

جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف فلزات پایه (اکتشاف مس)

نشریه شماره ۵۴۱

وزارت صنایع و معادن

معاونت امور معادن و صنایع معدنی

دفتر نظارت و بهره‌برداری معادن

<http://www.mim.gov.ir>

معاونت نظارت راهبردی

امور نظام فنی

nezamfanni.ir



بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور

شماره:	۲۰/۵۶۶۹
تاریخ:	۱۳۹۱/۱/۲۹
بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	
موضوع: فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف فلزات پایه (اکتشاف مس)	
<p>به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و ماده (۶) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی - مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۵۴۱ امور نظام فنی، با عنوان «فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف فلزات پایه (اکتشاف مس)» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.</p> <p>رعایت مفاد این ضابطه برای دستگاه‌های اجرایی، مشاوران، پیمانکاران و سایر عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی، در صورت نداشتن ضوابط معتبر بهتر، از تاریخ ۱۳۹۱/۴/۱ اجباری است.</p>	
<p>محمد مهدی رحمتی معاون نظارت راهبردی</p>	

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، 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 این رو، 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 دفتر 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، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱
Email: info@nezamfanni.ir web: <http://nezamfanni.ir>

بسمه تعالی

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 دفتر به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و نظام فنی اجرایی کشور وظیفه تهیه و تدوین ضوابط و معیارهای فنی طرحهای توسعه‌ای کشور را به عهده دارد. فلز مس یکی از عناصر مهم در گسترش تمدن بشری و رشد و توسعه صنایع به شمار می‌آید. کشور ایران به خاطر دارا بودن و واقع شدن بر روی یکی از کمربندهای بزرگ کانه‌زایی مس دنیا از مناطق مس‌دار مهم جهان به شمار می‌رود. با توجه به ذخایر قطعی شناخته شده، بیش از هشت درصد کل ذخیره مس دنیا در ایران واقع شده است.

در اکتشاف ذخایر مس توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی، ساختاری، ماگماتیزم، 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.

نشریه حاضر با عنوان «**فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف مس**» در راستای اهداف وزارت صنایع و معادن و 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 بر می‌گیرد. در این نشریه سعی شده است کارآمدترین شیوه‌های اکتشاف در حد کاربردی معرفی شود و تمرکز تهیه اطلاعات روی مواردی باشد که بتواند تصویر جامع از کمیت، کیفیت، محیط و شرایط جغرافیایی-اقتصادی کانسار به دست دهد. برنامه‌ریزی‌های اکتشافی به نحوه‌ای تنظیم شده که در صورت اجرای آنها ریسک عملیات اکتشافی کاهش می‌یابد و معیارهای تصمیم‌گیری برای توقف یا ادامه عملیات اکتشافی به مراحل بعدی تعیین می‌شود.

با همه‌ی تلاش انجام شده قطعاً هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که این‌شاء... کاربرد عملی و در سطح وسیع این نشریه 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 همچنین جناب آقای مهندس وجیه... جعفری 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 نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است شاهد توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

معاون نظارت راهبردی

شهریور ۱۳۹۰

تهیه و کنترل

مجری طرح

آقای وجیه... جعفری

تهیه پیش‌نویس اصلی

آقای دکتر محمود مهرپرتو

آقای مهندس علیرضا باباخانی

اعضای شورای عالی

خانم فرزانه آقا رمضانعلی

آقای بهروز برنا

آقای وجیه... جعفری

آقای عبدالعلی حقیقی

خانم اشرف خیاط آذری

آقای عبدالرسول زارعی

آقای ناصر عابدیان

آقای حسن مدنی

آقای هرمز ناصرینا

اعضای کارگروه اکتشاف

آقای بهروز برنا

آقای محمد پریزادی

آقای نعمت... رشیدنژاد عمران

آقای ناصر عابدیان

آقای علیرضا غیاثوند

آقای عبدالمجید یعقوب‌پور

اعضای کارگروه تنظیم و تدوین

آقای مهدی ایران‌نژاد

آقای عبدالرسول زارعی

آقای مصطفی شریف‌زاده

آقای حسن مدنی

آقای بهزاد مهرابی

اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه

خانم فرزانه آقا رمضانعلی

آقای علیرضا فلسفی

همکاران دیگر

خانم مهندس الهام کلانتری

مدیر کل دفتر نظارت و بهره‌برداری وزارت صنایع و معادن

دکترای زمین‌شناسی اقتصادی

کارشناس ارشد زمین‌شناسی

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

وزارت صنایع و معادن

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری

وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

سازمان نظام مهندسی معدن

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

دانشگاه تربیت مدرس

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

وزارت صنایع و معادن

دانشگاه تربیت معلم

دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی

وزارت صنایع و معادن

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشگاه تربیت معلم

رئیس گروه امور نظام فنی

کارشناس عمران امور نظام فنی

کارشناس صنایع

فصل ۱

معیارها و راهنماهای اکتشافی

۱-۱- آشنایی

در اکتشاف ذخایر مس توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی، ساختاری، ماگماتیزم، کانی‌شناسی، لیتولوژیکی، محیط تکتونیکی (تکتونو ماگمایی)، دگرسانی و ارتباط آن با کانی‌سازی ضروری است. استفاده از مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و ماهواره‌ای از ابزارهای مناسب در اکتشاف فلز مس است. برای انجام مطالعات سیستماتیک اکتشاف ذخایر مس، معیارها و راهنماهای اکتشافی زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و مطالعات دورسنجی توصیه می‌شود.

۱-۲- معیارها و راهنماهای زمین‌شناسی

اصلی‌ترین و بنیادی‌ترین داده‌های مورد نیاز در اکتشاف مواد معدنی از جمله مس، داده‌های زمین‌شناسی است. داده‌های زمین‌شناسی به صورت نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس‌های مختلف تهیه می‌شود که در مراحل مختلف اکتشاف از شناسایی (نقشه‌های زمین‌شناسی کوچک مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰) تا اکتشاف تفصیلی (نقشه‌های زمین‌شناسی بزرگ مقیاس ۱:۲,۰۰۰ یا ۱:۱,۰۰۰ یا ۱:۵۰۰) مورد استفاده قرار می‌گیرند. معیارها و راهنماهای زمین‌شناسی در اکتشاف ذخایر مس، شامل ویژگی‌های سنگ چینه‌ای، تکتونیکی، سنگ‌شناسی، کانی‌شناسی، ماگماتیزم، تکتونو-ماگمایی، دگرسانی و رابطه زمانی سنگ میزبان کانی‌سازی است که بر اساس آن نوع کانی‌سازی مس برای اکتشاف مشخص خواهد شد.

۱-۳- معیارها و راهنماهای ژئوشیمیایی

بررسی‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین از مهم‌ترین داده‌ها و راهنماها برای اکتشاف مس است که به صورت نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین با مقیاس‌های مختلف از مراحل شناسایی تا عمومی کاربرد دارد. در اکتشاف ژئوشیمیایی مس، علاوه بر میزان غنی‌شدگی این عنصر، آنومالی عناصر پاراژنز آن در انواع مختلف کانی‌سازی بسیار کارساز بوده و کمک شایانی به شناسایی انواع مختلف ذخایر مس و چگونگی گسترش سطحی و عمقی آن‌ها می‌کند.

۱-۴- معیارها و راهنماهای مطالعات ژئوفیزیکی

مطالعات ژئوفیزیکی در اکتشاف مس بسیار متداول است. در مراحل شناسایی و پی‌جویی مطالعات ژئوفیزیک هوابردی و در مراحل اکتشاف عمومی و تفصیلی مطالعات ژئوفیزیک زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مطالعات ژئوفیزیکی برای اکتشاف مس، مشکل اصلی چگونگی مدل‌سازی خواص ژئوفیزیکی در یک چارچوب سازگار با مدل‌های ارایه شده برای تیپ‌های مختلف ذخایر مس است. علت آن است که حتی برای یک تیپ خاص از ذخایر مس نیز مشخصات سنگ‌های درونگیر ثابت نیست. برای مثال در ذخایر رگه‌ای مس، نوع سنگ میزبان از سنگ‌های رسوبی تا آتشفشانی، نفوذی و حتی دگرگونی متغیر است و اغلب در زون‌های برشی تشکیل می‌شود که ترکیب کانسنگ آن‌ها بسیار متغیر است. ترکیب این متغیرها می‌تواند انواع گوناگونی از محیط درونگیر را

تشکیل دهد که هر یک خواص ژئوفیزیکی خاص خود را دارند. مدل خواص ژئوفیزیکی ذخایر مس برای انتخاب مناسب‌ترین روش اکتشافی موثر است. مناسب‌ترین روش تابعی از تیپ کانی‌سازی مس است و برای بهینه‌سازی برداشت‌های ژئوفیزیکی قبل از انتخاب روش مطالعه باید، تیپ کانسار احتمالی را پیش‌بینی کرد.

۱-۵- معیارها و راهنماهای دورسنجی

کاربرد روش‌های دورسنجی در اکتشاف ذخایر مس بر اساس تشخیص ردیاب‌های کانی‌سازی در سنگ میزبان انجام می‌گیرد که در مراحل شناسایی و پی‌جویی کاربرد دارد. مطالعات دورسنجی بر اساس داده‌های ماهواره‌ای لندست MSS، لندست TM، اسپات، آستر، مادون قرمز و هیپراسپکترال کاربرد وسیعی در تشخیص زون‌های دگرسانی آرژیلیکی، سیلیسی، هماتیتی، ساختارهای خطی و حلقوی و تفکیک واحدهای سنگی دارد و برای شناسایی ذخایر مختلف مس به ویژه انواع پورفیری، اسکارنی، توده‌ای، ماگمایی و رگه‌ای و در تلفیق با سایر داده‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیک هواپردی بسیار کارساز است. از داده‌های MSS در تشخیص مناطق گسله و تفکیک لایه‌های سنگی، از داده‌های TM برای جدایش سنگ میزبان کربناتی و اکسید آهن از سایر سنگ‌های موجود در منطقه و از داده‌های مادون قرمز برای تشخیص وجود کلریت در سنگ‌های میزبان، از داده‌های آستر برای تفکیک زون‌های دگرسانی آرژیلیکی، سیلیسی و هماتیتی و از داده‌های هیپراسپکترال برای تفکیک کانی‌های رسی در زون‌های دگرسانی آرژیلیکی استفاده می‌شود.

۱-۶- کانسارهای مس

مهم‌ترین انواع کانسارهای مس از نظر خاستگاه و طرز تشکیل به همراه معیارها و راهنماهای اکتشافی در جداول (۱-۱) تا (۱-۶) آمده است.

جدول ۱-۱ - کانسارهای مس پورفیری.

<p>- کمان‌های ماگمایی حاشیه قاره و جزایر قوسی</p> <p>- فراوانی سیستم‌های گسله، شکستگی‌های عمیق و تکتونیک کششی</p>	تکتونیک و زمین‌ساخت	
<p>- توده‌های نیمه‌عمیق کالک آلکالی با ترکیب مونزونیتی، گرانودیوریتی و دیوریتی</p> <p>- وجود کانه‌های سولفیدی مس به صورت افشان و شبکه‌ای - رگچه‌ای، ساختمان‌های حلقوی و گنبدی</p>	زمین‌شناسی	
<p>بافت پورفیری و ساخت‌های برشی</p>	بافت و ساخت	
<p>دگرسانی‌های آرژیلیک و فیلیکی گسترده، سیلیسی شدن، بیوتیتی شدن، فلدسپاتی شدن و پروپیلیتی شدن سنگ‌ها</p>	دگرسانی	
<p>عمدتا مزوزوئیک و سنوزوئیک</p>	سن کانی‌سازی	
<p>- آنومالی مس همراه با مولیبدن، نقره و بُر در بخش میانی و سرب و روی، باریوم، منگنز، طلا، آنتیموان، سلنیم، تلوریم و روبیدیم در بخش خارجی</p> <p>- بعضا آنومالی عناصر تنگستن، آرسینک، بیسموت و پتاسیم.</p> <p>- ارتباط مستقیم نسبت $\frac{K + Mg}{Na + Ca}$ با شدت دگرسانی و کانی‌سازی</p> <p>مطالعات کانی سنگین:</p> <p>- پاراژنز کانه‌های کالکوپیریت، پیریت، مولیبدنیت، منیتیت، بورنیت و طلا.</p>	معیارهای ژئوشیمیایی	
<p>- مغناطیس‌سنجی (به خاطر شدت پایین خواص مغناطیسی توده‌های نفوذی کم‌عمق)</p> <p>- الکترومغناطیسی (برای شناسایی مناطق دگرسانی آرژیلیکی)</p> <p>- رادیومتری (برای شناسایی زون‌های پتاسیک به دلیل وجود توریم)</p>	<p>مراحل شناسایی و پی‌جویی</p>	معیارهای ژئوفیزیکی
<p>پلاریزاسیون القایی، مقاومت مخصوص و گرانی‌سنجی</p>	<p>مراحل اکتشاف عمومی و تفصیلی</p>	
<p>تلفیق داده های MSS، آستر و هیپراسپکترال مفید است.</p>	معیارهای دورسنجی	

جدول ۱-۲- کانسارهای مس سولفید توده‌ای.

<p>- محیط‌های تکتونیکی کافت اقیانوسی، جزایر قوسی و گودال‌های پیش و پشت‌کمانی</p> <p>- تکتونیک شدید با گسله‌های عمیق طولی امتدادلغز و رورانده</p>	تکتونیک و زمین‌ساخت	
<p>- وجود کانه‌های سولفیدی مس همراه با کانه‌های پیریت به میزان زیاد</p>	زمین‌شناسی	
<p>- قبرسی: وجود مجموعه‌های افیولیتی (مناطق با گسترش گدازه‌های بالشی و دایک‌های صفحه‌ای)</p> <p>- کروکو: وجود توف‌های داسیتی و ریوداسیتی</p> <p>- بشی: وجود نهشته‌های آواری و گدازه‌های بازالتی و آندزیتی</p>	انواع کانسارهای سولفید توده‌ای	
<p>توده‌ای، شبکه‌ای- رگچه‌ای، نواری و برشی</p>	بافت و ساخت	
<p>آرژیلیکی، ژئولیتی، سیلیسی، هماتیتی و لیمونیتی</p>	دگرسانی	
<p>مزوزوئیک و ترشیری، پرکامبرین و پالتوزوئیک</p>	سن کانی‌سازی	
<p>- قبرسی: آنومالی عناصر مس، روی، آهن، منگنز، کبالت، نقره، گوگرد و طلا همراه با تهی‌شدگی کلسیم و سدیم</p> <p>- کروکو: آنومالی عناصر مس، روی، سرب، باریم، قلع، بیسموت، آهن، سلنیم، طلا، نقره و آرسنیک</p> <p>- بشی: آنومالی عناصر مس، روی، کبالت، نقره، نیکل، کروم و طلا</p> <p>مطالعات کانی سنگین:</p> <p>- قبرسی: پاراژنز کانه‌های پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، مارکاسیت و پیروتیت</p> <p>- کروکو: پاراژنز کانه‌های پیریت، اسفالریت، کالکوپیریت، پیروتیت، گالن، باریت، تتراهدریت، تنانتیت، بورنیت، منیتیت، ژپس و انیدریت.</p> <p>- بشی: پاراژنز کانه‌های پیریت، پیروتیت، کالکوپیریت، اسفالریت، منیتیت، والریت، استانتیت و مولیبدنیت</p>	معیارهای ژئوشیمیایی	
<p>برداشت هم‌زمان روش‌های مغناطیس‌سنجی، الکترومغناطیسی و رادیومتری</p>	مراحل شناسایی و پی‌جویی	معیارهای ژئوفیزیکی
<p>مغناطیس‌سنجی، پلاریزاسیون القایی و مقاومت مخصوص</p>	مراحل اکتشاف عمومی و تفصیلی	

جدول ۱-۳- کانسارهای مس اسکارن.

