گرایزن و ریولیتی
۱۳	برداشت زمین‌شناسی و نمونه‌برداری از حفاریات به روش‌های لپیری و شیاری (ترانشه لپیری و شیاری و چاهک شیاری)	۱:۱۰۰، ۱:۲۰۰	انواع کانسارهای قلع
۱۴	تجزیه شیمیایی کلیه نمونه‌های برداشت شده برای تعیین میزان قلع و عناصر همراه	ASS, ICP-OES پلاروگرافی	انواع کانسارهای قلع
۱۵	مطالعات سنگ‌شناسی، کانی‌شناسی، پرتو ایکس و مقطع صیقلی	-	در کانسارهای قلع

ادامه جدول ۵-۱ - چک‌لیست فهرست خدمات اکتشاف قلع در مرحله تفصیلی

۱۶	برداشت یک یا دو نمونه معرف از کانسار و انجام مطالعات فرآوری	پیشاهنگ (پابلوت)	انواع کانسارهای قلع
۱۷	مطالعات درزه‌نگاری و مکانیک سنگ	-	در کانسارهای قلع به جز پلاسری
۱۸	مطالعات چاه‌پیمایی	۱:۲۰۰، ۱:۱۰۰	در کانسارهای قلع به جز پلاسری
۱۹	مطالعات آب‌شناسی	-	در انواع کانسارهای قلع
۲۰	مطالعات زیست‌محیطی	-	در انواع کانسارهای قلع
۲۱	بلوک‌بندی، مدل‌سازی و محاسبات تعیین ذخیره و عیار قلع	نشریه ۳۷۹	در انواع کانسارهای قلع
۲۲	تهیه طرح مقدماتی استخراج	مقدماتی	در انواع کانسارهای قلع
۲۳	مطالعات فنی و اقتصادی	امکان‌سنجی	در انواع کانسارهای قلع
۲۴	گزارش نهایی	تفصیلی	در انواع کانسارهای قلع

پیوست

ویژگی‌های انواع کانسارهای قلع

پ-۱- آشنایی

کانسارهای شناخته شده قلع شامل انواع گرایزن، رگه‌ای، پورفیری، اسکارن، ریولیتی، جانشینی و پلاسری است که ویژگی‌های آن‌ها در ادامه تشریح شده است.

پ-۲- کانسارهای گرایزن قلع

کانسارهای گرایزن قلع به کانسارهای حاوی کاسیت‌های پراکنده، رگه‌ای، استوک‌ورک، عدسی، تنوره‌ای و برش‌های کاسیت‌دار موجود در گرانیتهای گرایزنی شده اطلاق می‌شود. از دیدگاه محیط زمین‌شناسی، سنگ‌های میزبان از نوع لوکوگرانیت بیوتیت‌دار و یا مسکوویت‌دار (عموماً تیپ S) دارای کانی‌های فرعی مشخص نظیر توپاز، تورمالین، فلوریت و بریل هستند. گرایزن‌های قلع معمولاً مرتبط با فازهای پایانی ماگمایی و با مذاب‌های تفکیک شده تاخیری همراه هستند. بافت این سنگ‌ها تمام بلورین است و در مواردی حفره‌های میارولیتیک ممکن است در آن‌ها دیده شود. این سنگ‌ها معمولاً حالت تورق ندارند. در برخی حالات بافت‌های بلورین هم‌بعد، آپلیتی و پورفیروئیدی نیز ممکن است داشته باشند. این کانسارها محدوده سنی خاصی ندارند و کانی‌سازی قلع از نظر زمانی با مراحل انتهایی جایگیری توده‌های گرانیتوئیدی مرتبط است. از نظر محیط جایگیری در ارتباط با محیط‌های نیمه عمیق تا محیط زیرآتشفشانی هستند. از نظر محیط تکتونیکی این کانسارها در نواحی چین خورده سنگ‌های رسوبی و آتشفشانی ضخیم لایه سپرهای کراتونی پایدار، همچنین در حاشیه‌های افزایشی تشکیل می‌شوند و گرانیتوئیدها معمولاً بعد از چین‌خوردگی جایگزین می‌شوند.

کانسارهای گرایزن قلع ممکن است با انواع کانسارهای رگه‌ای سولفیدی کوارتز-کاسیت‌دار، استوک‌ورک‌های کوارتز-کاسیت‌دار \pm مولیبدنیت و رگه‌های پیچیده تاخیری قلع-نقره-سولفیدها همراه باشند.

از نظر کانی‌شناسی معمولاً حالت منطقه‌بندی به صورت کاسیت‌دار+مولیبدنیت، کاسیت‌دار+مولیبدنیت+آرسنوپریت+بریل، ولفرامیت+بریل+آرسنوپریت+بیسموئینیت، کانی‌های سولفیدی Zn-Pb-Cu+سولفوآستانتیت‌ها، رگه‌های کوارتز + فلوریت، کلسیت و پیریت است. کانسارهای گرایزن قلع ساخت و بافت به شدت متغیری دارند. انواع خیلی معمول آن‌ها به صورت کاسیت‌دار پراکنده درون گرایزن توده‌ای و رگچه‌ها و استوک‌ورک‌های کوارتز در نوک یا درون سنگ دیواره‌های در برگیرنده دیده می‌شوند و به ندرت به صورت تنوره‌ها، عدسی‌ها و برش‌های تکتونیکی تشکیل می‌شوند.

دگرسانی‌ها شامل زون گرایزن، تشکیل مسکوویت \pm کلریت و تورمالین و فلوریت، گرانیتهای گرایزنی شده، کوارتز-مسکوویت-توپاز-فلوریت، \pm تورمالین که بافت اولیه گرانیتهای باقی مانده است، گرایزن توده‌ای، کوارتز-مسکوویت-توپاز \pm فلوریت \pm تورمالین که به طور تیبیک بافت اولیه حفظ نشده است. کانی تورمالین ممکن است به طور پراکنده، لکه‌های متمرکز و پراکنده یا به شکل تخته‌ای و پرکننده فضاهای خالی وجود داشته باشد. گرایزن ممکن است در هر نوع سنگ دیواره‌ای به ویژه در مجموعه‌های دارای آلومینوسیلیکات تشکیل شود. از مهم‌ترین کانسارهای نوع گرایزن قلع می‌توان آنکر (استرالیا)، آلتن‌برگ و ارتس‌گیرگه (آلمان)، کیووک (جمهوری چک)، کمپویل شرقی و نوواسکوتیا (کانادا) را نام برد.