فعالیت‌های ماگمایی بعد از کوهزایی در محیط‌های حاشیه قاره‌ای و درون قاره‌ای	زمین‌ساخت	
- وجود توده‌های نفوذی نیمه عمیق و عمیق، توده‌های پورفیری حاوی کانی‌سازی مس، نهشته‌های کربناته و آواری - کربناته قدیمی‌تر در مجاورت یا اطراف توده‌های نفوذی	زمین‌شناسی	
- وجود کانی‌های ولاستونیت، دیوپسید، گارنت، اپیدوت در سنگ‌های کربناته همراه با کانه‌های سولفیدی مس و منیتیت	بافت و ساخت	
گرانوبلاستیک، نواری، پراکنده	دگرسانی	
اکتینولیتی شدن، اپیدوتی شدن و کلریتی شدن	سن کانی‌سازی	
عمدتا مزوزوئیک و سنوزوئیک	معیارهای ژئوشیمیایی	
- آنومالی مس، نقره و طلا در بخش داخلی و سرب و روی در بخش خارجی		
- آنومالی عناصر بُر، تنگستن، کبالت، بیسموت و مولیبدن نیز کم و بیش دیده می‌شود. مطالعات کانی سنگین:		
- پاراژنز کانه‌های کالکوپریت، پیریت، منیتیت و پیروتیت و در مواردی کانه‌های مولیبدنیت، بیسموتیت، اسفالریت، گالن و کبالتیت		
- کانی‌هایی نظیر گارنت (گروسولار و آندرادیت)، دیوپسید، ولاستونیت، اپیدوت و کلریت نیز در تشخیص این گونه کانی‌سازی‌ها اهمیت دارد.	معیارهای ژئوفیزیکی	
- مغناطیس‌سنجی و الکترومغناطیسی	مراحل شناسایی و پی‌جویی	معیارهای ژئوفیزیکی
مغناطیس‌سنجی، پلاریزاسیون القایی و مقاومت مخصوص	مراحل اکتشاف عمومی و تفصیلی	
استفاده از داده های TM و مادون قرمز مفید است.	معیارهای دورسنجی	

جدول ۱-۴- کانسارهای مس چینسان - چینه کران.

زمین ساخت	- وجود نهشته‌های با ویژگی‌های کافت درون قاره‌ای همراه با ولکانیسم دومی (اسید و بازیک) شامل تناوب شیل، دولمیت، ماسه‌سنگ و گچ همراه با گدازه‌های ریولیتی و بازالتی - ولکانیسم با ویژگی آکالی و کمان‌های ماگمایی حاشیه قاره
زمین‌شناسی	کانی‌سازی سولفیدی به صورت لایه‌ای، عدسی و پراکنده
بافت و ساخت	توده‌ای، پراکنده و برشی
دگرسانی	آرژیلیکی، سیلیسی و کلریتی
سن کانی‌سازی	پرکامبرین - پالتوزئیک و ترشیری
معیارهای ژئوشیمیایی	گسترش و انطباق آنومالی عناصر مس، سرب، روی، نقره، تنگستن، جیوه، کبالت، طلا و آنتیموان مطالعات کانی سنگین:
معیارهای ژئوفیزیکی	- پاراژنز کانه‌های کالکوسیت، کالکوپیریت، بورنیت، کوولیت، پیریت، گالن و دیژنیت
معیارهای دورسنجی	- مغناطیس‌سنجی، پلاریزاسیون القایی و رادیومتری استفاده از داده‌های مادون قرمز، MSS و TM مفید است.

جدول ۱-۵- کانسارهای مس رگه‌ای و رگچه‌ای.

تکتونیک و زمین‌ساخت	- وجود سیستم‌های شکستگی فشرده در کمان‌های ماگمایی حاشیه قاره، جزایر قوسی و درون خشکی - فعالیت‌های گرمایی ایپی‌ترمال و مزوترمال وابسته به ماگماتیزم جوان (ترشیری)
زمین‌شناسی	رگه‌های سیلیسی حاوی سولفید مس
بافت و ساخت	رگه‌ای و برشی
دگرسانی	آرژیلیکی، سیلیسی، هماتیتی و پروپیلیتی
سن کانی‌سازی	عموما ترشیری
معیارهای ژئوشیمیایی	- آنومالی عناصر مس، سرب، روی، نقره، طلا، آهن، آرسنیک، آنتیموان و جیوه مطالعات کانی سنگین: - پاراژنز کانه‌های کالکوپیریت، پیریت، گالن، اسفالریت و هماتیت همراه با کانی‌های کوارتز، کلسیت و باریت
مراحل شناسایی و پی‌جویی	- الکترومغناطیسی (برای شناسایی زون‌های برشی) و رادیومتری (به دلیل افزایش میزان پتاسیم در زون‌های دگرسانی)
معیارهای ژئوفیزیکی	مراحل اکتشاف عمومی و تفصیلی پلاریزاسیون القایی، مقاومت مخصوص و گرانی‌سنجی
معیارهای دورسنجی	استفاده از داده‌های MSS مفید است.

جدول ۱-۶ - کانسارهای مس ماگمایی.

<p>- وجود مجموعه‌های مافیک- اولترامافیک یا گدازه‌های کوماتیتی با ویژگی آلکالی در مناطق خشکی (قاره) و سپرهای قدیمی با رژیم تکتونیکی کششی</p>	تکتونیک و زمین‌ساخت	
<p>- مجموعه‌های سنگی دونیت، هارزبورژیت، نوریت، آنورتوزیت، بازالت و پیروکسنیت</p> <p>- سولفیدهای توده‌ای و لایه‌ای مس، نیکل، کبالت همراه با کانی‌های گروه پلاتین و کرومیت</p> <p>- ساختارهای حلقوی و گنبدی شکل</p>	زمین‌شناسی	
<p>سرپانتینی شدن، کلریتی شدن، اکتینولیتی شدن</p>	دگرسانی	
<p>معمولا پرکامبرین و به مقدار کمتر در کرتاسه و تریسیری</p>	سن کانی‌سازی	
<p>- آنومالی عناصر مس، نیکل، کبالت، کروم، آهن، تیتانیوم، عناصر گروه پلاتین و در مواردی فسفر و عناصر خاک‌های نادر</p> <p>مطالعات کانی سنگین:</p> <p>- پاراژنز کانه‌های کالکوپیریت، پیریت، پیروتیت، پنتلانیدیت، کرومیت، منیتیت، ایلمنیت، تیتانومنیستیت و کانی‌های گروه پلاتین همراه با کانی‌های الیوبن، سرپانتین، دیوپسید- هدنبرژیت</p>	معیارهای ژئوشیمیایی	
<p>- مغناطیس‌سنجی، الکترومغناطیسی و رادیومتری به صورت هم‌زمان</p>	<p>مراحل شناسایی و پی‌جویی</p>	معیارهای ژئوفیزیکی
<p>مغناطیس‌سنجی، پلاریزاسیون القایی و رادیومتری</p>	<p>مراحل اکتشاف عمومی و تفصیلی</p>	
<p>استفاده از داده‌های ماون قرمز، MSS و TM مفید است.</p>	معیارهای دورسنجی	

فصل ۲

فهرست خدمات مرحله شناسایی

۲-۱- آشنایی

در این مرحله باید زون‌های ساختاری- متالوژیکی مستعد کانی‌سازی‌های مختلف مس (پورفیری، اسکارنی، سولفید توده‌ای، رگه‌ای، ماگمایی و نظایر آن) بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی پایه موجود شناسایی و اولویت‌بندی شود. بر اساس داده‌های زمین‌شناسی، زمین‌شناسی اقتصادی، دورسنجی، ژئوفیزیک هوایی، ژئوشیمیایی و پردازش و تلفیق این داده‌ها، محدوده‌های امیدبخش انواع مختلف کانی‌سازی مس تعیین می‌شود. پس از بازدید صحرایی و نمونه برداری اولیه، محدوده‌های امیدبخش، اولویت‌بندی و نوع کانی‌سازی قابل انتظار در آن‌ها تعیین می‌شود. چک‌لیست مرحله شناسایی مس در جدول (۲-۱) آمده است.

۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها و انتخاب محدوده مناسب

در این مرحله بر اساس داده‌های زمین‌شناسی و اکتشافی پایه نظیر نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰.۰۰۰ و ۱:۱۰۰.۰۰۰، نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی ۱:۱۰۰.۰۰۰، ۱:۲۵۰.۰۰۰، ۱:۱۰۰.۰۰۰، نقشه‌های پراکندگی مواد معدنی ۱:۲.۵۰۰.۰۰۰ و ۱:۱۰۰.۰۰۰، نقشه‌های ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰.۰۰۰ و سایر اطلاعات موجود در زون‌های ساختاری متالوژیکی مناسب برای اکتشاف مس و نوع کانی‌سازی مورد نظر، محدوده یا محدوده‌های مناسب برای مرحله شناسایی انتخاب و اولویت‌بندی می‌شود. فهرست خدمات این مرحله به شرح زیر است:

الف- جمع‌آوری و بررسی کلیه نقشه‌های زمین‌شناسی موجود و تعیین زون‌های ساختاری- متالوژیکی مناسب برای اکتشاف مس در کشور بر اساس ویژگی‌های لیتولوژیکی و زون‌های ساختاری ایران؛

ب- بررسی داده‌های ماهواره‌ای لندست و TM با مقیاس ۱:۱۰۰.۰۰۰ و تعیین مناطق با ساختارهای خطی و حلقوی و زون‌های دگرسانی؛

پ- بررسی نقشه‌های ساختاری و تکتونیکی ایران با مقیاس ۱:۲.۵۰۰.۰۰۰ و ۱:۱۰۰.۰۰۰ و تعیین مناطق با ویژگی‌های ساختاری مناسب برای کانی‌سازی مس؛

ت- بررسی نقشه‌های پراکندگی مواد معدنی ایران با مقیاس ۱:۲.۵۰۰.۰۰۰ و ۱:۱۰۰.۰۰۰ و تعیین مناطق با تراکم بالای کانی‌سازی مس، زون‌ها و ایالت‌های کانی‌سازی مس در کشور؛

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

ج- تلفیق داده‌های فوق و تعیین مناطق مناسب برای اکتشاف مس در مرحله شناسایی که عمدتاً دارای گسترش وسیعی هستند.

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

در این مرحله ابتدا بانک اطلاعاتی تشکیل و لایه‌های اطلاعاتی زمین‌شناسی، ژئوفیزیک، ژئوشیمیایی، دورسنجی و زمین‌شناسی اقتصادی در این بانک تفکیک، پردازش و تلفیق و محدوده‌های امیدبخش اکتشافی در محدوده بزرگ مورد نظر مشخص و معرفی خواهد شد.

۲-۴- بررسی صحرایی و نمونه‌برداری از محدوده‌های امیدبخش و اولویت‌بندی و معرفی محدوده‌های مناسب برای ادامه عملیات اکتشافی

در این مرحله محدوده‌های امیدبخش معرفی شده، مورد بازدید صحرایی و نمونه‌برداری قرار گرفته و نوع کانی‌سازی قابل انتظار در آن‌ها مشخص و بر اساس نتایج برداشت‌های صحرایی و تجزیه نمونه‌ها محدوده‌های مناسب برای ادامه عملیات اکتشافی معرفی و اولویت‌بندی خواهد شد.

الف- جمع‌آوری و بررسی داده‌های زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰ و تعیین محدوده‌های با ویژگی لیتولوژیکی مناسب برای انواع کانی‌سازی مس، زون‌های دگرسانی، ساختارهای تکتونیکی و ماگمایی مناسب؛

ب- جمع‌آوری و بررسی داده‌های ژئوفیزیک هوایی (مغناطیسی، الکترومغناطیسی و رادیومتری) موجود و مشخص کردن مناطق با آنومالی بالا (برای کانی‌سازی نوع اسکارن، رگه‌ای، سولفید توده‌ای و ماگمایی) و با آنومالی پایین (توده‌های نفوذی کم‌عمق برای کانسارهای نوع پورفیری و اپی‌ترمال وابسته به آن) و ساختارهای خطی و حلقوی؛

پ- جمع‌آوری و بررسی داده‌های ماهواره‌ای موجود (ترجیحا TM، MSS، اسپات، آستر و هیپراسپکترال) و مشخص کردن ساختارهای خطی، حلقوی، تفکیک واحدهای سنگی و زون‌های دگرسانی؛

ت- جمع‌آوری و بررسی داده‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ و در صورت وجود مقیاس‌های ۱:۵۰,۰۰۰ و ۱:۲۵,۰۰۰ و مشخص کردن آنومالی‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین مس و عناصر پاراژنز (سرب، روی، مولیبدن، نیکل، کبالت، طلا و نقره)؛

ث- جمع‌آوری داده‌های زمین‌شناسی اقتصادی و اکتشافی ناحیه، کانسارها و نشانه‌های معدنی فلزی و غیر فلزی موجود؛

ج- ایجاد بانک اطلاعاتی در سیستم GIS، پردازش کلیه داده‌های فوق و رقومی کردن نقشه‌ها، تلقیق داده‌ها و تعیین محدوده یا محدوده‌های امیدبخش برای اکتشاف انواع مختلف کانی‌سازی مس در مرحله شناسایی که عموماً دارای گسترش ۵۰ تا ۱۵۰ کیلومتر مربعی هستند؛

چ- عملیات صحرایی بررسی محدوده‌های امیدبخش و تعیین نوع کانی‌سازی احتمالی (پورفیری، اسکارن، رگه‌ای، سولفید توده‌ای)؛

ح- نمونه‌برداری از رخنمون‌های کانی‌سازی و دگرسانی (از هر محدوده ۴ تا ۵ نمونه از رخنمون‌های کانی‌سازی برای تجزیه شیمیایی، تعیین میزان مس و عناصر پاراژنز، ۱ تا ۲ نمونه برای مطالعات کانه‌نگاری، ۱ تا ۲ نمونه برای مطالعات کانی‌شناسی به روش پراش اشعه ایکس و ۲ تا ۳ نمونه رسوبات آبراهه‌ای برای تجزیه شیمیایی و مطالعات کانی سنگین)؛

خ- تجزیه نمونه‌های برداشت شده از رخنمون‌های کانی‌سازی برای تعیین میزان مس و ۵ عنصر پاراژنز بر اساس نوع کانی‌سازی قابل انتظار به روش جذب اتمی و نمونه‌های آبراهه‌ای به روش ICP- OES یا ICP- MS برای حداقل ۲۰ عنصر؛

د- تعبیر و تفسیر نتایج، مشخص کردن محدوده‌های امیدبخش برای اکتشاف مس در مرحله پی‌جویی و اولویت‌بندی آن‌ها و

ارایه پیشنهادات برای انجام عملیات اکتشافی در مرحله پی‌جویی.

۲-۵-۵- ساختار گزارش نهایی مرحله شناسایی

سرفصل‌ها و زیرفصل‌های گزارش مرحله شناسایی اکتشاف مس به صورت زیر پیشنهاد می‌شود:

۲-۵-۱- چکیده

شامل خلاصه گزارش مرحله شناسایی به صورت یک یا دو صفحه شامل کلیات، زمین‌شناسی، مطالعات ژئوشیمیایی، ژئوفیزیک هوایی، ماهواره‌ای، زمین‌شناسی اقتصادی، بررسی‌های صحرایی و نمونه‌برداری، پردازش و تلفیق داده‌ها و معرفی محدوده‌های امیدبخش مس و نتیجه‌گیری و پیشنهادات برای ادامه عملیات اکتشافی خواهد بود.

۲-۵-۲- فهرست‌ها

الف- فهرست مطالب؛

ب- فهرست شکل‌ها و نمودارها؛

پ- فهرست جدول‌ها.

۲-۵-۳- مقدمه

۲-۵-۴- اطلاعات کلی منطقه

الف- موقعیت جغرافیایی؛

ب- وضعیت آب و هوایی؛

پ- راه‌های دسترسی و امکانات زیربنایی برای عملیات اکتشافی؛

ت- کارهای انجام شده قبلی شامل کلیه گزارش‌های زمین‌شناسی و اکتشافی که تا زمان بررسی‌ها درباره این ناحیه موجود است.

۲-۵-۵- زمین‌شناسی و متالوژنی

الف- زمین‌شناسی ناحیه‌ای؛

ب- زمین‌شناسی محدوده مورد بررسی؛

پ- زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک؛

ت- متالوژنی و طبقه‌بندی زایشی استعدادهای کانه‌سازی؛

ث- ماگماتیزم، دگرگونی و دگرسانی؛

ج- زمین‌شناسی اقتصادی (ایالت‌های فلززایی، نشانه‌های معدنی شناخته شده، نوع کانی‌سازی، سنگ میزبان و کنترل‌کننده‌های

ناحیه‌ای، انواع دگرسانی و ارتباط آن با کانی‌سازی).

۲-۵-۶- دورسنجی

- الف- نوع داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده؛
- ب- تصحیحات هندسی و رادیومتری؛
- پ- روش‌های آشکارسازی؛
- ت- پردازش داده‌ها برای تعیین واحدهای سنگی در رابطه با کانی‌سازی؛
- ث- پردازش داده‌ها برای تعیین ساختارهای کنترل‌کننده کانی‌سازی؛
- ج- پردازش داده‌ها برای تعیین زون‌های دگرسانی مربوط با کانی‌سازی؛
- چ- تفسیر نقشه‌های ساختاری، لیتولوژیکی و دگرسانی.

۲-۵-۷- مطالعات ژئوشیمیایی

- الف- طراحی شبکه نمونه‌برداری ژئوشیمیایی؛
- ب- عملیات صحرائی نمونه‌برداری ژئوشیمیایی؛
- پ- آماده‌سازی نمونه‌ها، روش تجزیه و نتایج تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی؛
- ت- تعیین دقت نتایج تجزیه نمونه‌ها؛
- ث- مطالعات آماری پایه؛
- ج- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی؛
- چ- تعبیر و تفسیر نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی و معرفی محدوده‌های امیدبخش ژئوشیمیایی.

۲-۵-۸- مطالعات ژئوفیزیک هوابردی

- الف- نوع داده‌های ژئوفیزیکی؛
- ب- ویژگی‌های داده‌های ژئوفیزیکی؛
- پ- تصحیحات؛
- ت- پردازش داده‌ها و تهیه نقشه‌های آنومالی؛
- ث- تفسیر نقشه‌های آنومالی و تعیین محدوده‌های امیدبخش ژئوفیزیکی.

۲-۵-۹- مطالعات تلفیقی

- الف- تهیه بانک اطلاعاتی؛
- ب- مدل تلفیقی بهینه (شاخص هم‌پوشانی، اوزان شاهد، منطق فازی و یا شبکه عصبی)؛
- پ- تعیین انواع لایه‌های شاهد کانی‌سازی در سیستم GIS؛

ت- اولویت بندی لایه های اطلاعاتی و چگونگی وزن دادن به آن ها؛

ث- تهیه نیمرخ های زمین شناسی؛

ج- تهیه نقشه تلفیقی و تعیین مناطق امیدبخش؛

چ- تفسیر مناطق امیدبخش و اولویت بندی آن ها.

۲-۵-۱۰- برآورد منبع در رده ۳۳۴

۲-۵-۱۱- ارایه برنامه مرحله پی جویی

الف- معرفی روش کار بهینه؛

ب- نتایج کارهای انجام شده؛

پ- تعیین معیارهای تصمیم گیری و ارایه پیشنهادات برای بررسی های مرحله پی جویی.

۲-۵-۱۲- فهرست منابع

۲-۵-۱۳- پیوست ها

الف- نتایج تجزیه نمونه های ژئوشیمیایی؛

ب- داده های خام ماهواره ای و ژئوفیزیک هواپردی؛

پ- نقشه تلفیقی وضعیت مناطق مستعد مس؛

ت- نقشه زمین شناسی مناطق مستعد؛

ث- نقشه نیمرخ های پیمایش زمین شناسی؛

ج- جداول تکمیلی.

جدول ۲-۱- چک لیست مرحله شناسایی مس.

نوع عملیات	مقیاس - میزان	نوع کانی سازی
جمع آوری داده‌ها برای انتخاب محدوده شامل نقشه‌های زمین‌شناسی، ساختاری، پراکندگی مواد معدنی، ماهواره‌ای	۱:۲۵۰.۰۰۰ و ۱:۱۰۰.۰۰۰ در زون‌های ساختاری - متالوژیکی عمده	کلیه انواع کانی سازی مس
ایجاد بانک اطلاعاتی در سیستم GIS و معرفی محدوده‌های مناسب برای اکتشاف مس	۱:۱۰۰.۰۰۰، ۱:۲۵۰.۰۰۰ در محدوده‌های مناسب برای اکتشاف مرحله شناسایی معمولاً با گسترش وسیع	کلیه انواع کانی سازی مس
بررسی صحرایی و نمونه‌برداری از محدوده‌های امیدبخش و معرفی محدوده امیدبخش مناسب در مرحله پی‌جویی و تجزیه نمونه‌های برداشت شده	۱:۱۰۰.۰۰۰ یا ۱:۵۰.۰۰۰ در محدوده اکتشاف برای اکتشاف مرحله شناسایی	کلیه انواع کانی سازی مس
پردازش داده‌های پایه شامل اطلاعات زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیک هوایی، ماهواره‌ای و زمین‌شناسی اقتصادی و تلفیق داده‌ها در سیستم GIS و معرفی محدوده‌های امیدبخش اکتشافی	۱:۲۵۰.۰۰۰، ۱:۱۰۰.۰۰۰ در محدوده اکتشاف مرحله شناسایی	کلیه انواع کانی سازی مس
گزارش نهایی اکتشاف مرحله شناسایی همراه با پیشنهاد برای اکتشاف مرحله پی‌جویی همراه با نقشه محدوده یا محدوده‌های امیدبخش	۱:۱۰۰.۰۰۰ یا ۱:۵۰.۰۰۰	کلیه انواع کانی سازی مس

فصل ۳

فهرست خدمات مرحله پی جویی

۱-۳- آشنایی

این مرحله اکتشاف در محدوده‌های امیدبخشی انجام خواهد شد که در مرحله شناسایی معرفی، اولویت‌بندی و نوع کانی‌سازی قابل انتظار در آن‌ها مشخص شده است. این مرحله از اکتشاف، در مقیاس ۱:۲۵.۰۰۰ انجام می‌گیرد. چک‌لیست مرحله پی جویی مس در جدول (۱-۳) آمده است.

۲-۳- جمع‌آوری داده‌ها

در این مرحله کلیه داده‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی (زمینی و هوابردی)، ماهواره‌ای و زمین‌شناسی اقتصادی در محدوده مورد بررسی جمع‌آوری می‌شود. همچنین نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵.۰۰۰ و عکس‌های هوایی ۱:۲۰.۰۰۰ محدوده، فتوژئولوژی اولیه عکس‌های هوایی و انجام تصحیحات لازم بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵.۰۰۰ و رقومی کردن آن انجام می‌گیرد.

۳-۳- برنامه‌ریزی برای انجام عملیات پی جویی

این مرحله شامل برنامه‌ریزی برای مطالعات ژئوشیمیایی، زمین‌شناسی اقتصادی، ژئوفیزیکی، حفريات اکتشافی و نمونه‌برداری، آماده‌سازی و انجام آزمایشات بر روی نمونه‌ها، تعبیر و تفسیر نتایج و ارایه گزارش نهایی است.

۴-۳- مطالعات ژئوشیمیایی

این مطالعات شامل نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای بوده که به صورت زیر پیشنهاد می‌شود.

۱-۴-۳- طراحی شبکه نمونه‌برداری ژئوشیمیایی و کانی سنگین

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

الف- ۴ تا ۵ نمونه ژئوشیمیایی در هر کیلومتر مربع از رخنمون‌های سنگی؛

ب- ۲ تا ۳ نمونه در هر کیلومتر مربع پوشش آبرفتی؛

پ- ۲ نمونه کانی سنگین در هر کیلومتر مربع از رخنمون‌های سنگی؛

ت- ۱ نمونه کانی سنگین در هر کیلومتر مربع پوشش آبرفتی.

۲-۴-۳- عملیات صحرائی

الف- نمونه‌برداری ژئوشیمیایی و کانی سنگین با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵.۰۰۰ و عکس هوایی ۱:۲۰.۰۰۰ بر اساس شبکه طراحی شده؛

ب- شماره‌گذاری و کدگذاری نمونه‌ها و تعیین محل نمونه‌ها بر روی زمین و نقشه توپوگرافی؛
پ- بسته‌بندی و ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه‌های تجزیه شیمیایی.

۳-۴-۳- آماده‌سازی و انجام آزمایش نمونه‌های ژئوشیمیایی

در این مرحله نمونه‌های تهیه شده برای انجام آزمایشات به شرح زیر آماده می‌شود:
الف- آماده‌سازی نمونه‌ها به روش ICP-OES یا ICP-MS برای ۴۵ عنصر شامل مس، سرب، روی، مولیبدن، طلا و سایر عناصر پراژنزی؛
ب- آماده‌سازی و مطالعه نمونه‌های کانی سنگین و معرفی کانی‌های کانسار ساز و سنگ‌ساز منطقه.

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

در این مرحله نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی مس و عناصر پراژنزی و نقشه‌های آنومالی کانی سنگین تهیه و محدوده‌های امیدبخش دارای کانی‌سازی مس معرفی می‌شود.

۳-۴-۵- کنترل صحرائی

این مرحله شامل موارد زیر است:
الف- برداشت نمونه‌های تکمیلی ژئوشیمیایی و کانی سنگین از محدوده‌های امیدبخش؛
ب- برداشت نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی از رخنمون‌های کانی‌سازی و زون‌های دگرسانی؛
پ- برداشت نمونه‌هایی برای مطالعات کانه‌نگاری، کانی‌شناسی پراش اشعه ایکس و پتروگرافی به طور محدود (از هر محدوده امیدبخش برداشت ۵ تا ۱۰ نمونه ژئوشیمی، ۳ تا ۵ نمونه کانی سنگین، ۴ تا ۵ نمونه لیتوژئوشیمیایی، ۲ تا ۳ نمونه کانه‌نگاری، ۲ تا ۳ نمونه کانی‌شناسی پراش اشعه ایکس و ۲ تا ۳ نمونه پتروگرافی توصیه می‌شود).

۳-۴-۶- تجزیه شیمیایی

در این مرحله نمونه‌های آبراهه‌ای و لیتوژئوشیمیایی کنترلی به روش جذب برای مس و عناصر پراژنزی (سرب، روی، مولیبدن، نقره و طلا) مورد تجزیه قرار می‌گیرد.

۳-۴-۷- تعبیر و تفسیر نتایج

در این مرحله بر اساس تعبیر و تفسیر نتایج، محدوده‌های امیدبخش مس برای مرحله اکتشاف عمومی و تعیین نوع کانی‌سازی قابل انتظار پیشنهاد می‌شود.

۳-۵- مطالعات زمین‌شناسی

در این مرحله مطالعات زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ به صورت زیر باید انجام گیرد.

۳-۵-۱- عملیات صحرائی برداشت زمین‌شناسی

- الف- برداشت زمین‌شناسی بر اساس نقشه توپوگرافی رقومی شده ۱:۲۵۰,۰۰۰ و عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰,۰۰۰ در امتداد نیمرخ‌هایی با فواصل ۲۵۰ متر؛
- ب- تفکیک واحدهای سنگ چینه‌ای؛
- پ- تعیین شیب و امتداد لایه‌ها و گسل‌ها؛
- ت- تفکیک زون‌های دگرسانی و کانی‌سازی بر روی عکس‌های هوایی؛
- ث- نمونه‌برداری از رخنمون‌های سنگی و کانی‌سازی و دگرسانی برای مطالعات پتروگرافی و فسیل‌شناسی، کانه‌نگاری، کانی‌شناسی پراش اشعه ایکس و تجزیه شیمیایی.

۳-۵-۲- عملیات دفتری

- الف- انتقال عوارض زمین‌شناسی و اکتشافی از روی عکس‌های هوایی به نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰,۰۰۰؛
- ب- تهیه نقشه زمین‌شناسی-توپوگرافی ۱:۲۵۰,۰۰۰ همراه با راهنما و برش‌های زمین‌شناسی، محل حفاریات و نمونه‌برداری‌ها، شیب و امتداد لایه‌ها و گسله‌ها و پدیده‌های ماگمایی، دگرگونی، دگرسانی و نظایر آن‌ها.

۳-۶-۱- حفاریات اکتشافی**۳-۶-۱-۱- ترانشه**

- در این مرحله یک یا چند ترانشه عمود بر گسترش طولی کانی‌سازی برای شناسایی بدون شبکه‌بندی منظم حفر می‌شود و نمونه‌برداری به صورت لب‌پری یا شیاری انجام می‌شود.

۳-۶-۱-۲- چاهک

- در این مرحله یک چند چاهک اکتشافی بر روی مناطق دارای پوشش خاکی یا آبرفتی حفر می‌شود و نمونه‌برداری به روش شیاری و سیستماتیک انجام می‌شود.

۳-۶-۱-۳- گمانه

- در این مرحله حفر یک یا دو حلقه گمانه توصیه می‌شود.

۳-۷-۱- مطالعات ژئوفیزیک زمینی

- مطالعات ژئوفیزیک زمینی به روش‌های زیر توصیه می‌شود.

۳-۷-۱- روش پلاریزاسیون القایی و مقاومت‌سنجی

این روش‌ها برای کانی‌سازی‌های نوع پورفیری، سولفید توده‌ای، رگه‌ای، ماگمایی و اسکارن انجام می‌گیرد.

۳-۷-۲- روش‌های مغناطیسی و گرانی‌سنجی

این روش‌ها برای کانسارهای اسکارن و ماگمایی به صورت چند نیمرخ شناسایی در صورت لزوم (حداکثر ۵۰۰ نقطه) توصیه می‌شود.

۳-۸- آماده‌سازی و انجام آزمایش‌های شیمیایی

در این مرحله نمونه‌های برداشت شده از حفاریات و رخنمون‌های کانی‌سازی به روش‌های جذب اتمی برای تعیین میزان مس و عناصر پراژنز انجام می‌گیرد.

در مورد کانسارهای مختلف، تجزیه عناصر زیر توصیه می‌شود:

الف- کانسارهای نوع پورفیری: مس، مولیبدن، طلا، نقره، سرب، روی؛

ب- کانسارهای نوع سولفید توده‌ای: مس، سرب، روی، طلا، نقره؛

پ- کانسارهای نوع اسکارن: مس، مولیبدن، تنگستن، قلع، طلا و نقره؛

ت- کانسارهای نوع رگه‌ای: مس، طلا، نقره، سرب، روی، آرسنیک، آنتیموان و جیوه؛

ث- کانسارهای ماگمایی: مس، نیکل، کروم، کبالت، تیتانیوم، عناصر گروه پلاتین، فسفر و عناصر خاک‌های نادر.

۳-۹- مطالعه و پردازش داده‌ها و اطلاعات

در این مرحله کانه‌نگاری، کانی‌شناسی، پراش اشعه ایکس، پتروگرافی و فسیل‌شناسی بر روی نمونه‌های برداشت شده از رخنمون‌های سنگی، کانی‌سازی، حفاریات اکتشافی و مطالعه مقدماتی کانه‌آرایی در مقیاس آزمایشگاهی انجام می‌گیرد.

۳-۱۰- تعبیر و تفسیر

در این مرحله بررسی‌های زمین‌شناسی اقتصادی همراه با نتایج مطالعات ژئوشیمیایی مورد تعبیر و تفسیر قرار می‌گیرد و محدوده یا محدوده‌های کانی‌سازی مس و نوع کانی‌سازی قابل انتظار معرفی می‌شود و پس از ارائه گزارش نهایی مرحله پی‌جویی پیشنهاد برای ادامه عملیات مرحله اکتشاف عمومی ارائه می‌شود.

۳-۱۱- ساختار گزارش نهایی مرحله پی‌جویی

سرفصل‌ها و بخش‌های گزارش مرحله پی‌جویی در مناطق امیدبخش ذخایر مس به صورت زیر توصیه می‌شود.