پ-۲-۱- راهنمای اکتشافی

وجود آنومالی‌های ژئوشیمیایی Ag, Sn, W, Mo, F, B, Bi و As وجود توده‌های گرانیتویدی لوکوکرات نوع S و دگرسانی گرایزی شدن همراه با کانی‌های تورمالین، فلوریت، مسکویت و توپاز از مهم‌ترین پارامترها برای اکتشاف این گونه کانسارهاست.

پ-۲-۲- عوامل اقتصادی

این کانسارها از منابع اصلی کاسیتريت در کانسارهای پلاسری‌اند و علاوه بر عنصر قلع، تنگستن نیز به عنوان عنصر دوم بر ارزش آن‌ها می‌افزاید. بسیاری از ذخایر بزرگ دنیا نظیر آلتن‌برگ در آلمان و داسیت‌کمپویل در کانادا از این نوع‌اند.

پ-۳- کانسارهای رگه‌ای قلع

این کانسارها شامل رگه‌های شکاف پرکن یا جانشینی ساده و یا پیچیده کوارتز-کاسیتريت±ولفرامیت و سولفیدهای فلزات پایه در نزدیکی سنگ‌های نفوذی فلسیک هستند. نام دیگر این کانسارها رگه‌های تیپ کرنیش^۱ است. از لحاظ محیط زمین‌شناسی ارتباط مکانی نزدیکی با گرانیتویدهای چند مرحله‌ای دارند. به ویژه همراه با لوکوگرانیت‌های بیوتیت‌دار و (یا) مسکوویت‌دار دیده می‌شوند. همچنین گاه همراه با سنگ‌های مذکور، سنگ‌های رسوبی پلیتی نیز دیده می‌شود. از نظر بافت، سنگ‌های یاد شده دارای انواع بافت‌های عمقی هستند. سن تشکیل این کانسارها معمولاً پالئوزویک و مزوزویک است اما ممکن است هر سنی داشته باشند. محیط تشکیل کانسارهای رگه‌ای قلع پلوتون‌های نیمه‌عمیق تا عمیق است و سنگ‌های خروجی معمولاً همراه آن‌ها دیده نمی‌شود. دایک‌ها و مجموعه‌های دایکی عموماً با این نوع کانسارها همراه‌اند. از نظر محیط تکتونیکی این کانسارها در نواحی چین خورده و حاشیه‌های افزایشی به همراه گرانیتویدهای اواخر کوهزایی تا بعد از کوهزایی تشکیل می‌شوند و ممکن است در برخی قسمت‌ها از نوع آناکسی باشند.

کانسارهای رگه‌ای قلع به همراه کانسارهای گرایزن، اسکارن و کانسارهای جانشینی قلع یافت می‌شوند. از نظر کانی‌شناسی کانسارهای رگه‌ای تنوع زیادی دارند و شامل کاسیتريت±ولفرامیت، آرسنوپیریت، مولیبدنیت، هماتیت، شلیت، بریل، گالن، کالکوپیریت، اسفالریت، استانیت و بیسموتیت هستند. با وجود تغییرات و همپوشانی‌ها، بیشتر این کانسارها دارای زون داخلی کاسیتريت±ولفرامیت هستند که به وسیله کانی‌های سولفیدی Pb, Zn, Cu و Ag در بر گرفته می‌شوند. این کانسارها ساخت و بافت متغیری دارند و به صورت نوارهای برشی شده، شکاف‌های پر شده، نوع جانشینی و پرکننده فضاهای خالی دیده می‌شوند.

دگرسانی‌ها شامل سریسیتی شدن±تورمالینی شدن در حاشیه رگه‌ها و سیلیسی شدن، کلریتی شدن و هماتیتی شدن در مجاورت گرانیته‌ها است. نهشته‌های اقتصادی قلع معمولاً در قله یا اطراف گنبد‌های گرانیتی تجمع می‌یابند. کنترل‌کننده‌های محلی شامل تغییر ساختمان رگه‌ها، تغییرات سنگ‌شناسی و ساختاری، تقاطع رگه‌ها، دایک‌ها و گسل‌های متقاطع است. هوازدگی این گونه کانسارها در تشکیل نهشته‌های پلاسری موثر است.

1- Cornish type

پ-۳-۱- راهنمای اکتشافی

از نظر ژئوشیمیایی عناصر Sn, As, W و B ردیاب خوبی برای کانسارهای رگه‌ای قلع هستند. همچنین عناصری همانند F, Rb, Be, Nb, Cs, U, Mo و REEs که مشخص‌کننده نوع خاصی از گرانیته‌ها هستند، نیز اهمیت ژئوشیمیایی برای اکتشاف کانسارهای رگه‌ای قلع دارند.

پ-۳-۲- عوامل اقتصادی

از مهم‌ترین کانسارهای رگه‌ای قلع می‌توان کانسارهای کورنوال (انگلستان)، هربرتون و آبرفویل (استرالیا)، کروپکا (جمهوری چک) و کالپاکا (اندونزی) را نام برد. کانسارهای رگه‌ای قلع اگر چه دارای ذخیره پایین و قابل استخراج به روش زیرزمینی است، ولی با داشتن عیار بالا و نیز وجود عناصر همراه $Au \pm Ag-W$ ارزش افزوده بالایی دارند.

پ-۴- کانسارهای رگه‌ای قلع و نقره

این کانسارها معادل کانسارهای رگه‌ای پلی‌متال، رگه‌ای پلی‌متال نوع بولیوی، کانسارهای قلع-نقره، پلی‌متال و کانسارهای زئوترمال پلی‌متال هستند. عناصری که به صورت محصولات فرعی از این کانسارها به دست می‌آیند عبارت از روی، مس، طلا، سرب، کادمیم، ایندیم، بیسموت و تنگستن هستند.

کانسارهای رگه‌ای قلع و نقره در واقع رگه‌های سولفیدی و کوارتز-سولفیدی حاوی کاسیتريت، دیگر فلزات پایه و دارای کانی‌های نقره هستند و با توده‌های نفوذی کوارتزار نیمه‌عمیق یا درون سنگ‌های میزبان بلافاصل توده‌های مذکور همراه‌اند. گاه ماده معدنی درون سنگ‌های آتشفشانی همراه با کمپلکس‌های گنبدی-جریانی داسیتی تا کوارتز لاتیت یافت می‌شود.

از نظر محیط تکتونیکی این کانسارها در حاشیه قاره‌ها و در کمربندهای هم‌زمان یا بعد از کوهزایی دارای توده‌های نفوذی کم عمق، درون کمربندهای آتشفشانی-نفوذی با ترکیب حد واسط تا فلسیک تشکیل می‌شوند.

محیط تشکیل کانسارهای رگه‌ای قلع در گسل‌ها، مناطق برشی و شکستگی‌های موجود در مجاورت توده‌های نفوذی فلسیک کم عمق است و از نظر زمین‌شناسی درون کمپلکس‌های گنبدی-جریانی و به ویژه در گنبدها و حلقه‌های توفی احاطه‌کننده آن‌ها و برش‌های انفجاری تشکیل می‌شوند.

سن چنین کانسارهایی در انواع تیپ بولیوی، ترشیری، در کشور ژاپن، کرتاسه و ترشیری و در کانادا ترشیری و قدیمی‌تر است. کانسارهای رگه‌ای قلع و نقره سنگ میزبان خاصی ندارند و ظاهراً سنگ میزبان، کنترل‌کننده مهمی در تشکیل آن‌ها نیست. ممکن است در سنگ‌های رسوبی، آتشفشانی و نفوذی و گاه در سنگ‌های رسوبی دگرگون شده تشکیل شوند. توده‌های نفوذی همراه با کانی‌سازی از نوع کوارتزار و پرآلومین و مقدار SiO_2 آن‌ها ۶۰ الی ۷۰ درصد (داسیت تا ریوداسیت) است و در مواردی سنگ‌های خیلی فلسیک نیز با کانی‌سازی همراه است.

شکل کانی‌سازی رگه‌ای و اغلب به صورت دسته‌های نزدیک به هم و حالت ورقه‌ای^۱ به صورت رگه‌های کوچک شیب‌دار است. ضخامت رگه‌ها از حد رگچه‌ای تا چند متر متغیر است، اما اغلب تا یک متر نیز ضخامت دارند.

رگه‌های پرعیار بزرگ معمولاً ۲۰۰ الی ۳۰۰ متر در امتداد شیب، کشیدگی دارند و ممکن است به ۱۰۰۰ متر نیز برسند. سیستم‌های رگه‌ای و پوشش استوک‌ورکی همراه با آن‌ها ممکن است مساحتی بالغ بر یک کیلومتر مربع در بالای گنبد‌های مخروطی شکل یا توده‌های نفوذی با پهنای یک تا دو کیلومتر را پوشش دهند.

رگه‌ها از لحاظ بافتی به صورت ترکیب نوارهای چند مرحله‌ای با کانه‌های فراوان هستند که در عمق به کوارتزهای بلورین و در سطح به رگه‌ها و استوک‌ورک‌های کوارتزار حفره‌ای می‌رسند. پیریت و کاسیت به عنوان کانی‌های اصلی و کانی‌های پیرویت، مارکاسیت، اسفالریت، گالن، کالکوپیریت، استانیت، آرسنوپیریت، بیسموتینیت، بیسموت طبیعی، مولیبدنیت، آرژانتیت، طلا و کمپلکس‌های سولفوسالتی به عنوان کانی‌های فرعی موجود در رگه‌ها هستند.

چنین کانسارهایی با پیچیدگی خاص کانی‌شناسی خود معروف‌اند. منطقه‌بندی مشخصی در جهت قائم یا جانبی در رگه‌ها دیده نمی‌شود اما برخی از کانسارها، منطقه‌بندی زمانی و مکانی مشخصی دارند. همچنین در برخی از کانسارها به ویژه در مجموعه‌های نفوذی یا با میزبان گنبدی، زون‌های مرکزی دارای کانی‌های دمای بالای کاسیت، ولفرامیت، بیسموتیت و آرسنوپیریت هستند. بخش‌های پیرامونی دارای مقادیر متفاوتی از استانیت و کالکوپیریت همراه با مقادیر مهمی از اسفالریت، گالن و سولفوسالت‌های سرب و کانی‌های نقره‌دار هستند. نقره در بخش‌های بالایی سیستم‌های رگه‌ای به صورت آرژانتیت، نقره طنابی و طبیعی و در بخش‌های عمقی عمدتاً به صورت تترائدریت حضور دارد.

کانی‌های باطله اصلی شامل کوارتز، سربیت و پیریت و کانی‌های باطله فرعی شامل تورمالین در عمق، کائولینیت و کالسدونی نزدیک سطح و به صورت نادر باریت، سیدریت، کلسیت، کربنات‌های منگنز و فلوریت هستند.

کوارتز-سربیت-پیریت مجموعه دگرسانی غالب است و در پیرامون رگه‌ها مجموعه دگرسانی کوارتز-سربیت-کلریت گسترش می‌یابند. همچنین در نزدیکی سطح، دگرسانی آرژیلیکی و آرژیلیکی پیشرفته در برخی از کانسارها، دیگر دگرسانی‌ها را در برمی‌گیرند. هوازگی چنین کانسارهایی باعث تشکیل کلاک لیمونیتی ناشی از اکسیداسیون پیریت می‌شود.

کنترل‌کننده‌های گسترش کانسارهای رگه‌ای قلع و نقره در زون‌های ورقه ورقه شده، دسته رگه‌های نزدیک به هم هستند. همچنین درزه‌ها و شکستگی‌های ناشی از جایگیری و سرد شدن توده‌های نفوذی میزبان کانی‌سازی نیز کنترل‌کننده رگه‌ها است. رگه‌های شکاف پرکن و برشی-جانشینی نیز با رگه‌ها و تنوره‌های برشی همراه هستند. برخی از کانسارها درون گسل‌ها، مناطق برشی، محور چین‌ها، مناطق شکستگی مرتبط با تکتونیک ناحیه‌ای تشکیل می‌شوند.

در بسیاری از کانسارها جانشینی اولیه سنگ دیواره در امتداد شکاف‌های باریک عمدتاً با پرشدگی فضاهای خالی همراه است. از دیدگاه مدل زایشی، ماگمای داسیتی و محلول‌های گرمابی حاوی فلز نشان دهنده محصولات انتهایی سیستم‌های بزرگ ماگمایی گرمابی هستند. احتمالاً قلع در اثر تحرک مجدد از سنگ‌های سیالیک ناشی از پوسته اقیانوسی که دوباره به چرخه وارد شده‌اند تامین می‌شود.

کانسارهای دیگری که ممکن است با رگه‌های قلع و نقره همراه باشند عبارت از رگه‌های پلی‌متال Zn-Pb-Ag، طلا و نقره اپی‌ترمال با سولفیداسیون پایین، قلع پورفیری و پلاسرها هستند. کانسارهای رگه‌ای قلع و نقره با افزایش عمق به رگه‌ها و گرایزن‌های قلع همراه با نفوذ توده‌های گرانیتی مزوزون تبدیل می‌شوند.