۳-۱۱-۱- چکیده

چکیده باید شامل هدف اصلی و خلاصه‌ای از موقعیت جغرافیایی و ریخت‌شناسی، زمین‌شناسی، ژئوشیمی، بررسی‌های اکتشافی انجام شده و نتایج حاصله، کانی‌سازی مس، نوع، عیار و منبع یا ذخیره برآورد شده، پیشنهادات ارائه شده، هزینه‌های انجام شده و پیش‌بینی هزینه‌های اکتشافی مرحله بعد باشد.

۳-۱۱-۲- فهرست‌ها

الف- فهرست مطالب؛

ب- فهرست شکل‌ها؛

پ- فهرست جدول‌ها.

۳-۱۱-۳- مقدمه**۳-۱۱-۴- خلاصه مبانی و مستندات پروژه برگرفته از مرحله شناسایی****۳-۱۱-۵- اطلاعات کلی منطقه**

الف- موقعیت جغرافیایی؛

ب- وضعیت آب و هوایی؛

پ- وضعیت راه‌ها؛

ت- وضعیت اجتماعی.

۳-۱۱-۶- زمین‌شناسی

الف- زمین‌شناسی ناحیه‌ای؛

ب- زمین‌شناسی محدوده مورد بررسی شامل چینه‌شناسی، پتروگرافی و کانی‌شناسی، زمین‌ساخت و تکتونیک، ماگماتیزم و دگرگونی، دگرسانی، کانی‌سازی (بیان نوع و کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی).

۳-۱۱-۷- نقشه‌برداری (توپوگرافی و زمین‌شناسی)**۳-۱۱-۸- حفاریات اکتشافی و نمونه‌برداری‌ها**

الف- نوع حفاریات (ترانشه، چاهک)؛

ب- چگونگی حفر، برداشت زمین‌شناسی و نمونه‌برداری از حفاریات؛

پ- تهیه نیمرخ و ستون چینه‌شناسی حفاریات؛

ت- تعیین تغییرات عیار مس و عناصر پاراژنز در حفریات.

۳-۱۱-۹- مطالعات ژئوفیزیکی

الف- نوع عملیات انتخابی و اهداف آن؛

ب- روش برداشت؛

پ- تصحیحات؛

ت- پردازش داده‌ها و تهیه نیمرخ‌ها و نقشه‌های آنومالی ژئوفیزیکی؛

ث- تفسیر آنومالی‌ها و مشخص کردن گسترش عمقی کانی‌سازی؛

ج- مدل‌سازی پیکره کانی‌سازی.

۳-۱۱-۱۰- مطالعات ژئوشیمیایی

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

ب- روش آماده‌سازی و تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی و مطالعات نمونه‌های کانی سنگین؛

پ- خطاگیری و تعیین دقت تجزیه نمونه‌ها؛

ت- مطالعات آماری پایه؛

ث- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین؛

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

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

۳-۱۱-۱۱- استعداد کانه‌سازی

الف- قابلیت کانه‌سازی، تغییرات عیار، ضخامت، گسترش سطحی و عمقی؛

ب- توده‌های ماده معدنی و ارتباط آن با آثار سطحی و عمقی و بازتاب‌های ژئوفیزیکی؛

پ- ارزیابی شکلی و محتوایی و تفکیک آثار کانه‌سازی بر حسب قابلیت و توان ساخت تنه‌های معدنی.

۳-۱۱-۱۲- مشخصات کانی‌شناسی شیمیایی و تکنولوژیکی ماده معدنی

الف- روش نمونه‌برداری و تعداد نمونه‌ها؛

ب- نتایج تجزیه‌های شیمیایی؛

پ- نتایج مطالعات سنگ‌شناسی؛

ت- نتایج مطالعات کانی‌شناسی، بررسی وضعیت عیار و تیپ کانسنگ‌ها؛

ث- مطالعات کانه‌آرایی در مقیاس آزمایشگاهی؛

ج- نتایج مطالعات تست تکنولوژیک.

۳-۱۱-۱۳- ارزیابی عیار و ذخیره

الف- مدل‌سازی رفتار عیار؛

ب- ارزیابی عیار تقریبی مس و عناصر همراه، تعیین منبع در رده ۳۳۳ و نوع کانی‌سازی قابل انتظار و چگونگی گسترش آن

پ- اولویت‌بندی اکتشافی زون‌های کانی‌سازی مس و عناصر همراه.

۳-۱۱-۱۴- انجام مطالعات فرصت‌سنجی

۳-۱۱-۱۵- انجام مطالعات بالقوه اقتصادی کانسار

۳-۱۱-۱۶- مطالعات تلفیقی

الف- ایجاد بانک اطلاعاتی؛

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

پ- تلفیق داده‌ها در سیستم GIS، معرفی و تفسیر محدوده یا محدوده‌های کانی‌سازی مس.

۳-۱۱-۱۷- نتیجه‌گیری و ارایه برنامه مرحله اکتشاف عمومی

الف- درج نتایج کلی، ارزیابی اهداف مورد آزمون، تفکیک و الویت‌بندی یافته‌های مناسب برای مرحله اکتشاف عمومی؛

ب- تعیین مدل زایشی و سیمای احتمالی از وضعیت زیرزمینی ماده معدنی؛

ت- تعیین معیارهای تصمیم‌گیری برای توقف یا ادامه عملیات اکتشافی؛

ث- نتیجه‌گیری و ارایه پیشنهادات و روش‌های مناسب برای انجام عملیات اکتشاف عمومی.

۳-۱۱-۱۸- فهرست منابع

۳-۱۱-۱۹- پیوست‌ها

الف- نتایج تجزیه نمونه‌ها (با سربرگ شرکت یا موسسه)؛

ب- نتایج مطالعات کانی‌سنگین، کانه‌نگاری، کانی‌شناسی، پتروگرافی و فسیل‌شناسی؛

پ- نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی؛

ت- شبکه عملیات اکتشافی؛

ث- نقشه‌های موقعیت حفاریات اکتشافی و نمونه‌برداری.

جدول ۳-۱ - چکلیست مرحله پی جویی مس.

نوع عملیات	مقیاس - میزان	نوع کانی سازی
جمع‌آوری، بررسی، پردازش و تلفیق داده‌ها و ایجاد بانک اطلاعاتی در سیستم GIS	۱:۱۰۰.۰۰۰، ۱:۵۰.۰۰۰ و ۱:۲۵.۰۰۰ در محدوده امیدبخش به گسترش ۵۰ تا ۱۵۰ هکتار	در کلیه انواع کانی‌سازی مس در محدوده‌های امیدبخش اکتشافی مرحله شناسایی
رقومی کردن نقشه توپوگرافی، فتوژئولوژی اولیه عکس‌های هوایی و انجام تصحیحات لازم	نقشه توپوگرافی ۱:۲۵.۰۰۰ و عکس‌های هوایی ۱:۲۰.۰۰۰	در کلیه انواع کانی‌سازی مس
مطالعات ژئوشیمیایی و کانی سنگین، طراحی شبکه نمونه‌برداری، نمونه‌برداری، آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی، خطاگیری، پردازش داده‌ها، تهیه نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی و کانی سنگین	۱:۲۵.۰۰۰ در محدوده امیدبخش مرحله شناسایی	در کلیه انواع کانی‌سازی مس
کنترل آنومالی‌ها، نمونه‌برداری مجدد و انجام آزمایشات بر روی نمونه‌های کنترلی و معرفی محدوده‌های امیدبخش و اولویت‌بندی آن‌ها	۱:۲۵.۰۰۰ در محدوده‌های امیدبخش مرحله پی‌جویی به وسعت ۵ تا ۲۰ کیلومتر مربع	در کلیه انواع کانی‌سازی مس
برداشت زمین‌شناسی، تفکیک واحدهای سنگی زون‌های دگرسانی، اندازه‌گیری شیب و امتداد لایه‌ها، گسل‌ها و زون‌های کانی‌سازی، نمونه‌برداری برای مطالعات کانه‌نگاری، پتروگرافی، کانی‌شناسی و در نهایت تهیه نقشه توپوگرافی - زمین‌شناسی	۱:۲۵.۰۰۰ در محدوده امیدبخش مرحله پی‌جویی	در کلیه انواع کانی‌سازی مس
حفر ترانشه و چاهک، برداشت زمین‌شناسی و نمونه‌برداری از حفاریات	۱:۱۰۰ یا ۱:۴۰۰ چند ترانشه و یا چاهک به صورت موردی	- ترانشه در کانسارهای رگه‌ای، لایه‌ای و عدسی - چاهک در نوع پورفیری
انجام مطالعات ژئوفیزیکی زمینی به روش پلاریزاسیون القایی و مقاومت‌سنجی	چند پروفیل شناسایی	در کانسارهای پورفیری، رگه‌ای، سولفید توده‌ای
انجام مطالعات ژئوفیزیکی زمینی به روش مغناطیسی و گرانی‌سنجی	چند پروفیل شناسایی	در کانسارهای اسکارن و ماگمایی
- تعبیر و تفسیر نتایج فوق و معرفی محدوده یا محدوده‌های کانی‌سازی مس و نوع کانی‌سازی قابل انتظار	۱:۲۵.۰۰۰ محدوده کانی‌سازی - چند کیلومتر مربع	در کلیه انواع کانی‌سازی مس
ارزیابی عیار و ذخیره	در رده ۳۳۳	در کلیه انواع کانی‌سازی مس
انجام مطالعات فرصت‌سنجی	-	در کلیه انواع کانی‌سازی مس
انجام مطالعات بالقوه اقتصادی کانسار	-	در کلیه انواع کانی‌سازی مس
تعیین معیار تصمیم‌گیری برای ادامه عملیات اکتشافی	-	در کلیه انواع کانی‌سازی مس
نتیجه‌گیری نهایی و ارائه پیشنهادات برای ادامه عملیات اکتشافی و ارائه گزارش نهایی مرحله پی‌جویی	۱:۲۵.۰۰۰	در کلیه انواع کانی‌سازی مس

فصل ۴

فهرست خدمات مرحله اکتشاف عمومی

۴-۱- آشنایی

در این مرحله اکتشاف مس در زون کانی‌سازی اولویت‌دار که در پی‌جویی معرفی و گسترش سطحی تقریبی و نوع کانی‌سازی آن مشخص شده انجام خواهد شد. وسعت محدوده مورد بررسی چند کیلومتر مربع تا حداکثر ۱۰ کیلومتر مربع خواهد بود (در کانسارهای نوع پورفیری وسعت محدوده در مرحله اکتشاف عمومی ممکن است به بیش از ۲۰ کیلومتر مربع نیز برسد). چک‌لیست مرحله اکتشاف عمومی مس در جدول (۴-۱) آمده است.

۴-۲- جمع‌آوری داده‌ها

در این مرحله کلیه داده‌های مراحل شناسایی و پی‌جویی جمع‌آوری می‌شود و سپس با پردازش و تلفیق داده‌ها، طراحی و برنامه‌ریزی مطالعات اکتشافی مرحله عمومی انجام می‌شود.

۴-۳- برنامه‌ریزی برای مطالعات اکتشاف عمومی

این مرحله شامل برنامه‌ریزی مطالعات ژئوشیمیایی، زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی، حفريات اکتشافی و نمونه‌برداری، مطالعات فرآوری مقدماتی، تعبیر و تفسیر نتایج و ارائه گزارش نهایی است.

۴-۴- مطالعات ژئوشیمیایی

این مطالعات در مرحله اکتشاف عمومی شامل نمونه‌برداری از پوشش خاک یا رخنمون‌های کانی‌سازی در یک شبکه منظم در محدوده کانی‌سازی است که به صورت زیر انجام می‌شود:

الف- طراحی شبکه نمونه‌برداری در شبکه‌های ۲۵۰×۲۵۰ یا ۱۰۰×۲۵۰ یا ۱۰۰×۱۰۰ متری از پوشش خاکی یا رخنمون‌های کانی‌سازی؛

ب- عملیات صحرائی نمونه‌برداری ژئوشیمیایی بر اساس شبکه طراحی شده که نمونه‌های پوشش خاک از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک و نمونه‌های سنگی به صورت لب‌پری یا شیاری که نمونه‌های لب‌پری در دایره‌ای به شعاع ۳ تا ۵ متر و نمونه‌های شیاری در طول ۲ تا ۵ متر عمود بر گسترش طولی زون کانی‌سازی برداشت می‌شود. محل نمونه‌ها هم بر روی زمین و هم بر روی نقشه باید با شماره و کد مخصوص مشخص شود؛

پ- آماده‌سازی نمونه‌ها و انجام تجزیه شیمیایی به روش ICP- OES یا ICP- MS برای ۴۵ عنصر شامل مس، سرب، روی، طلا، نقره، مولیبدن و سایر عناصر پراژنری؛

ت- تعبیر و تفسیر نتایج و معرفی محدوده‌های مناسب برای حفر گمانه‌های اکتشافی.

۴-۵- مطالعات زمین‌شناسی

در این مرحله مطالعات زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۵,۰۰۰ به صورت زیر انجام می‌شود:

الف- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۵,۰۰۰ محدوده کانی‌سازی با استفاده از عکس‌های هوایی؛

ب- عملیات صحرایی برای تهیه نقشه زمین‌شناسی از محدوده کانی‌سازی بر اساس عکس‌های هوایی ۱:۵,۰۰۰ (از تبدیل مقیاس عکس‌های هوایی ۱:۲۰,۰۰۰) و نقشه توپوگرافی ۱:۵,۰۰۰ شامل تفکیک واحدهای سنگ چینه‌ای، گسل‌ها و عملکرد آن‌ها بر کانی‌سازی، گسترش سطحی کانی‌سازی و دگرسانی‌ها، در امتداد پروفیل‌هایی به فواصل ۵۰ متر، برداشت شیب و امتداد لایه‌ها، زون کانی‌سازی و گسل‌ها و انتقال آن بر روی عکس‌های هوایی و نمونه‌برداری از رخنمون‌های کانی‌سازی، واحدهای سنگی و دگرسانی برای انجام مطالعات پتروگرافی، فسیل‌شناسی، کانه‌نگاری، کانی‌شناسی به روش پراش اشعه ایکس و تجزیه شیمیایی به روش‌های دستگاهی مناسب؛

پ- انتقال عوارض زمین‌شناسی و اکتشافی از روی عکس‌های هوایی بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۵,۰۰۰ و تهیه نقشه زمین‌شناسی-توپوگرافی ۱:۵,۰۰۰ همراه با راهنمای کامل و برش زمین‌شناسی در حاشیه نقشه به همراه نمایش، محل حفريات، محل نمونه‌ها، شیب و امتداد لایه‌ها و گسل‌ها، پدیده‌های ماگمایی، دگرگونی، دگرسانی و گسترش سطحی کانی‌سازی.

۴-۶- حفريات اکتشافی

۴-۶-۱- ترانشه

در این مرحله ترانشه‌ها در کانسارهای لایه‌ای، عدسی و رگه‌ای به فواصل ۱۰۰ تا ۲۵۰ متر عمود بر گسترش طولی زون کانی‌سازی حفر می‌شود و باید حداقل چند متر از کمر بالا، کمر پایین و زون کانی‌سازی را در بر گیرد.

۴-۶-۲- چاهک

نمونه‌برداری به روش لبپری یا شیاری و برداشت دیواره‌ها و کف هم‌زمان با نمونه‌برداری و با مقیاس ۱:۲۰۰ یا ۱:۱۰۰ انجام می‌شود. در کانسارهای نوع پورفیری و پوشیده شده توسط نهشته‌های آبرفتی، حفر چاهک‌های اکتشافی باید در شبکه‌های منظم ۲۵۰×۲۵۰ متری یا ۱۰۰×۱۰۰ و در موارد ناهمسانگردی در شبکه‌های ۱۰۰×۲۵۰ متری بر اساس نظر کارشناسی خبره انجام شود. نمونه‌برداری از چاهک باید به روش شیاری انجام گیرد.

۴-۶-۳- گمانه

در این مرحله چند حلقه گمانه به منظور تعیین گسترش عمقی کانی‌سازی بر اساس مطالعات زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی طراحی و حفر می‌شود. فواصل گمانه‌ها در این مرحله ۲۵۰ یا ۵۰۰ متر است که در کانسارهای رگه‌ای، لایه‌ای و عدسی به صورت قائم یا شیب‌دار و در کانسارهای پورفیری به صورت قائم حفر خواهد شد. نمودار گمانه باید بر اساس برداشت مغزه‌ها تهیه شود. نمونه‌برداری از مغزه‌ها به وسیله دستگاه برش مغزه و از هر یک دوم یا یک چهارم مغزه به فواصل ۱، ۲ و ۵ متری برداشت خواهد شد.