کاسیتريت موجود در رسوبات واریزه‌ای را می‌توان به روش پلاسری استخراج کرد. کانسارهای قلع ریولیتی تیپ مکزیکی یا کانسارهای «قلع چوبی» رده جداگانه‌ای از کانسارهای مورد بحث هستند. از مهم‌ترین کانسارهای رگه‌ای قلع و نقره می‌توان کانسارهای آشیو، کیشو و آکوب در ژاپن و پوتوسی و سروریگو در بولیوی را نام برد.

پ-۴-۱- راهنماهای اکتشافی

شاخص‌های ژئوشیمیایی چنین کانسارهایی وجود آنومالی‌های نقره، مس، روی، سرب، قلع، تنگستن، آرسنیک و بیسموت است. همچنین سیستم‌های رگه‌ای ممکن است پیوستگی قائم و افقی فشرده‌ای همراه با زون‌بندی فلزی مشخصی را نشان دهند. کانسارهای رگه‌ای پلی‌متال نوع بولیوی در عمق ۰/۵ تا ۲ کیلومتر سطح اولیه تشکیل می‌شوند. رگه‌های عمقی بیشتر کانسارهای سولفیدهای توده‌ای حاوی قلع، تنگستن، بیسموت و رگه‌های سطحی‌تر دارای کوارتز-باریت و کالسدونی-باریت حاوی نقره و به ندرت طلا هستند. زون‌بندی کانسارهای رگه‌ای قلع و نقره از عمق به سطح و از مرکز به سمت خارج به صورت $Cu+Zn$, $Sn+W$, $Pb+Zn$, $Pb+Ag$ و $Au \pm Ag$ است و معمولاً حالت تلسکوپی دارد. زون‌های اکسید شده ممکن است حاوی کانی‌های ثانویه نقره مانند کلریدهای نقره باشند.

پ-۴-۲- عوامل اقتصادی

معمولاً عیار و ذخیره چنین کانسارهایی از کانساری به کانسار دیگر تفاوت‌های زیادی نشان می‌دهد. کانسار سروریگو در کشور بولیوی دارای ۰/۲ درصد قلع و ۷۰ الی ۱۷۹ گرم در تن نقره است. از عوامل محدودکننده اقتصادی این کانسارها می‌توان به باریک شدن رگه‌ها اشاره کرد.

این کانسارها یکی از منابع اصلی کاسیتريت در کانسارهای پلاسری در سرتاسر جهان هستند و رگه‌های پرعیار آن‌ها در آمریکای جنوبی استخراج می‌شوند. در حال حاضر جذابیت چنین کانسارهایی دارا بودن مقادیر مهمی نقره است. همچنین در برخی از کانسارها، طلا نیز حایز اهمیت اقتصادی است. در آینده تولید قلع از چنین کانسارهایی احتمالاً به عنوان محصول فرعی خواهد بود و فقط در صورتی که کاسیتريت کانی اصلی قلع باشد به عنوان ذخیره قلع مورد بررسی قرار می‌گیرند.

پ-۵- کانسارهای قلع پورفیری

کانسارهای قلع پورفیری در واقع کاسیتريت‌های ریزدانه درون رگچه‌ها و زون‌های خرد شده استوک‌ورک و برشی شده و پراکنده درون توده‌های نفوذی فلسیک با بافت پورفیری و سنگ‌های میزبان آن‌ها هستند. مترادف کانسارهای قلع پورفیری، کانسارهای قلع نیمه‌آتشفشانی است و عناصر نقره و تنگستن به عنوان محصولات فرعی از آن‌ها به دست می‌آیند. از نظر موقعیت تکتونیکی این کانسارها در زون‌های کششی درون کراتون‌ها به ویژه مناطق بعد از کوهزایی دارای پوسته ضخیم که احتمالاً به وسیله مناطق فرورانش با شیب کم ایجاد شده، قرار دارند.

موقعیت زمین‌شناسی کانسارهای قلع پورفیری در کراتون‌ها، در مراکز توده‌های نفوذی کم عمق تا نیمه‌آتشفشانی همراه با نفوذهای چند مرحله‌ای است. محدوده سنی کانی‌سازی قلع پورفیری از پالئوزویک تا ترشیری است. سنگ میزبان این کانسارها توده‌های نفوذی و برش‌های همراه آن است، گو این که امکان دارد هر نوع سنگی اعم از رسوبی، آذرین و یا دگرگونی نیز سنگ

میزبان آن باشد. توده‌های نفوذی که باعث کانی‌سازی می‌شوند، از نوع فلسیک و غنی از فلوتور و یا بور و دارای بافت پورفیریتیک هستند. توف‌ها یا دیگر سنگ‌های خروجی ممکن است همراه کانی‌سازی وجود داشته باشند.

شکل کانسار متغیر است و از مخروط واژگون تا شکل استوانه‌ای و یا اشکال خیلی نامنظم دیده می‌شوند. از لحاظ ابعاد، کانسارهای قلع پورفیری بزرگ با صدها متر عرض و ده‌ها تا صدها متر گسترش عمقی هستند.

از نظر ساختاری، استوک‌ورک‌های ناشی از شکستگی‌های متقاطع و رگچه‌های کوارتزی کنترل‌کننده کانی‌سازی هستند و یا به صورت پراکنده درون زون‌های برشی هیدروترمالی حضور دارند. رگه‌ها، دسته رگه‌ها و زون‌های جانیشینی نیز ممکن است وجود داشته باشند. کانه اصلی این نوع کانسارها کاسیتريت و کانی‌های فرعی استانیت، کالکوپیریت، اسفالریت و گالن هستند. همچنین سولفوسالت‌های کمپلکس قلع و نقره درون رگه‌ها و زون‌های جانیشینی تاخیری تشکیل می‌شوند. کانی‌های همراه و باطله کانی‌سازی قلع پورفیری شامل پیریت، آرسنوپیریت، لولنژیت، توپاز، فلوریت، تورمالین، مسکوویت، زینوالدیت و لپیدولیت هستند.

دگرسانی‌ها در کانسارهای قلع پورفیری نوع بولیوی از نوع سرسیت+پیریت+تورمالین است که در برخی از کانسارها یک زون مرکزی کوارتز+تورمالین را احاطه می‌کنند. دگرسانی سرسیتی معمولاً با دگرسانی پروپلیتیک ضعیفی در بر گرفته شده است.

در این کانسارها اکسیداسیون پیریت باعث تشکیل کلاهای آهنی (گوسان) لیمونیتی می‌شود و هوازدگی عمیق و فرسایش در تشکیل تمرکزات بر جای کاسیتريت و یا نهشته‌های پلاسری رودخانه‌ای یا کوهپایه‌ای آن نقش دارد. از مهم‌ترین کانسارهای قلع نوع پورفیری می‌توان به کانسارهای کورولک، کاتاوی و لالاگونا (بولیوی) و تارونگا (استرالیا) اشاره کرد.

پ-۵-۱- مدل ژنتیکی

مدل ژنتیکی که برای تشکیل کانسارهای قلع پورفیری ارائه شده، ماگمایی-هیدروترمال است. بدین معنی که حجم‌های عظیمی از سیالات آبگین و شور ماگمایی که تحت فشار هستند، قلع و دیگر فلزات را از ماگمای مرتبط تهی می‌کنند. برشی شدن چند مرحله‌ای که مربوط به آزاد شدن فشار سیال از بخش‌های بالایی توده‌های نفوذی کوچک است، باعث نهشته شدن کانه و کانی‌های گانگ درون شکستگی‌های متقاطع، رگچه‌ها و برش‌های کلاهای بیرونی توده‌های نفوذی و سنگ‌های میزبان همراه می‌شود. اختلاط آب‌های ماگمایی با آب‌های جوی در مراحل آخر سیستم ماگمایی-هیدروترمال، ممکن است در نهشته شدن مقداری قلع و دیگر فلزات، به ویژه درون رگه‌های تاخیری نقش داشته باشد. کانسارهای قلع رگه‌ای و رگه‌های پلی‌متال قلع‌دار از کانسارهای همراه با کانسارهای قلع پورفیری هستند.

تعدادی از کانسارهای قلع پورفیری نیمه‌آتشفشانی نیستند اما از لحاظ اندازه بزرگ، عیار پایین، ارتباط با توده‌های نفوذی فلسیک و کنترل‌کننده‌های اصلی ساختاری (رگه‌ها، شکستگی‌ها و برش‌های کانی‌سازی شده) شبیه بعضی از کانسارهای مس پورفیری هستند.

پ-۵-۲- راهنماهای اکتشافی

از جمله نشانه‌های اکتشافی ژئوشیمیایی کانسارهای قلع پورفیری، وجود آنومالی بالای عناصر Rb, Pb, Zn, Cu, W, Ag, Sn. در سنگ‌های میزبان نزدیک به مناطق کانی‌سازی شده و در هاله‌های پراکندگی ثانویه پوشاننده آن است. مقادیر بالای Li, F و B در سنگ‌های میزبان نزدیک به مناطق کانی‌سازی شده و در هاله‌های پراکندگی ثانویه پوشاننده آن است.

آنومال Sn، F، W، Cu، Pb و Zn در رسوبات رودخانه‌ای Sn، W، F، B است که به صورت کانی‌های سنگین توپاز و تورمالین ممکن است دیده شوند.

از لحاظ ژئوفیزیکی، توده‌های نفوذی مرتبط با کانی‌سازی ممکن است خاصیت مغناطیسی پایینی داشته باشند، اما بخش‌های حاشیه‌ای توده‌های مذکور در صورت وجود پیرویت یا منیتیت درون زون‌های اسکارنی یا هورنفلسی همراه، خاصیت مغناطیسی بالایی دارند. برای مشخص کردن آنومالی‌های U، Th، K یا موجود در توده‌های نفوذی مرتبط با کانی‌سازی یا زون‌های دگرسان شده و کانی‌سازی شده، می‌توان از روش‌های رادیومتری نیز استفاده کرد. از دیگر راهنماهای اکتشافی می‌توان به زون‌بندی ممکن Ag-Sn نسبت به فلزات پایه، هم در مقیاس ناحیه‌ای و هم در مقیاس محلی (محدوده کانسار) اشاره کرد.

پ-۵-۳- عوامل اقتصادی

میزان ذخیره کانسارهای قلع پورفیری بالغ بر ده‌ها میلیون تن با عیار قلع ۰٫۲ تا ۰٫۵ درصد است. از عوامل اقتصادی محدودکننده می‌توان به عیارهای پایین این گونه کانسارها اشاره کرد که مستلزم استخراج در حجم‌های بالاست که این امر ممکن است با میزان تقاضا توجیه و هم‌خوانی نداشته باشد. کانسارهای قلع پورفیری از نظر تامین قلع در مقیاس جهانی اهمیت فرعی دارند و در میان بخش‌های تولیدکننده قلع، معدن کمپویل شرقی در آمریکای شمالی تولیدکننده اصلی قلع از این نوع کانسارها است.

پ-۶- کانسارهای اسکارنی قلع

این کانسارها در واقع کانی‌سازی کاسیتريت در زون‌های اسکارنی شامل اسکارنی‌های کلسیمی و منیزیمی هستند. این کانسارها به نام کانسارهای قلع پیرومتاسوماتیک یا کنتاکت متاسوماتیک نیز نامیده می‌شوند. تنگستن، روی و منیتیت به عنوان محصولات فرعی از اسکارنی‌های قلع به دست می‌آیند. از نظر محیط تکتونیکی مرتبط با گرانیتهای تاخیری تا بعد از کوهزایی هستند که درون توالی‌های ضخیم رسوبی حاشیه قاره‌ای و یا درون توالی‌های موجود در محیط‌های ریفتی یا کراتونی پایدار، جای گرفته‌اند. محدوده سنی اسکارنی‌های قلع با اهمیت اقتصادی، مزوزویک یا پالئوزویک است، اما امکان دارد که هر سنی داشته باشند. کربنات‌ها و توالی‌های رسوبی کربناته با اسکارنی‌های قلع همراه‌اند و با گرانیتهای سری ایلمنیت تفریق یافته (با Ca پایین و Si و K بالا) و استوک‌ها و باتولیت‌های (تیپ I و تیپ S) کوارتز مونزونیت و آدامیت ارتباط دارند که درون سنگ‌های کربناته و تخریبی‌های کربنات‌دار نفوذ کرده‌اند. اسکارنی‌های قلع معمولاً در محیط‌های احیایی و عمیق تشکیل می‌شوند و ممکن است با دگرسانی گرایزن همراه باشند.

شکل کانسار متنوع و به فرم‌های چینه‌سان، استوک‌ورک، لوله‌ای شکل یا توده‌های رگه‌ای نامنظم است. کانی‌شناسی اسکارنی‌های قلع متنوع و شامل کاسیتريت ± شلیت ± آرسنوپیریت ± پیرویت ± کالکوپیریت ± استانیت ± منیتیت ± بیسموتیت ± اسفالریت ± پیریت ± ایلمنیت است.

از نظر دگرسانی کانی‌های موجود در زون اگزواسکارنی شامل گارنت اگراندیت (گاه غنی از Sn، F و Be)، هدرنبریت، ± وزوویانیت (گاهی غنی از Sn و F) ± مالانیت ± بیوتیت غنی از Fe و یا F ± اسفن استانیت‌دار ± گاهنیت ± روتیل ± ایلوانیت غنی از Sn ± ولاستونیت ± آدولاریا هستند.