۴-۷- مطالعات ژئوفیزیکی

مطالعات ژئوفیزیکی زمین به روش‌های زیر توصیه می‌شود.

۴-۷-۱- پلاریزاسیون القایی و مقاومت‌سنجی

این روش‌ها برای کانسارهای نوع پورفیری، رگه‌ای، سولفید توده‌ای، اسکارن و ماگمایی توصیه می‌شود.

۴-۷-۲- روش مغناطیسی و گرانی‌سنجی

این روش‌ها برای کانسارهای نوع اسکارن و ماگمایی و در مواردی پورفیری توصیه می‌شود. این مطالعات در ۱۰۰۰ نقطه در هر کیلومتر مربع با نیمرخ‌هایی به فواصل ۱۰۰ متر و نقاط برداشت به فواصل ۲۰ تا ۵۰ متر در طول هر نیمرخ توصیه می‌شود.

۴-۸- آماده‌سازی و انجام آزمایش‌های شیمیایی

در این مرحله نمونه‌های برداشت شده از حفاریات و رخنمون‌های کانی‌سازی به روش جذب اتمی یا ICP-OES و عناصر پاراژنز مورد آزمایش قرار می‌گیرد. در کانسارهای مختلف تجزیه عناصر زیر توصیه می‌شود:

الف- کانسارهای نوع پورفیری: مس، مولیبدن، طلا، نقره، سرب، روی و بیسموت؛

ب- کانسارهای نوع سولفید توده‌ای: مس، سرب، روی، طلا و نقره؛

ج- کانسارهای نوع اسکارن: مس، سرب، روی، نقره، قلع، تنگستن و مولیبدن؛

د- کانسارهای نوع رگه‌ای: مس، سرب، طلا، روی، نقره، کادمیوم، آرسنیک، آنتیموان و جیوه؛

ه- کانسارهای نوع ماگمایی: مس، نیکل، کبالت، کروم، تیتانیوم، عناصر گروه پلاتین، فسفر و عناصر خاک‌های نادر.

۴-۹- انجام مطالعات تکمیلی کانه‌نگاری

در این مرحله مطالعات کانه‌نگاری، کانی‌شناسی پراش اشعه ایکس و پتروگرافی بر روی نمونه‌های برداشت شده از حفاریات و رخنمون‌های کانی‌سازی، واحدهای سنگی و زون‌های دگرسانی انجام می‌گیرد.

۴-۱۰- مطالعات مهندسی و ژئوتکنیکی

در این مرحله اطلاعات آب‌شناسی، آب‌زمین‌شناسی، زیست‌محیطی و ژئوتکنیکی گردآوری می‌شود.

۴-۱۱- برداشت نمونه معرف

در این مرحله از زون کانی‌سازی نمونه معرف برای انجام مطالعات فرآوری در مقیاس پایه تهیه می‌شود.

۴-۱۲- تعبیر و تفسیر نتایج

در این مرحله نتایج مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفاری‌ها به همراه منبع و ذخیره و عیار میانگین زون کانی‌سازی، مطالعات پیش‌امکان‌سنجی، مطالعات اقتصادی یا پتانسیل اقتصادی، تخمین محل حفاریات زیرزمینی (گمانه و تونل اکتشافی) همراه با پیشنهادات برای عملیات اکتشافی مرحله اکتشاف تفصیلی ارائه می‌شود.

۴-۱۳- ساختار گزارش نهایی مرحله اکتشاف عمومی

سرفصل‌ها و بخش‌های گزارش مرحله اکتشاف عمومی به صورت زیر توصیه می‌شود.

۴-۱۳-۱- چکیده

چکیده باید شامل خلاصه‌ای از نتایج مطالعات انجام شده باشد.

۴-۱۳-۲- فهرست‌ها

الف- فهرست مطالب؛

ب- فهرست شکل‌ها؛

پ- فهرست جدول‌ها.

۴-۱۳-۳- مقدمه**۴-۱۳-۴- خلاصه عملیات انجام شده در مراحل شناسایی و پی‌جویی****۴-۱۳-۵- اطلاعات کلی منطقه**

الف- موقعیت جغرافیایی؛

ب- وضعیت آب و هوایی؛

پ- وضعیت راه‌ها؛

ت- وضعیت اجتماعی.

۴-۱۳-۶- زمین شناسی محدوده معدنی

- الف- زمین شناسی ناحیه‌ای؛
- ب- زمین شناسی دقیق محدوده معدنی؛
- پ- زمین ساخت و تکتونیک محدوده معدنی؛
- ت- دگرسانی، مدل زایشی کانی سازی و عوامل کنترل کننده ذخیره.

۴-۱۳-۷- عملیات نقشه برداری (توپوگرافی و زمین شناسی)**۴-۱۳-۸- مطالعات ژئوفیزیکی**

- الف- نوع عملیات ژئوفیزیکی و اهداف آن؛
- ب- روش برداشت و طراحی شبکه؛
- پ- انجام تصحیحات مورد نیاز؛
- ت- پردازش داده‌ها، تهیه نقشه‌های آنومالی ژئوفیزیکی و نیمرخ‌های دوقطبی - دوقطبی؛
- ث- تفسیر آنومالی‌های ژئوفیزیکی و تعیین نقاط حفاری اکتشافی؛
- ج- مدل سازی پیکره معدنی.

۴-۱۳-۹- حفاریات اکتشافی و نمونه برداری‌ها

- الف- نوع حفاریات (ترانشه / چاهک)؛
- ب- چگونگی حفر، برداشت زمین شناسی و نمونه برداری از حفاریات؛
- پ- تهیه نیمرخ و ستون چینه شناسی حفاریات؛
- ت- تعیین تغییرات عیار مس و عناصر پاراژنز در حفاریات.

۴-۱۳-۱۰- مطالعات ژئوشیمیایی

- الف- طراحی شبکه نمونه برداری و روش نمونه برداری؛
- ب- روش آماده سازی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها؛
- پ- خطاگیری و تعیین دقت نتایج تجزیه؛
- ت- مطالعات آماری پایه؛
- ث- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی
- ج- تهیه نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی (تک عنصری و هاله مرکب)؛
- چ- تهیه نقشه زون بندی مس و عناصر پاراژنز؛

ح- تفسیر نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی.

۴-۱۳-۱۱- ویژگی‌های زون معدنی

- الف- شکل، ابعاد و موقعیت جایگیری کانسنگ؛
- ب- کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی عناصر؛
- پ- وضعیت عیار در کانسنگ.

۴-۱۳-۱۲- تخمین ذخیره

- الف- تعیین عیار حد و توزیع عیار؛
- ب- بلوک‌بندی؛
- پ- تخمین ذخایر و منابع و رده‌بندی ذخیره.

۴-۱۳-۱۳- نتایج مطالعات مهندسی و ژئوتکنیکی

- الف- آب‌شناسی، زمین‌آب‌شناسی و ویژگی‌های آبخوان‌ها؛
- ب- لرزه‌خیزی و مخاطرات طبیعی؛
- پ- مطالعات ژئوتکنیکی.

۴-۱۳-۱۴- نتایج مطالعات فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی و پایه

۴-۱۳-۱۵- نتایج مطالعات زیرساخت‌های فرهنگی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی

۴-۱۳-۱۶- نتایج مطالعات اقتصادی یا پتانسیل اقتصادی بر حسب دقت مورد نیاز پروژه

۴-۱۳-۱۷- پیش امکان‌سنجی

۴-۱۳-۱۸- مطالعات تلفیقی

- الف- تهیه بانک اطلاعاتی؛
- ب- پردازش کلیه داده‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفريات اکتشافی؛
- پ- تلفیق داده‌ها در سیستم GIS، معرفی و تفسیر محدوده با محدوده‌های کانی‌سازی مس.

۴-۱۳-۱۹- ارایه برنامه مرحله اکتشاف تفصیلی

- الف- تعیین معیار تصمیم‌گیری برای ادامه عملیات در مرحله اکتشاف تفصیلی؛

ب- نتیجه گیری و پیشنهادات و معرفی روش های مناسب.

۴-۱۳-۲۰- فهرست منابع

۴-۱۳-۲۱- پیوست ها

الف- نتایج تجزیه شیمیایی و مطالعات پتروگرافی، مطالعات فرآوری، کانه نگاری و کانی سنگین؛

ب- داده های خام ژئوفیزیکی؛

پ- نقشه ها، نیمرخ ها (زمین شناسی، ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی) و لاگ های حفاری؛

ت- نقشه بلوک بندی معدنی و گستردگی مس؛

ث- مدل سه بعدی اکتشافی- معدنی.

جدول ۴-۱- چک لیست مرحله اکتشاف عمومی مس.

نوع عملیات	مقیاس- میزان	نوع کانی سازی
جمع آوری داده ها و ایجاد بانک اطلاعاتی	۱:۱۰۰.۰۰۰، ۱:۵۰.۰۰۰ و ۱:۲۵.۰۰۰ در محدوده امیدبخش و در محدوده کانی سازی	در کلیه انواع کانی سازی مس
برنامه ریزی برای انجام مطالعات اکتشافی	به گسترش چند کیلومتر مربع	در کلیه انواع کانی سازی مس
مطالعات ژئوشیمیایی به صورت نمونه برداری لیتوژئوشیمیایی یا پوشش خاکی در شبکه های ۲۵۰×۲۵۰ متری، ۲۵۰×۱۰۰ متری یا ۱۰۰×۱۰۰ متری	۱:۵.۰۰۰ در محدوده کانی سازی به گسترش چند کیلومتر مربع	در کلیه انواع کانی سازی مس
مطالعات زمین شناسی شامل تهیه نقشه توپوگرافی با استفاده از عکس های هوایی یا برداشت با دوربین نقشه برداری	۱:۵.۰۰۰ در محدوده کانی سازی به گسترش چند کیلومتر مربع	در کلیه انواع کانی سازی مس
تهیه نقشه زمین شناسی- توپوگرافی	۱:۵.۰۰۰ در محدوده کانی سازی به گسترش چند کیلومتر مربع	در کلیه انواع کانی سازی مس
حفر ترانشه های اکتشافی	عمود بر امتداد طولی زون کانی سازی به فواصل ۲۵۰ و ۱۰۰ متری	در کانسارهای نوع رگه ای، لایه ای و عدسی
حفر چاهک های اکتشافی	در پوشش خاک در شبکه ۲۵۰×۲۵۰، ۱۰۰×۱۰۰ و در موارد ناهمسانگردی ۲۵۰×۱۰۰ متری	در کانسارهای نوع پورفیری و پراکنده و دارای پوشش آبرفتی
حفر گمانه و برداشت نمونه ها	فاصله گمانه ها ۲۵۰ یا ۵۰۰ متر	- در کانسارهای رگه ای، لایه ای و عدسی حفر گمانه ها به صورت قائم یا شیب دار - در کانسارهای پورفیری حفر گمانه ها به صورت قائم

ادامه جدول ۴-۱- چک لیست مرحله اکتشاف عمومی مس.

<p>- در کانسارهای پورفیری برای مس، مولیبدن، سرب، روی، طلا، نقره و بیسموت</p> <p>- در کانسارهای سولفید توده‌ای برای مس، سرب، روی، طلا و نقره</p> <p>- در کانسارهای رگه‌ای برای مس، سرب، روی، طلا، نقره، کادمیوم، آرسنیک، آنتیموان و جیوه</p> <p>- در کانسارهای ماگمایی برای مس، نیکل، کبالت، کروم، تیتانیم، عناصر گروه پلاتین، فسفر و عناصر خاک‌های نادر</p> <p>- در کانسارهای نوع اسکارن برای مس، سرب، روی، طلا، نقره، قلع، تنگستن و مولیبدن</p>	<p>برای تعیین میزان مس و عناصر پاراژنز به روش جذب اتمی</p>	<p>آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها</p>
<p>- به روش پتانسیل القایی و مقاومت‌سنجی در کانسارهای رگه‌ای، پورفیری، سولفید توده‌ای، اسکارن و ماگمایی</p> <p>- به روش مغناطیسی و گرانی‌سنجی در کانسارهای اسکارن، ماگمایی و در مواردی پورفیری</p>	<p>۱:۵.۰۰۰ یا ۱:۲۰.۰۰۰ در نیمرخ‌های به فواصل ۱۰۰ متر و فواصل برداشت ۲۰ تا ۵۰ متر</p>	<p>مطالعات ژئوفیزیکی</p>
<p>در کلیه انواع کانسارهای مس</p>	<p>یک یا دو نمونه در مقیاس آزمایشگاهی</p>	<p>مطالعات کانه‌آرایی مقدماتی در مقیاس آزمایشگاهی و یا نیمه‌صنعتی</p>
<p>در کلیه انواع کانسارهای مس</p>	<p>-</p>	<p>محاسبات ذخیره ممکن و عیار کانسار و مطالعات فنی و اقتصادی اولیه</p>
<p>در کلیه انواع کانسارهای مس</p>	<p>-</p>	<p>تعیین معیار تصمیم‌گیری برای ادامه عملیات اکتشافی در مرحله تفصیلی</p>
<p>در کلیه انواع کانسارهای مس</p>	<p>-</p>	<p>پیش‌امکان‌سنجی</p>
<p>در کلیه انواع کانسارهای مس</p>	<p>-</p>	<p>مطالعات اقتصادی یا پتانسیل اقتصادی</p>

فصل ۵

فهرست خدمات مرحله اکتشاف تفصیلی

۱-۵- آشنایی

این مرحله اکتشاف مس در محدوده کانسار که بر اساس نتایج اکتشافات عمومی ادامه عملیات اکتشافی بر روی آن دارای توجیه فنی و اقتصادی است، انجام خواهد شد. وسعت محدوده کانسار معمولاً چند ده هکتار تا چند صد هکتار و به ندرت، در کانسارهای نوع پورفیری به بیش از چند کیلومتر مربع می‌رسد. مقیاس بررسی‌ها در این مرحله ۱:۱۰۰۰ بوده، ولی در بعضی کانسارها مقیاس‌های ۱:۵۰۰ نیز توجیه‌پذیر است. چک‌لیست مرحله اکتشاف تفصیلی مس در جدول (۵-۱) آمده است.

۲-۵- جمع‌آوری داده‌ها

در این مرحله کلیه داده‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفاری‌های مراحل قبل جمع‌آوری شده، سپس پردازش و تلفیق داده‌ها و طراحی عملیات اکتشاف تفصیلی انجام می‌شود.

۳-۵- برنامه‌ریزی برای انجام عملیات اکتشاف تفصیلی

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

۴-۵- 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 نیمرخ‌های به فواصل ۱۰ متر، شامل تفکیک واحدهای سنگی، اندازه‌گیری شیب و امتداد لایه‌ها و زون کانی‌سازی، تفکیک زون‌های دگرسانی و کانی‌سازی، ساختار محدوده و نمونه‌برداری از رخنمون‌های کانی‌سازی و سنگی برای مطالعات پتروگرافی، کانی‌شناسی پراش اشعه ایکس، کانه‌نگاری و تجزیه شیمیایی به روش‌های جذب اتمی، ICP-OES یا ICP-MS؛

پ- مطالعات درزه‌نگاری؛

ت- تهیه نقشه دگرسانی (به خصوص در کانسارهای نوع پورفیری).

۵-۵- حفاریات اکتشافی

در این مرحله حفاریات اکتشافی عمیق بر اساس نتایج مرحله اکتشاف عمومی انجام می‌شود.