کانی‌های تاخیری شامل مسکوویت، بیوتیت غنی از آهن، کلریت، تورمالین، فلوئوریت، سلائیت، استیلپنوملان، اپیدوت و آمفیبول هستند. دو کانی اخیر ممکن است غنی از Sn باشند. اسکارن‌های قلع منیزیم‌دار ممکن است دارای اولیوین، سرپانتین، اسپینل، لودویگیت، تالک و بروسیت نیز باشند.

کانی‌های گرایزنی شامل کوارتز و مسکوویت \pm تورمالین \pm توپاز \pm فلوریت \pm کاسیتريت \pm سولفیدها هستند. در توده‌های نفوذی تفریق یافته که درون سنگ‌های کربناته نفوذ کرده‌اند، شکستگی‌ها، مرزهای سنگ‌شناسی و ساختاری، از جمله کنترل‌کننده‌های ماده معدنی هستند. این کانسارها ممکن است از توده‌های نفوذی منشأ، تا ۵۰۰ متر نیز فاصله داشته باشند. کانسارهایی که ممکن است با اسکارن‌های قلع همراه باشند شامل کانسارهای اسکارن تنگستن، گرایزن‌های قلع \pm برلیم، رگه‌های کوارتز-سولفید قلع‌دار و اسکارن‌های سرب و روی هستند. اسکارن‌های قلع معمولاً در سطوح ساختارهای عمیق و در شرایط اکسیداسیون کاهنده^۱ تشکیل می‌شوند. از مهم‌ترین کانسارهای اسکارن قلع می‌توان به کانسارهای لاست‌ریور در آمریکا و مونیای در استرالیا اشاره کرد.

پ-۶-۱- راهنماهای اکتشافی

نشانه‌های ژئوشیمیایی این کانسارها وجود آنومالی‌های Sn, W, F, Be, Bi, Mo, As, Zn, Cu, Li, Cs, Re و نشانه‌های ژئوفیزیکی شامل آنومالی‌های مغناطیسی، پلاریزاسیون القایی و احتمالاً رادیومتری است.

پ-۶-۲- عوامل اقتصادی

عیار قلع در چنین کانسارهایی ممکن است به ۱ درصد نیز برسد، اما بخش عمده قلع موجود در آن در مالائیت، گارنت، آمفیبول و اپیدوت است که از لحاظ اقتصادی قابل بازیافت نیستند. در مقیاس جهانی ذخیره اسکارن‌های قلع به ۳۰ میلیون تن نیز می‌رسد، اما عمدتاً ذخیره آن‌ها بین ۰/۱ تا ۳ میلیون تن است. همچنین اسکارن‌های قلع، می‌توانند یک منبع اصلی قلع در جهان باشند اما در حال حاضر تولید آن از اسکارن‌ها در مقایسه با کانسارهای قلع پلاسری، گرایزن‌های غنی از قلع و مانتوها، جزئی است.

پ-۷- کانسارهای قلع با سنگ میزبان ریولیتی

این کانسارها از تمرکز کاسیتريت و قلع چوبی در رگچه‌های ناپیوسته و متناوب موجود در توده‌های ریولیتی گنبدی شکل و پلاسره‌های مشتق از آن‌ها به وجود می‌آیند. نام دیگر این کانسارها، تیپ مکزیکی است. سنگ درونگیر این کانسارها ریولیت حاوی فلدسپات آلکالن است که مقدار SiO_2 آن به بیش از ۷۵ درصد می‌رسد. ریولیت‌های توپازدار در این گروه قرار می‌گیرند. دیگر کانی‌های فرعی شاخص شامل فلوریت، بیکسایت، سودبروکیت و بریل هستند. مشخصه ژئوشیمیایی این ریولیت‌ها شبیه سنگ درونگیر کانسارهای مولیدن تیپ کلایمکس است. کمپلکس‌های جریان‌ی گنبدی شکل ریولیتی و سنگ‌های پیروکلاستیک و اپی‌کلاستیک وابسته به آن‌ها که در شرایط پوسته قاره‌ای ضخیم تشکیل شده‌اند، محیط مناسبی برای این نوع کانی‌سازی است.

دامنه سنی این کانسارها ترشیری است و به طور عمده در الیگوسن و میوسن تشکیل شده‌اند. کانی‌های این کانسارها شامل کاسیتريت (دارای قلع چوبی) همراه با هماتیت (به ویژه اسپیکولاریت)، کریستوبالیت، فلوریت، تریدیمیت، اوپال، کلسدونی، بودانتیت، میمیتیت، آدولاریا، دورانژیت و کانی‌های گروه زئولیت است.

این کانسارها به طور عمده به صورت رگه‌ها و رگچه‌های با ضخامت ۰/۱ تا ۱۰ سانتی‌متر هستند و دیگر ابعاد آن‌ها به ندرت از ۷۵ متر تجاوز می‌کند. این رگه‌ها و رگچه‌ها با تجمع در یک زون ممکن است ابعاد بزرگتری نیز پیدا کنند. کاسیتريت همچنین به صورت پراکنده در زمینه جریان‌های ریولیتی یا برش‌های گسلی نیز تشکیل می‌شود. دو نوع کانسار یاد شده دارای طیف پیوسته‌ای هستند.

این کانسارها ممکن است فاقد دگرسانی باشند. قلع ممکن است همراه با محصولات دگرسانی فاز بخار (تریدیمیت، سانیدین، هماتیت و سودوبروکیت) تشکیل شود. دگرسانی همراه با کانی‌سازی، شامل کانی‌های کریستوبالیت، فلوریت، اسمکتیت، کائولینیت و دیگر کانی‌های رسی است.

پ-۷-۱- راهنمای اکتشافی

این کانسارها به طور عمده در مناطق شکستگی و برشی شده اطراف توده‌های ریولیتی گنبدی شکل توسعه می‌یابند و کمتر دچار هوازدگی می‌شوند اما در بیشتر کانسارها کانی رسی قرمز- نارنجی کم رنگ (اسمکتیت) دیده می‌شود. بهترین راهنمای اکتشافی این کانسارها تمرکز بالای قلع (بیش از ۰/۱ درصد) در نمونه‌های شسته شده با الک است. در رسوبات رودخانه‌ای، کاسیتريت معمولاً محدود به ۲ تا ۳ کیلومتری کانسارهای قلع است. از مهم‌ترین این کانسارها می‌توان به کانسارهای آرگویی لیل، آمیگوس و آدیروس در مکزیک و بلک‌رینج در آمریکا اشاره کرد. در کشور مکزیک بیش از ۵۰۰ کانسار از این نوع وجود دارد.

پ-۷-۲- عوامل اقتصادی

عیار بالای قلع و استخراج روباز از فاکتورهای مهم اقتصادی این گونه کانسارهاست. ذخیره کم، تغییرات عیار و ضخامت کانسنگ از عوامل مهم در کاهش ارزش اقتصادی این کانسارهاست.

پ-۸- کانسارهای جانشینی قلع

در کانسارهای جانشینی قلع یا تیپ رنسون عناصر Cu, Zn, Pb, Ag, Sb, Cd, Bi و In به عنوان محصول فرعی محسوب می‌شوند. این کانسارها حاوی کاسیتريت‌های پراکنده‌ای هستند که درون سنگ‌های کربناته و رگه‌ها، استوک‌ورک‌ها و برش‌های همراه آن تشکیل می‌شوند. توده‌های نفوذی در نزدیکی یا مجاورت این کانسارها هستند و ممکن است خود نیز کانی‌سازی شده باشند.

از نظر تکتونیکی این کانسارها در شرایط بعد از کوهزایی و در پوسته کراتونی دارای سنگ‌های کربناته تشکیل می‌شوند و محیط تشکیل آن‌ها در واقع سنگ‌های کربناته‌ای هستند که مورد نفوذ توده‌های نفوذی فلسیک اپی‌زون قرار گرفته‌اند. سن تشکیل عمدتاً پالئوزویک تا مزوزویک است اما امکان دارد که در هر زمان دیگری نیز تشکیل شده باشند. جنس سنگ میزبان کانی‌سازی به طور عمده سنگ‌های آهکی یا دولومیتی است و در مواردی همراه آن چرت، پلیت و رسوبات غنی از آهن و سنگ‌های آتشفشانی نیز

حضور دارند. معمولاً توده‌های نفوذی گرانیتهی مرتبط با کانی‌سازی و دایک‌های فلسیک همراه، غنی از فلوتور و یا بور هستند. بافت این سنگ‌ها نیز اغلب پورفیری است. کانی‌سازی اشکال مختلفی دارد و ممکن است توده‌ای، عدسی شکل تا صفحه‌ای، توده‌های غنی از سولفید هم‌شیب با سنگ‌های کربناته و به صورت رگه‌ای یا زون‌های استوک‌ورکی نامنظم درون سنگ‌های همراه (منشا) باشد.

کانسنگ‌های توده‌ای غنی از سولفید درون سنگ‌های کربناته میزبان، حالت لایه‌بندی دارند و رگه‌ها و استوک‌ورک‌ها نیز شامل شکستگی‌های کانی‌سازی شده، رگچه‌ها، برش‌ها و رگه‌های کوارتزی هستند.

کانه‌های اصلی این کانسارها کاسیتريت، کالکوپیریت، اسفالریت و گالن و کانی‌های فرعی شامل استانیت، بیسموتیت و انواع کانی‌های سولفوسالت همچون جمسونیت، بورنونیت، فرانکیت، بولانژریت، ژئوکرونیت، ماتیلدیت و گالنیوسموت‌اند. در این کانسارها باطله شامل پیروتیت و یا پیریت، آرسنوپیریت، کوارتز، کلسیت، سیدریت، رودوکروزیت، فلوریت و تورمالین است. دولومیت‌های نزدیک به توده‌های سولفید توده‌ای در اثر دگرسانی، عمدتاً به سیدریت و به میزان کمتر به تالک، فلوگوپیت و کوارتز تبدیل می‌شوند. همچنین سنگ‌های میزبان کانی‌سازی رگه‌ای و استوک‌ورک ممکن است تورمالینی شوند و در اطراف و درون توده‌های نفوذی مرتبط با کانی‌سازی دگرسانی نوع گرایزن رخ دهد که نتیجه آن تشکیل فلوریت و یا توپاز، میکاهای غنی از فلوتور و تورمالین است. هوازگی این کانسارها و دگرسانی پیروتیت و پیریت آن‌ها باعث تشکیل کلاک‌های آهنی لیمونیتی می‌شود. همچنین هوازگی عمیق و فرسایش آن‌ها ممکن است باعث تشکیل تمرکزهای بر جای مانده کاسیتريت و یا کانسارهای پلاسری آن شود. سنگ‌های کربناته در مجاورت توده‌های نفوذی فلسیک غنی از فلوتور و بور، همچنین گسل‌ها و زون‌های شکستگی موجود در آن‌ها و دیگر سنگ‌های همراه که در مسیر حرکت و ته‌نشینی سیالات کانه‌دار هستند، به عنوان کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی عمل می‌کنند. مدل ژنتیکی ارایه شده برای این کانسارها، ماگمایی-گرمابی است. سیالات آبگین خیلی شور، قلع و دیگر فلزات را از ماگمایی که از لحاظ زمانی و ژنتیکی با کانی‌سازی مرتبط است، تهی می‌کنند. نهشت اولیه قلع عمدتاً از این سیالات ماگمایی و در پاسخ به افزایش pH در اثر جانمایی کربنات‌ها، انجام می‌گیرد. اختلاط آب‌های ماگمایی و جوی حین مراحل افت سیستم ماگمایی-گرمابی ممکن است باعث نهشت قلع و دیگر فلزات به صورت رگه‌ها و استوک‌ورک‌های تاخیری شود.

کانسارهای همراه با این تیپ کانسارها شامل کانسارهای اسکارن قلع-تنگستن، کانسارهای رگه‌ای قلع و تنگستن، رگه‌های آنتیموان-جیوه و کانسارهای پلاسری است. از مهم‌ترین انواع این کانسارها می‌توان به کانسارهای رنيسون‌بل، کلوند و مونت‌بیشوف در استرالیا و چانگو تونجنگ در چین اشاره کرد.

پ-۸-۱- راهنماهای اکتشافی

سنگ‌های در برگیرنده و مجاور زون‌های کانی‌سازی شده ممکن است آنومالی قوی از W, F, Hg, Sb, As, Zn, Pb, Cu, Sn, In و Bi داشته باشند.

از لحاظ ژئوفیزیکی پیروتیت توده‌ای با استفاده از روش مغناطیس‌سنجی و زون‌های سولفید توده‌ای نیز با روش‌های الکترومغناطیسی و مقاومت‌سنجی ممکن است قابل شناسایی باشند.