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

- ب- انجام حفريات اکتشافی تکمیلی بر اساس آنومالی‌های ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی مرحله اکتشاف عمومی به شرح زیر:
- در کانسارهای نوع پورفیری شبکه حفر گمانه‌های اکتشافی ۵۰×۵۰ متر و به صورت عمودی در اعماق ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ تا ۶۰۰ متری و بیشتر همراه با برداشت زمین‌شناسی و نمونه‌برداری سیستماتیک از هر ۲ تا ۵ متر یک نمونه خواهد بود. برای نمونه‌برداری، مغزه‌ها به وسیله دستگاه برش مغزه به صورت طولی بریده شده و نمونه‌برداری از یک چهارم تا یک دوم مغزه انجام می‌شود؛
- در کانسارهای رگه‌ای، لایه‌ای و عدسی شبکه حفريات شامل حفر ترانشه‌های اکتشافی عمود بر محور طولی به فواصل ۵۰ متر و حفر گمانه‌های اکتشافی شیب‌دار بر روی ترانشه‌های مذکور به اعماق ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ متر، همراه با برداشت زمین‌شناسی حفريات و نمونه‌برداری سیستماتیک به روش شیاری در ترانشه‌ها - که فواصل نمونه‌برداری‌ها بر اساس تغییرات لیتولوژی تعیین خواهد شد - می‌باشد؛
- مطالعات درزه‌نگاری و مکانیک سنگ بر روی مغزه‌ها، ترانشه‌ها و در صورت نیاز مطالعات چاه‌پیمایی و چاه‌نگاری و اندازه‌گیری وزن مخصوص.

۶-۵- آماده‌سازی و انجام مطالعات آزمایشگاهی

- آماده‌سازی و انجام آزمایشات تجزیه شیمیایی بر روی نمونه‌ها به روش جذب اتمی ICP-OES و یا ICP-MS برای تعیین غلظت مس و عناصر پاراژنز انجام می‌گیرد.
- الف- کانسارهای نوع پورفیری: مس، مولیبدن، طلا، نقره، سرب، روی، بیسموت و عناصر کمیاب؛
- ب- کانسارهای نوع سولفید توده‌ای: مس، سرب، روی، طلا و نقره؛
- پ- کانسارهای نوع اسکارن: مس، سرب، روی، قلع، تنگستن، مولیبدن، طلا و نقره؛
- ت- کانسارهای نوع رگه‌ای: مس، سرب، روی، طلا، نقره، جیوه، آرسنیک و آنتیموان؛
- ث- کانسارهای نوع ماگمایی: مس، نیکل، کبالت، کروم، تیتانیوم، عناصر گروه پلاتین، فسفر و عناصر خاک‌های نادر و عناصر کمیاب.

۷-۵- مطالعات کانی‌شناسی

- در این مرحله مطالعات کانه‌نگاری، کانی‌شناسی، پراش اشعه ایکس و پتروگرافی بر روی نمونه‌های برداشت شده از رخنمون‌های سنگی و زون‌های دگرسانی و کانی‌سازی در ترانشه‌ها و گمانه‌های اکتشافی انجام می‌شود.

۸-۵- مطالعات فرآوری

- در این مرحله فرآوری در مقیاس نیمه‌صنعتی بر روی یک یا دو نمونه نماینده از کانسنگ (ترجیحاً یک نمونه از بخش اکسیده و یک نمونه از بخش سولفیدی) انجام می‌گیرد.

۹-۵- پردازش داده‌ها

در این مرحله مطالعات آماری و زمین‌آماری، منحنی عیار- تناژ، ارزیابی ذخیره و عیار کانسار، رده‌بندی ذخیره، مطالعات اقتصادی، بررسی امکان‌سنجی یا پیش‌امکان‌سنجی بر حسب دقت پروژه، محاسبه هزینه‌های اکتشافی انجام شده، تهیه طرح پایه استخراجی معدن و انجام مطالعات فرآوری در مقیاس پیشاهنگ (نیمه‌صنعتی) انجام می‌شود.

۱۰-۵- مطالعات آب‌زمین‌شناسی

در این مرحله مطالعات منابع آب در محدوده کانسار انجام می‌گیرد.

۱۱-۵- مطالعات زیست‌محیطی

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

۱۲-۵- تعبیر و تفسیر نتایج

در این مرحله کلیه نتایج مطالعات اکتشافی تلفیق شده و داده‌ها به روش‌های کلاسیک و آماری تحلیل می‌شود.

۱۳-۵- گزارش نهایی مرحله اکتشاف تفصیلی

سرفصل‌ها و بخش‌های گزارش مرحله اکتشاف تفصیلی مس به ترتیب زیر توصیه می‌شود.

۱-۱۳-۵- چکیده

چکیده باید شامل خلاصه‌ای از کلیه بررسی‌های انجام شده تا نتیجه‌گیری نهایی باشد.

۲-۱۳-۵- فهرست‌ها

الف- فهرست مطالب؛

ب- فهرست شکل‌ها؛

پ- فهرست جدول‌ها.

۳-۱۳-۵- مقدمه

۴-۱۳-۵- خلاصه عملیات انجام شده در مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی

۵-۱۳-۵- اطلاعات کلی منطقه

الف- موقعیت جغرافیایی؛

ب- وضعیت آب و هوایی؛

پ- وضعیت راه‌ها؛

ت- وضعیت اجتماعی.

۵-۱۳-۶- زمین‌شناسی محدوده معدنی

الف- زمین‌شناسی ناحیه‌ای؛

ب- زمین‌شناسی دقیق محدوده معدنی (محدوده نقشه) شامل چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی؛

پ- نوع، امتداد، شیب و لغزش هر یک از گسل‌ها و عملکرد آن‌ها؛

ت- زمین‌ساخت محدوده معدنی؛

ث- دگرسانی؛

ج- کانی‌سازی (نوع و کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی).

۵-۱۳-۷- عملیات اکتشافی

الف- عملیات نقشه‌برداری (توپوگرافی و زمین‌شناسی)؛

ب- جاده‌سازی و ایجاد راه‌های دسترسی؛

پ- طراحی شبکه حفاریات شامل ترانشه‌ها و گمانه‌های اکتشافی؛

ت- برداشت زمین‌شناسی ترانشه‌ها، گمانه‌ها و نمونه‌برداری‌ها؛

ث- تفسیر نتایج تجزیه شیمیایی، کانی‌شناسی، دگرسانی و نظایر آن‌ها؛

ج- نتایج برداشت‌های ژئوفیزیکی؛

چ- درزه‌نگاری و مطالعات مکانیک‌سنگ بر روی مغزه‌ها؛

ح- چاه‌پیمایی و چاه‌نگاری (در صورت نیاز)؛

خ- تعیین وزن مخصوص و عیار.

۵-۱۳-۸- برآورد ذخیره

الف- مدل‌سازی پیکره کانسار و بلوک‌بندی؛

ب- تعیین عیار حد و عیار حد بهینه و منحنی تناژ-عیار؛

پ- تخمین ذخیره به روش‌های کلاسیک و زمین‌آمار.

۹-۱۳-۵- مطالعات آب شناسی و آب زمین شناسی

- الف- بررسی سطح ایستابی، آب های ورودی آبخوان ها و شرایط آب زمین شناسی؛
- ب- ویژگی های آبخوان ها (نظیر قابلیت تراوایی، گسل ها، پدیده های کارستی و آبخوان های تحت فشار)؛
- پ- کیفیت منابع آب (صنعتی- شرب)؛
- چ- تخمین حجم آب ورودی به محدوده معدن در مراحل مختلف معدن کاری.

۱۰-۱۳-۵- نتایج مطالعات زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک

- الف- ویژگی های فیزیکی ماده معدنی- باطله و سنگ میزبان (وزن مخصوص، اندازه و پراکندگی دانه ها، تخلخل، نفوذپذیری و نظایر آن ها)؛
- ب- ویژگی های مکانیکی سنگ ها در مقیاس آزمایشگاهی و برجا از قبیل مقاومت و تغییر شکل پذیری؛
- پ- زون بندی مهندسی رفتار سنگ ها در محدوده کانسار.

۱۱-۱۳-۵- تکمیل و ارایه کلیه داده های مورد نیاز برای طراحی استخراج و ارایه خلاصه نتایج طراحی پایه در صورت لزوم**۱۲-۱۳-۵- نتایج مطالعات کانه آرایی در مقیاس پیشاهنگ (نیمه صنعتی)****۱۳-۱۳-۵- ارایه خلاصه نتایج مطالعات امکان سنجی یا پیش امکان سنجی****۱۴-۱۳-۵- نتایج مطالعات زیرساخت های فرهنگی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی****۱۵-۱۳-۵- نتایج مطالعات زیست محیطی**

- الف- تعیین عناصر و ترکیبات مضر احتمالی و اسیدی کانسار؛
- ب- تجزیه شیمیایی و مطالعات تعیین آلودگی در محدوده اکتشافی؛
- پ- تعیین منابع آلودگی و راه های پیشگیری از آن.

۱۶-۱۳-۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

- الف- تلفیق کلیه بررسی های انجام شده، تعبیر و تفسیر نتایج؛
- ب- نتیجه گیری نهایی؛
- پ- پیشنهادات برای تجهیز و بهره برداری از کانسار.

۵-۱۳-۱۷- فهرست منابع

۵-۱۳-۱۸- پیوست‌ها

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

ب- نقشه‌ها، نیمرخ‌ها و لاگ‌های حفاری؛

پ- نقشه آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی؛

ت- جدول‌ها.

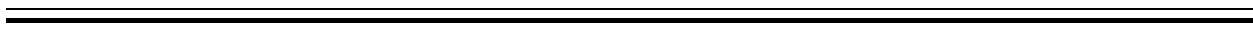
جدول ۵-۱- چک‌لیست مرحله اکتشاف تفصیلی مس.

نوع عملیات	مقیاس- میزان	نوع کانی‌سازی
جمع‌آوری داده‌ها	مقیاس‌های ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰ یا بزرگ‌تر	در کلیه انواع کانی‌سازی مس
برنامه‌ریزی برای انجام عملیات اکتشاف تفصیلی	در محدوده‌های مشخص شده از مرحله اکتشاف عمومی	در کلیه انواع کانی‌سازی مس
مطالعات زمین‌شناسی- اکتشافی	مقیاس ۱:۱,۰۰۰	در کلیه انواع کانی‌سازی مس
تهیه نقشه زمین‌شناسی توپوگرافی	مقیاس ۱:۱,۰۰۰	در کلیه انواع کانی‌سازی مس
تهیه نقشه دگرسانی	-	مخصوصاً در کانسارهای پورفیری
حفر گمانه‌های اکتشافی	شبکه حفر ۵۰×۵۰ متر و به صورت عمودی	در کانسارهای پورفیری
حفر ترانشه‌های اکتشافی	ترانشه‌های اکتشافی عمود بر محور طولی به فواصل ۵۰ متر	در کانسارهای رگه‌ای، لایه‌ای و عدسی
آماده‌سازی و انجام مطالعات آزمایشگاهی	برای تعیین غلظت مس و عناصر پاراژنز به روش جذب اتمی	- در کانسارهای پورفیری برای مس، مولیبدن، طلا، نقره، سرب، روی، بیسموت و عناصر کمیاب - در کانسارهای سولفید توده‌ای برای مس، سرب، روی، طلا و نقره - در کانسارهای اسکارن برای مس، سرب، روی، قلع، تنگستن، مولیبدن، طلا و نقره - در کانسارهای رگه‌ای برای مس، سرب، روی، طلا، نقره، جیوه، آرسنیک و آنتیموان - در کانسارهای ماگمایی برای مس، نیکل، کبالت، کروم، تیتانیوم، عناصر گروه پلاتین، فسفر و عناصر خاک‌های نادر و عناصر کمیاب.

ادامه جدول ۵-۱- چک لیست مرحله اکتشاف تفصیلی مس.

مطالعات کانی شناسی	مطالعات کانه نگاری، کانی شناسی پراش اشعه ایکس و پتروگرافی	در کلیه انواع کانی سازی مس
مطالعات فرآوری	یک یا دو نمونه نماینده از کانسنگ (ترجیحا یک نمونه از بخش اکسیده و یک نمونه از بخش سولفیدی	در کلیه انواع کانی سازی مس
تخمین ذخیره و مطالعات فنی و اقتصادی و پیش بینی سرمایه گذاری برای تجهیز و آماده سازی معدن	—	در کلیه انواع کانی سازی مس
مطالعات آب شناسی و آب زمین شناسی	—	در کلیه انواع کانی سازی مس
مطالعات زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک	—	در کلیه انواع کانی سازی مس
ارایه کلیه داده های مورد نیاز برای طراحی استخراج	—	در کلیه انواع کانی سازی مس
نتایج مطالعات کانه آرایبی در مقیاس پیشاهنگ	—	در کلیه انواع کانی سازی مس
مطالعات امکان سنجی یا پیش امکان سنجی	—	در کلیه انواع کانی سازی مس
مطالعات زیست محیطی	تعیین عناصر و ترکیبات مضر احتمالی	در کلیه انواع کانی سازی مس
تلفیق بررسی های انجام شده و نتیجه گیری نهایی	—	در کلیه انواع کانی سازی مس
گزارش نهایی مرحله تفصیلی	—	در کلیه انواع کانی سازی مس

پیوست



فلز مس یکی از عناصر مهم در گسترش تمدن بشری است. کشف کوره‌های ذوب مس مربوط به هزاره چهارم پیش از میلاد (بیش از ۶ هزار سال پیش) نشان‌دهنده آن است که مس یکی از فلزاتی است که از آغاز تمدن توسط انسان مورد استفاده قرار گرفته است. دو آلیاژ مهم مس با قلع (مفرغ) و مس و روی (برنج) استفاده از این عنصر را بسیار گسترده کرده، به طوری که یکی از دوره‌های مهم تمدن بشری به نام عصر مفرغ نامیده شده است. برخی از باستان‌شناسان بر این باورند که مس اولین بار در ایران مورد استفاده قرار گرفته است.

بررسی‌های انجام گرفته نشان می‌دهد که ایرانیان از هزاره پنجم قبل از میلاد از فلز مس استفاده می‌کرده‌اند. قدیمی‌ترین ابزارآلات استفاده شده از مس در منطقه باستانی سیلک کاشان شناسایی شده که احتمالاً مس آن از قدیمی‌ترین کانسار مس در ایران یعنی معدن مس تالمسی در نزدیکی انارک تامین شده است.

کشور ایران به خاطر دارا بودن یکی از کمربندهای بزرگ مس دنیا به طول حدود ۲۰۰۰ کیلومتر، از مناطق مس‌دار مهم جهان محسوب می‌شود. مجموع ذخایر قطعی مس ایران حدود ۳ میلیارد تن برآورد شده که محتوی ۳۰ میلیون تن مس خالص است که با احتساب ذخیره قطعی مس دنیا به میزان ۳۴۰ میلیون تن، میزان ذخیره مس در ایران بیش از ۸ درصد کل ذخیره مس دنیا می‌باشد.

پ-۱- مطالبی مختصر در مورد انواع کانسارهای مس

مهم‌ترین انواع کانسارهای شناخته شده مس از نظر خاستگاه و طرز تشکیل به صورت زیر است.

پ-۱-۱- کانسارهای نوع پورفیری

بیشترین ذخایر مس دنیا را کانسارهای پورفیری مس تشکیل می‌دهند. در کانسارهای نوع پورفیری، کانه‌های سولفیدی مس به صورت پراکنده و افشان در توده‌های نفوذی گرانیتوئیدی تمرکز داشته و دارای عیار چند دهم درصد تا بیش از ۱ درصد مس می‌باشند. کانسارهای مس پورفیری در کمربندهای تکتونیکی نواحی فرورانش حاشیه قاره و جزایر قوسی قرار داشته و اکثر ذخایر کشف شده آن مربوط به زمان‌های مزوزوئیک و ترشیر در کمربندهای تکتونیکی حاشیه اقیانوس‌ها قرار دارد که مهم‌ترین آن‌ها در کشورهای شیلی، پرو، مکزیک، آمریکا، کانادا، فیلیپین، زلاندنو و گینه جدید شناسایی شده است. ذخایر مس پورفیری مربوط به دوران اول تنها در کوه‌های آپالاچی آمریکا و نوارهای کوهزایی دوران اول روسیه و استرالیا شناسایی شده است. کانسارهای مس پورفیری بر اساس موقعیت تکتونیکی و سنگ‌های دربرگیرنده به دو نوع مونزونیتی و دیوریتی قابل تقسیم هستند که نوع مونزونیتی همراه با سنگ‌های نفوذی نیمه عمیق مونزونیتی و گرانودیوریتی پورفیری بوده و در کمان‌های ماگمایی حاشیه قاره‌ای وابسته به نواحی فرورانش گسترش دارند. در حالی که، نوع دیوریتی همراه با سنگ‌های دیوریتی و تونالیتی پورفیری بوده و در کمان‌های ماگمایی جزایر قوسی نواحی فرورانش تشکیل شده است. در کانسارهای نوع مونزونیتی، مس با مولیبدن و در کانسارهای نوع دیوریتی مس همراه با طلا تمرکز دارد.

چهار گونه دگرسانی گرمابی در کانسارهای پورفیری شناسایی شده که از خارج به مرکز توده و از بالا به پایین شامل دگرسانی پروپیلیتی، آرژیلیکی، فیلیک (کوارتز-سرسییتی) و پتاسیک است. دگرسانی هوازدگی متأثر از نفوذ آب و هوا و فرآیند گردش آب و اکسیژن در توده پورفیری باعث شسته شدن بخش‌های فوقانی به طرف پایین و تشکیل سه ناحیه هوازده در بالا، غنی شده در میان و سولفید اولیه در زیر می شود که پرمیاریترین بخش کانی‌سازی در کانسارهای پورفیری همان بخش غنی شده میانی است. کانه‌های مس در بخش اکسیده عمدتاً مالاکیت و آزوریت همراه با اکسیدهای آهن، در بخش غنی شده عمدتاً کالکوپیریت، پیریت، بورنیت، کوولیت و کالکوسیت و در بخش سولفید اولیه کالکوپیریت، پیریت و بعضاً کالکوسیت است.

برای شناسایی و پی‌جویی ذخایر مس پورفیری با توجه به قرارگیری این کانسارها در کمان‌های ماگمایی حاشیه قاره‌ای و جزایر قوسی وابسته به کمرندهای کوهزایی مزوزوئیک و سنوزوئیک، توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی و تکتونو ماگمایی مناطق مورد اکتشاف بسیار بااهمیت خواهد بود. لذا بررسی داده‌های ماهواره‌ای و ژئوفیزیک هوایی با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی کوچک‌مقیاس دقیق، می‌تواند در شناسایی ذخایر مس پورفیری بسیار کارساز باشد. اکتشافات ژئوشیمیایی موضوعی و بررسی‌های اکتشافی پی‌جویی در محدوده‌های امیدبخش که بر اساس داده‌های زمین‌شناسی-ماهواره‌ای (لندست و هیپراسپکترال) و ژئوفیزیک هوایی و ژئوشیمیایی ناحیه‌ای مشخص شده، دسترسی به ذخایر مس پورفیری احتمالی را هموار می‌سازد.

کشور ایران به خاطر وجود کمان ماگمایی حاشیه قاره‌ای ارومیه-دختر به طول بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر، یکی از مناطق مهم دارای پتانسیل ذخایر مس پورفیری در دنیا است که تا کنون ذخایر بزرگ مس پورفیری سرچشمه، سونگون و میدوک در آن شناسایی و اکتشاف شده و تعداد زیادی ذخایر کوچک‌تر نظیر دره‌زار، تخت، کدر، کالی کافی، مسجدداغی و سارا و نظایر آن‌ها در این کمان ماگمایی در دست اکتشاف هستند.

پ-۱-۲- کانسارهای نوع سولفیدی توده‌ای

کانسارهای سولفیدی توده‌ای مس در مراحل نهایی فعالیت‌های آتشفشانی زیردریایی در یک افق خاص (چرت‌های قرمز بخش‌های فوقانی گدازه‌های بازالتی) تشکیل شده و بیش از ۲۰ درصد مس تولیدی دنیا از این ذخایر تامین می‌شود. از خصوصیات مهم این گونه کانسارها بافت توده‌ای، شکل عدسی مانند، وجود ۲۰ تا ۶۰ درصد سولفید در کانسنگ، سنگ میزبان آتشفشانی زیردریایی و کانی‌شناسی ساده پیریت، کالکوپیریت همراه با گالن یا اسفالریت یا پیروتیت است. در جدیدترین تقسیم‌بندی (ساکینز ۱۹۷۲) کانسارهای مس سولفیدی توده‌ای به سه گونه کروکو، قبرسی و پشی تقسیم شده است. کانسارهای نوع کروکو در جزایر قوسی نواحی فرورانش همراه با توف‌های سبز رنگ داسیتی-ریولیتی کالک آلکالی برای اولین بار در منطقه کروکو ژاپن شناسایی شده است. سنگ میزبان کانی‌سازی دارای سن میوسن و کانی‌سازی به صورت عدسی‌هایی در طول ۱۵۰۰ متر رخنمون دارد. زون‌بندی کانی‌سازی از پایین به بالا شامل زون لیمونیتی زرد رنگ حاوی پیریت-کالکوپیریت همراه با اسفالریت، باریت و کوارتز، زون سیاه رنگ حاوی اسفالریت، گالن، کالکوپیریت، پیریت و باریت، زون باریت و در نهایت چرت‌های آهن‌دار قرمز رنگ است. در زیر زون لیمونیتی یک زون استوکورک سیلیسی حاوی پیریت، کالکوپیریت و کوارتز نیز وجود دارد. به طور کلی کانی‌سازی از دو

بخش تشکیل شده، یکی توده ای در بالا (زون‌های لیمونیتی و هماتیتی) و دیگری بخش استوکورک در زیر است که ۶۰ درصد ذخیره را بخش توده‌ای و ۴۰ درصد آن را بخش استوکورک تشکیل می‌دهد. علاوه بر مس و روی، آهن و باریم، میزان قابل توجه طلا، نقره و بعضا اورانیوم نیز در این نوع کانسارها گزارش شده است. میزان ذخیره این کانسارها بین چند تا ۶۰ میلیون تن گزارش شده است.

کانسارهای نوع قبرسی همراه با مجموعه‌های افیولیتی در داخل گدازه‌های بازالتی بالشی قرار دارند و عمدتاً دارای سن کرتاسه فوقانی هستند (مربوط به پوسته اقیانوسی تئیس جوان)، البته در زمان دویسین کانسارهای توده‌ای نوع قبرس نیز شناسایی شده که احتمالاً مربوط به پوسته اقیانوسی تئیس قدیمی می‌باشند. زون‌بندی کانسار از پایین به بالا شامل دایک‌های صفحه‌ای در زیر، سپس زون استوکورک و در بالای آن زون سولفیدی توده‌ای و در نهایت زون چرت آهن‌دار و در بالاترین بخش‌ها گدازه‌های بالشی و در نهایت شیل‌های رادیولاریتی و سنگ آهک‌های پلاژیک می‌باشد. بافت کانسنگ توده‌ای، گل کلمی و بعضاً نواری است و دارای ۲۰ تا ۵۰ درصد سولفید می‌باشد. کانی‌های مهم آن شامل پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت و مقدار کمی مارکازیت و پیروتیت است. میزان ذخیره از چند صد هزار تن تا بیش از ۲۰ میلیون تن متغیر بوده و دارای ۵/۰ الی ۵ درصد مس، ۱/۰ الی ۳ درصد روی، با میزان قابل توجه طلا، نقره و کبالت می‌باشد.

کانسارهای نوع بشی در مجموعه‌های رسوبی - آتشفشانی شامل نهشته‌های آواری و گدازه‌های بازالتی تشکیل شده که خود در محیط فشاری همراه با فرونشینی کف حوضه (گودال‌های پیش یا پشت‌کمانی) که در آن‌ها رسوبات دریایی عمیق همراه با ولکانیزم تولییتی غالب است، به وجود آمده است. دامنه سن این کانسارها پروتروزوئیک بالایی و پالئوزوئیک است. سنگ درونگیر آن سنگ‌های رسوبی آواری، توف و برش آندزیتی و بعضاً شیل سیاه و چرت قرمز می‌باشد. کانه‌های عمده آن پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت و مانیتیت همراه با گالن، بورنیت و تتراهدريت و بعضاً کبالتیت، کوبانیت، استانیت و مولیبدنیت است. بافت کانسنگ توده‌ای و استوکورک یا نواری است. دگرسانی آن اغلب از نوع کلریتی شدن است و ذخیره آن‌ها عمدتاً چند صد هزار تن تا چند میلیون تن می‌باشد.

به طور کلی کانسارهای مس نوع توده‌ای در سه جایگاه جزایر قوسی نواحی فرورانش (نوع کروکو) در کف اقیانوس‌ها یا مناطق گسترش کف اقیانوس (نوع قبرس) و یا گودال‌های پیش و پشت‌کمانی (نوع بشی) تشکیل شده است. کانسارهای نوع کروکو اغلب دارای زمان ترشیر، نوع قبرس دارای زمان مزوزوئیک و اردویسین و نوع بشی دارای زمان پروتروزوئیک بالایی و پالئوزوئیک است. کانسارهای نوع قبرس در مجموعه‌های افیولیتی و در مناطقی که دایک‌های صفحه‌ای و گدازه‌های بالشی گسترش دارد، قابل پی‌جویی است. در حالی که کانسارهای نوع کروکو در حوضه‌های جزایر قوسی مناطق فرورانش (مجموعه‌های آواری - آتشفشانی پرکامبرین - پالئوزوئیک و ائوسن تا میوسن) و کانسارهای نوع بشی در گودال‌های پیش یا پشت‌کمانی قدیمی پالئوزوئیک و پرکامبرین فوقانی قابل پی‌جویی است. در این گونه کانسارها علاوه بر نقشه‌های زمین‌شناسی کوچک مقیاس دقیق، داده‌های ماهواره‌ای لندست و هیپراسپکترال، مطالعات ژئوفیزیک هوایی (مغناطیسی، EM و رادیومتری) و مطالعات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای بسیار کارساز است.

در ایران به خاطر گسترش زیاد مجموعه‌های افیولیتی کرتاسه (نئوتتیس) و به مقدار کمتر مجموعه‌های افیولیتی پالئوزوئیک (پالئوتتیس) احتمال کانی‌سازی مس توده‌ای نوع قبرس بیشتر است، اگر چه تا کنون کانسار اقتصادی از این گونه کشف نشده و اغلب کانسارها و نشانه‌های شناخته شده از این نوع در حد اقتصادی نیست. از مهم‌ترین کانسارهای مس توده‌ای نوع قبرس در ایران می‌توان به کانسارهای مس احمدآباد، شیخ عالی، شورک، رمشک، ایران‌شهر و نظایر آن‌ها اشاره نمود که هیچ کدام در حد اقتصادی نیست، کانسارهای نوع کروکو تا کنون در ایران شناسایی نشده است. البته شاید بتوان کانسار مس بوانات در منطقه اصطهبانات و کانسار مس تکنار را نام برد. از کانسارهای نوع پشی می‌توان به کانسار مس سرگز و مس چهل‌کوره اشاره کرد.

پ-۱-۳- کانسارهای مس نوع اسکارن

کانسارهای نوع اسکارن مس کانسارهایی هستند که در اثر واکنش بین محلول‌های ماگمایی با سنگ‌های کربناته در اثر نفوذ توده‌های گرانیتوئیدی به داخل مجموعه‌های رسوبی حاصل شده‌اند. کانسارهای اسکارنی در اثر متاسوماتیزم حاصل از واکنش مذکور ایجاد شده و نوع کانی‌های تشکیل‌دهنده آن به ترکیب شیمیایی سنگ کربناته و محلول‌های ماگمایی، درجه حرارت محلول و عمق تشکیل بستگی دارد. کانسارهای اسکارن مس به دو گروه تقسیم می‌شوند، یکی کانسارهایی که در مجاورت توده نفوذی تشکیل شده و با کانسارهای مس پورفیری ارتباط دارد و دیگری کانسارهایی که در فواصل دورتر از توده نفوذی تشکیل شده‌اند. بیشتر کانسارهای اسکارن مس در ارتباط با کانسارهای نوع پورفیری بوده و در مجاورت با توده‌های پورفیری در مجاورت توده‌های نفوذی کالک آلکالی قرار داشته و در زون فرورانش حاشیه قاره تشکیل شده‌اند. اسکارن‌های مس پورفیری به ندرت در جزایر قوسی تشکیل می‌شوند. توده‌های نفوذی تشکیل‌دهنده اسکارن عمدتاً از نوع مونزونیت تا گرانودیوریت بوده و سنگ‌های کربناته نیز عمدتاً آهکی و خیلی کم دولومیتی است. اغلب اسکارن‌های پورفیری مس مربوط به مزوزوئیک و ترشیر می‌باشند. کانی‌های تشکیل‌دهنده عمده کانسنگ شامل کانی‌های سیلیکاته گارنت، دیوپسید و ولاستونیت و کانه‌های فلزی پیریت، کالکوپیریت و مانیتیت و مولیبدنیت است، اگرچه کانه‌های گالن، اسفالریت و شلیت نیز ممکن است در کانسنگ دیده شود. زون بندی کانسار از مجاورت با توده‌های پورفیری به طرف خارج شامل زون گارنت، زون دیوپسید و زون ولاستونیت است که بیشترین تمرکز کانی‌سازی در زون گارنت (آندرادیت و گروسولاریت) است. دارای ساخت و بافت نواری، شبکه رگچه‌ای و گرانوبلاستیک می‌باشند. برای شناسایی و پی‌جویی این گونه کانسارها نقشه‌های زمین‌شناسی کوچک‌مقیاس با دقت بالا، مطالعات ماهواره‌ای لندست و هیپراسپکترال، داده‌های ژئوفیزیک هوایی مغناطیسی و EM و داده‌های ژئوشیمیایی ناحیه‌ای کاربرد دارد.

در ایران کانسارهای مس مزرعه و انجرد و کانسار مس اسکارن سونگون در گذشته مورد اکتشاف و بهره‌برداری قرار گرفته و کانسار مس مزرعه دوباره فعال شده و در حال بهره‌برداری است. کانسارهای مس لار در خاور زاهدان و علی‌آباد و دره زرشک در جنوب یزد را نیز شاید بتوان جزو کانسارهای پورفیری-اسکارن قلمداد نمود که عملیات اکتشافی تا مرحله تفصیلی بر روی آن‌ها انجام شده است. تعداد زیادی نشانه معدنی مس اسکارن نیز در حاشیه توده‌های پورفیری مس‌دار در کانسارهای تخت، میوه‌رود و نظایر آن‌ها نیز شناسایی شده که هنوز مورد اکتشاف تفصیلی قرار نگرفته‌اند. به نظر می‌رسد که در حاشیه توده‌های نفوذی

گرانیتوئیدی مزوزوئیک و سنوزوئیک در تماس با سنگ‌های کربناته قدیمی‌تر نظیر کانسار آهن و مس صاحب در شرق سقز و کانسار آهن - مس شریف‌آباد در جنوب شرق کاشان وجود داشته باشد که در صورت انجام مطالعات اکتشافی دقیق‌تر دسترسی به ذخایر مس اسکارن را امکان‌پذیر می‌سازد.

پ-۱-۴- کانسارهای مس چینه‌سان - چینه‌کران

کانسارهای مس نوع چینه‌سان - چینه‌کران بعد از کانسارهای مس پورفیری دومین منبع تولید مس در دنیا به حساب می‌آیند. در این کانسارها کانی‌سازی مس به صورت پراکنده یا توده‌ای و یا لایه‌ای و رگه - رگچه‌ای در داخل مجموعه‌های رسوبی آواری - کربناته نظیر شیل، ماسه‌سنگ، آهک‌ماسه‌ای و دولومیت و یا گدازه‌های آتشفشانی تشکیل شده است. سن سنگ‌های دربرگیرنده این کانسارها از پرکامبرین تا میوسن بوده و عمدتاً در مراحل ابتدایی تشکیل کافت‌ها تشکیل شده‌اند. مورگانتی (۱۹۸۱)، کانسارهای مس و سرب و روی چینه‌سان - چینه‌کران را به سه گروه تقسیم نموده است:

(۱) نوع حوضه‌های ریفت درون قاره‌ای نظیر کانسار کوفرشیفر و کمربند مس زامبیل و زئیر.