معمولا کانسارهای مورد نظر در مناطق پلی‌متال دارای زون‌بندی تشکیل می‌شوند. رگه‌ها و اسکارن‌های قلع و دیگر فلزات پایه در نزدیکی توده‌های نفوذی مرتبط با کانی‌سازی ایجاد می‌شوند. سنگ‌های کربناته میزبان این نوع کانسارها در فواصل متوسط از سنگ‌های نفوذی و رگه‌های آنتیموان و جیوه در فواصل دور تشکیل می‌شوند. توده‌های نفوذی فلسیک که از لحاظ ژنتیکی با کانسارهای مورد بحث در ارتباط‌اند، مقادیر سیلیس بالا (SiO_2) بالاتر از ۷۴ درصد) و فلوئور بالا (بیش از ۰/۱ درصد فلوئور) دارند و تورمالین نیز ممکن است وجود داشته باشد.

پ-۸-۲- عوامل اقتصادی

ذخیره این کانسارها در حد میلیون تا ده‌ها میلیون تن با عیار متوسط ۱ درصد قلع است. به عنوان مثال کانسار رنیسون بل در استرالیا دارای ۲۷ میلیون تن ذخیره با عیار ۱/۱ درصد قلع است. ذخیره بالا و عیار نسبتا بالای این نوع کانسارها عوامل جذابی برای اکتشاف و توسعه آن‌هاست. به عنوان مثال کانسار رنیسون بل در استرالیا در حال حاضر یکی از تولیدکنندگان اصلی قلع در مقیاس جهانی است.

پ-۹- کانسارهای پلاسری قلع

کاسیتريت به عنوان کانی سنگین ممکن است در پلاسره‌های آبرفتی در کف رودخانه‌ها، دره‌ها یا کف دریاها تجمع پیدا کند و ذخایر ارزشمندی از فلز قلع را تشکیل دهد. حدود ۸۰ درصد از کانسارهای قلع به صورت کانسارهای پلاسری تجمع یافته‌اند. بیشترین تمرکز پلاسرها در نوار قلع آسیای جنوب شرقی قرار دارد. اخیرا این گروه از کانسارها در تقسیم‌بندی پلاسرها به سه گروه پلاسره‌های کانالی پوشیده، پلاسره‌های سطحی و پلاسره‌های دریایی تقسیم شده‌اند.

سنگ میزبان این کانسارها ماسه و شن‌های آبرفتی و کنگلومراهایی هستند که معمولا قطعاتی از سنگ میزبان اولیه کانی‌سازی قلع را در خود دارند و بافت آن‌ها به صورت تخریبی ریز تا خیلی درشت است. سن این کانسارها اواخر ترشیری تا هولوسن است، اما امکان دارد در هر زمانی تشکیل شده باشند.

محیط تشکیل کانسارهای پلاسری آبرفت‌های با سطح متوسط تا بالا است که طی آن جریان رودخانه تا حد خاصی پایین می‌آید و کاسیتريت در آن ته‌نشین می‌شود. از لحاظ تکتونیکی در زمین‌های برهم افزوده شده^۱ پالئوزویک تا سنوزویک یا در کمربندهای چین خورده کراتون‌های پایدار که همراه با نفوذ گرانیت‌های مستعد یا معادل‌های خروجی آن‌ها هستند، تشکیل می‌شوند. همچنین پایداری محیط تکتونیکی حین تشکیل و حفظ آن‌ها مهم است.

پلاسره‌های با اهمیت اقتصادی معمولا به فاصله کمی از منشا اولیه (کمتر از ۸ کیلومتر) تشکیل می‌شوند و هر نوع کانسار قلع ممکن است منشا اولیه پلاسره‌های قلع باشد. ابعاد و عیار کانسار منشا معمولا ارتباط کمی با کانسارهای پلاسری آن دارد.

در این کانسارها به همراه کاسیتريت، مقادیر مختلفی از منیتیت، ایلمنیت، زیرکن، مونازیت، آلانیت، زنوتیم، تورمالین، کلمبیت، گارنت، توپاز و روتیل به صورت کانی سنگین نیز یافت می‌شود.

هر چه کاسیتريت به منشا اوليه نزديک تر باشد، درشت تر و بلورهای آن خود شکل تر است. در بخش هایی که خطوط ساحلی دریا رسوبات آبرفتی حاوی کاسیتريت را قطع می کنند، پلاسره های ساحلی تشکیل شده نسبت طول به پهناي بیشتری دارند. کاسیتريت تمایل به تمرکز در قاعده شن های رودخانه ای دارد.

پ-۹-۱- راهنمای اکتشافی

جریان های رودخانه ای که به موازات حاشیه گرانیتهای قلع دار حرکت می کنند، برای تشکیل پلاسره های قلع مناسب اند. از لحاظ ژئوشیمیایی وجود آنومالی های قوی از Zn و Pb، Cu، Be، W، F، B، As، Sn نشان دهنده کانسارهای پلاسری قلع است. نمونه های شسته شده در الک روش قابل اطمینانی برای تشخیص کانسارهای کاسیتريت پلاسری هستند. بیشترین تمرکز کانسارهای قلع پلاسری در نوار قلع آسیای جنوب شرقی است که از چین در شمال آغاز و با عبور از تایلند، برمه و مالزی به جزایر اندونزی در جنوب خاتمه می یابد.

پ-۹-۲- عوامل اقتصادی

ذخیره بالا، استخراج و استحصال آسان و نیز وجود کانی های ایلمنیت، زیرکن، مونازیت و منیتیت به عنوان کانه های همراه از عوامل مهم اقتصادی بهره برداری از این نوع کانسارهای قلع است. تغییرات عیار و پایین بودن میزان قلع و نیز مسایل زیست محیطی از عوامل کاهش ارزش اقتصادی این نوع کانسارها است.

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر ششصد عنوان ضابطه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی، نشریه و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست ضوابط منتشر شده در پایگاه اطلاع‌رسانی nezamfanni.ir قابل دسترسی می‌باشد.

امور نظام فنی و اجرایی

Islamic Republic of Iran
Management and Planning Organization

List of Services for Tin Ore Exploration

No. 649

Office of Deputy for Strategic Supervision
Department of Technical and Executive Affairs

nezamfanni.ir

Ministry of Industry, Mine and Trade
Deputy of Mine Affairs and Mineral
Industries
Office for Mining Supervision and
Exploitation
<http://mimt.gov.ir>

2015

این ضابطه

معیارها و فهرست خدمات مورد نیاز برای شناخت و اکتشاف کانسارهای قلع را بر حسب مراحل چهارگانه اکتشافی با هدف ارزیابی دستورالعمل جامع و یکسان و کاهش ریسک عملیات اکتشافی بیان می‌کند.

ساختار و عناوین مورد نیاز برای تهیه گزارش‌های پایان مراحل چهارگانه مطالعات اکتشاف قلع از دیگر موارد مندرج در این ضابطه است.