(۲) نوع حوضه‌های فلیشی حاشیه قاره‌ای نظیر کانسار راملزبرگ در آلمان

(۳) نوع حوضه‌های حاشیه پلات‌فرمها نظیر کانسار سیلوان در کانادا.

کانسارهای نوع کوفرشیفر و کمربند مس زامبیا و زئیر در زمره کانسارهای مس نوع چینه‌سان - چینه‌کران با سنگ میزبان رسوبی قرار می‌گیرند و به صورت کمربندی از لهستان تا انگلستان رخمون دارند. کانی‌سازی مس در مجموعه شیل و آهک و رسوبات تبخیری پرمین قرار داشته و عمدتاً در واحدهای شیلی و آهکی تمرکز دارد. زون‌بندی کانی‌سازی از پایین به بالا شامل زون غنی از هماتیت، زون سولفیدهای مس، گالن، اسفالریت و پیریت است. کانه‌های مهم کانسنگ شامل کالکوزین، بورنیت، کالکوپیریت، پیریت، گالن و اسفالریت است که به صورت پراکنده در شیل و آهک دیده می‌شود. عیار مس در این کانسارها ۱ تا ۱/۵ درصد، روی ۱/۲ تا ۱/۷ درصد، سرب ۰/۲ تا ۰/۵ درصد و نقره ۵۰ تا ۸۰ گرم در تن است. میزان ذخیره مجموعه کانسارهای این کمربند بیش از یک میلیارد تن است. در کمربند مس زامبیا و زئیر که یکی از بزرگ‌ترین مناطق کانی‌سازی مس دنیا محسوب می‌شود، کانی‌سازی مس همانند کمربند کوفرشیفر در مجموعه شیل و آهک صورت گرفته و دارای سن پرکامبرین فوقانی است (۸۵۰ تا ۱۳۰۰ میلیون سال) کانی‌سازی از نوع پراکنده بوده و کانه‌های کانسنگ شامل کالکوزین، کالکوپیریت، بورنیت و پیریت و هماتیت است. کانی‌سازی در چند افق در کربنات و شیل دیده می‌شود و زون‌بندی آن از عمق به سطح شامل هماتیت، کالکوزین، کالکوپیریت، بورنیت و پیریت است. عیار مس در کانسنگ ۲/۵ تا ۵ درصد و میزان ذخیره کانسنگ در این کمربند بیش از دو میلیارد تن برآورد شده است.

انواع دیگر کانسارهای چینه‌سان - چینه‌کران نوع با سنگ میزبان آتشفشانی آندزیتی، داسیتی و بازالتی است که در ارتباط با فعالیت‌های آتشفشانی زیردریایی و در کمان‌های حاشیه قاره، کافت‌های درون قاره و جزایر کمانی تشکیل شده و اصطلاحاً به کانسارهای نوع مانتو معروف هستند. کانی‌سازی به صورت پراکنده یا شبکه رگچه‌ای در زون‌های برشی تمرکز داشته و عمدتاً شامل کالکوسیت، کوولیت، پیریت، کالکوپیریت و بورنیت است و بعضاً همراه با سرب، روی، طلا و نقره می‌باشد.

برای شناسایی و پی‌جویی این گونه کانسارها نقشه‌های کوچک‌مقیاس دقیق زمین‌شناسی، داده‌های ماهواره‌ای لندست و هیپراسپکترال، مطالعات ژئوفیزیک هوایی (مغناطیسی و EM) و مطالعات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای در مناطق با نهشته‌های کافتی قدیمی بسیار کاربرد دارد.

در ایران کانسارهای مس نوع چینه‌سان- چینه‌کران با سنگ میزبان رسوبی نظیر کمرندهای مس کوفرشیفر در اروپا و کمرند مس زامبیا و زئیر در آفریقا تا کنون شناسایی نشده، ولی شاید بتوان کانسار مس خونگه و کانسار مس- نیکل- کبالت ده معدن در زاگرس مرتفع را از این گونه کانسارها قلمداد کرد که کانسار خونگه بسیار شبیه کمرند زامبیا و زئیر و کانسار ده معدن کم و بیش مشابه کوفرشیفر است. از کانسارهای با سنگ میزبان آتشفشانی می‌توان به مجموعه کانسارهای عباس‌آباد، کانسار چهارگنبد، تالمسی و مسکنی اشاره نمود. برای شناسایی این نوع کانسارهای مس نهشته‌های آواری- کربناته پرکامبرین- کامبرین زیرین نظیر سازندهای ریزو و دزو در ایران مرکزی، سازندهای سلطانی و باروت در البرز و مشابه آن‌ها در سایر نقاط ایران بسیار مناسب به نظر می‌رسد. کانسارهای با سنگ میزبان آتشفشانی عمدتاً در گدازه‌های مگاپورفیر لاتیتی ائوسن بالایی در البرز، طارم، طالش، آذربایجان، ایران مرکزی (انارک)، کمان‌های ماگمایی ارومیه- دختر و ترود- چاه شیرین، بردسکن- خواف و محور سبزوار- دامغان قابل پی‌جویی است.

پ-۱-۵- کانسارهای نوع رگه‌ای مس

کانسارهای رگه‌ای مس در ارتباط با فعالیت‌های انتهایی ماگمایی گرانیتوئیدی در سنگ‌های میزبان نفوذی، آتشفشانی، رسوبی یا دگرگونی در امتداد شکستگی‌های تکتونیکی جایگزین شده‌اند. این گونه کانسارها در نقاط مختلف دنیا به وفور اکتشاف و مورد بهره‌برداری قرار گرفته و به دو گونه مختلف پلوتوژن و ولکانوژن تقسیم‌بندی می‌شوند. انواع پلوتوژن وابسته به توده‌های نفوذی و نیمه‌عمیق گرانیتوئیدی بوده و بعضاً با سیستم‌های پورفیری مس‌دار نیز ارتباط دارند. انواع ولکانوژن در حقیقت مربوط به فعالیت‌های انتهایی ماگمایی ولکانیسم موجود در منطقه می‌باشند. کانسارهای رگه‌ای مس در ارتباط با نوع سنگ میزبان و شکل و ابعاد شکستگی‌های دربرگیرنده رگه دارای اشکال و ابعاد مختلف بوده و در طول چند ده متر تا بیش از ۱۰ کیلومتر، عرض چند ده سانتی‌متر تا ۱۰ متر و عمق چند صد متر تا حداکثر ۱/۵ کیلومتر گسترش دارند. از مهم‌ترین کانسارهای شناخته شده از این نوع می‌توان به کانسارهای بوت و ماگما در آمریکا، کانسارهای چاتیرکول و جایسان در روسیه و کانسارهای رزن و ویرلی بریگ در بلغارستان اشاره کرد. کانه‌های اصلی کانسنگ این گونه کانسارها کالکوپیریت و انارژیت و گانگ آن کوارتز و کلسیت است. سایر کانه‌ها شامل کالکوزین، بورنیت، پیریت، هماتیت، مانیتیت، گالن، اسفالریت و مولیبدنیت می‌باشند. درجه حرارت تشکیل این گونه کانسارها ۲۰۰ تا ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد و در شرایط اپی‌ترمال تا مزوترمال است. از بالا به پایین زون‌بندی کانی‌سازی شامل زون اکسید در بالا، زون غنی شده (سوپرژن) در میان و زون سولفید اولیه (هیپوژن) در پایین می‌باشد. زون اکسید حاوی اکسید آهن، مالاکیت، آزوریت، زون غنی شده حاوی بورنیت، کولیت، کالکوزین و کالکوپیریت، پیریت و زون سولفید اولیه حاوی کالکوپیریت،

پیریت و بعضا کالکوزین است. عیار مس در این گونه کانسارها بین ۲ تا ۸ درصد همراه با ۰/۵ تا ۵ درصد روی، ۰/۲ تا ۲ درصد سرب، ۰/۱ تا ۲ گرم در تن طلا و ۲۰ تا ۷۰ گرم در تن نقره می‌باشد.

برای اکتشاف این گونه کانسارها، استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی کوچک‌مقیاس دقیق، داده‌های ماهواره‌ای لندست و هیپراسپکترال و داده‌های ژئوفیزیک هوایی کاربرد دارد.

در ایران کانسارهای مس و پلی‌متال رگه‌ای فراوانی شناسایی و مورد بهره‌برداری قرار گرفته که در حال حاضر فقط کانسار مس قلعه‌زری در حال بهره‌برداری و بقیه به صورت متروکه می‌باشند. اغلب این کانسارها علاوه بر مس دارای میزان قابل توجهی سرب و روی و طلا بوده و در صورت انجام عملیات اکتشافی سیستماتیک بر روی آن‌ها می‌توان انتظار دسترسی به ذخایر قابل توجه مس را داشت.

پ-۱-۶- کانسارهای مس و نیکل ماگمایی

در این تیپ کانسارها مس کانه دوم بعد از نیکل است و میزان ۹/۲ درصد مس تولیدی دنیا از این گونه کانسارها تامین می‌شود. در این کانسارها سنگ میزبان شامل ترادف ضخیمی از سنگ‌های نفوذی مافیک-اولترامافیک شامل گابرو لایه لایه و دیاباز، پیروکسنیت تا هارزبورژیت و دونیت است که در نهایت به دیوریت‌های لایه لایه تبدیل می‌شود. مهمترین کانسارهای مس و نیکل از این تیپ در کمپلکس بوشولد در آفریقای جنوبی، کمپلکس استیل واتر در آمریکا و کمپلکس سادبری در کانادا است. سن این کمپلکس‌های ماگمایی پرکامبرین و دارای زمان ۲ تا ۳ میلیارد سال می‌باشد.

از دیگر انواع کانسارهای مس و نیکل ماگمایی می‌توان به نوع کماتیتی اشاره نمود که در سنگ‌های سبز واقع در سپرهای قدیمی و یا در کافت‌های درون قاره‌ای در ارتباط با گدازه‌های مافیک-اولترامافیک با ساخت اسپنیفکس (کوماتیت‌ها) تشکیل شده‌اند. دارای بافت توده‌ای، پراکنده و شبکه رگچه‌ای بوده و کانسنگ آن‌ها دارای پیریت، پیروتیت، کالکوپیریت و پنتلانیدیت و کانی‌های گروه پلاتین است. شکل کانسار عدسی، صفحه‌ای و پراکنده است و همراه با مجموعه‌های گدازه بازالتی، دونیتی و پیروکسنیتی دیده می‌شود.

برای شناسایی و پی‌جویی این کانسارها، استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی کوچک‌مقیاس دقیق، داده‌های ماهواره‌ای ژئوفیزیک هوایی (مغناطیسی و EM و رادیومتری)، مطالعات ژئوشیمیایی و کانی سنگین بسیار کارساز خواهد بود. در ایران کانسار مس-نیکل ماگمایی وابسته به مجموعه‌های مافیک-اولترامافیک مشابه بوشولد یا سادبری تا کنون شناسایی نشده، اگر چه کانسار مس و نیکل، کبالت گودمراد در منطقه انارک می‌تواند در ارتباط با یک ماگمای کوماتیتی قدیمی باشد. ضمناً کانسار تیتان قره‌آغاج ارومیه، کانسار آپاتیت-خاک‌های نادر اسفوردی، کانسار تیتان کهنوج احتمالاً در ارتباط با مجموعه‌های مافیک-اولترامافیک آلکالی مشابه کمپلکس‌های مذکور می‌باشند که احتمالاً فاز سولفیدی آن‌ها فقیر از مس و نیکل و کانی‌های گروه پلاتین است.

جدول پ-۱- مشخصات انواع کانسارهای شناخته شده مس در دنیا.

کانسارهای شناخته شده در دنیا	کانسار شناخته شده	
	نوع کانسار	
چی کی کوماتا (شیلی)- ال تینتیه (شیلی)- البرا (شیلی)- بینگام (آمریکا)- کنراد (قزاقستان)- توین بیوت (آمریکا)- کانانیا (مکزیک)- سرچشمه (ایران)	Cu-Mo	مونزونیتی
پورفیری		
مار کوپر (فیلیپین)- سپالاری (فیلیپین)- یاسای (فیلیپین)- یاندرا (گینه جدید)- فریداریور (گینه جدید)- اکنیده (گینه جدید)- سه کلرادو (پاناما)	Cu-Au	دیوریتی
آگروکیبیا، آمبلیکو (قبرس)- آرجا، لاسایل، بایدا (عمان)- آناپاتاق- ارگانی، کوره و سیرت مردنکوی (ترکیه)- آرنتریو، باما، بالرو (اسپانیا)، کینوزا، لیمنی، کرکینویا (قبرس)	قبرسی	سولفیدی توده‌ای
کیدکریک (کانادا)- بریتانیا (بریتیش کلمبیا)- آبه‌شیرو (ژاپن)- آلبرت (گینه جدید)- آکارسن، آکوی (ترکیه)- آداک‌لینه‌سکوله	کروکو	
پشی، موتویاسو، شیکوکو، آلیکنو کاوا، آساکاوا (ژاپن)- کیسلگار (استرالیا)- راول (پرو)	پشی	
روت (الی) آمریکا- گاسپ (گینه جدید)- سیلوریل (آمریکا)- کانانیا (مکزیک)	پورفیری	اسکارن
دره میوسن (آمریکا)- ویکتوریا (آمریکا)- کوپر کانیون (آمریکا)- چالوکوباما (مکزیک)- یولیا (روسیه)- آگوردو- بروسو (ایتالیا)- بنسون لیک (کانادا)	معمولی	
کوفرشیر (آلمان)- وایت‌پاین و مونتاناای غربی (آمریکا)- کاموتو، دیکولوم، شابا (ژنیر)- آلاسکا، گوی ریور، مانگولا (زیمبابوه)- بالوبا، چامبیشی، چی‌بولوما (زامبیا)- لئا، لوپین، اودکان (روسیه)	سنگ میزبان رسوبی	چینه‌سان - چینه‌کران
لیاتو (فیلیپین)- رسک، هونگ (یوگسلاوی)- سام‌گوسلی (بریتیش کلمبیا)- عباس‌آباد، تالمسی (ایران)- کونیوا، کالومت، کنیکوت، دنالی (آمریکا)- بولتو (مکزیک)- روستون (کانادا)- سوسوت (بریتیش کلمبیا)	سنگ میزبان آتشفشانی (مانتو)	
کرید (آمریکا)- پایوکا (مکزیک)- توپوها، اینایی، کاوازاکی، کویاما (ژاپن)- باجو، بنتن (ژاپن)- برنر، هایدن‌هیل، های‌گرید (آمریکا)	رگه‌ای	
واترهین، استیل واتر (آمریکا)- نوریلسک (روسیه)- دولوت (آمریکا)- سادبری (کانادا)	کمپلکس های مافیک- اولترامافیک	ماگمایی
کامبالدا، کارنلیا، اسکوتیا (آمریکا)- دامبا، اپوچ، هنترز رود (زیمبابوه)- لانگ‌مویر (کانادا)	کماثیتی	

جدول پ-۲- مشخصات انواع کانسارهای شناخته شده مس در ایران.

کانسارهای شناخته شده در ایران	کانسار شناخته شده	
	نوع کانسار	
سرچشمه- سونگون- میدوک- دره زار- درآلو	Cu-Mo مونزونیتی	پورفیری
دره زرشک- مسجد داغی- تخت- دالی- لار	Cu-Au دیوریتی	
احمدآباد- شیخ عالی- شورک- نسیر	قبرسی	سولفیدی توده‌ای
تکنار- بوانات	کروکو	
سرگز- چهل کوره	پشی	
سونگون- دره زرشک، لار- تخت	پورفیری	اسکارن
مزرعه- خوت (نیه)- انجرد- صاحب- شریف‌آباد	معمولی	
مس خونگاه- مس، نیکل، کبالت، نقره (ده معدن)- مس زریگان	سنگ میزبان رسوبی	چینه‌سان- چینه‌کران
مس عباس‌آباد- مس چهارگنبد- تالمسی- مسکنی- دهنه‌سیاه	سنگ میزبان آتشفشانی (مانتو)	
قلعه‌زری- سه‌چنگی- چاه‌موسی- چشمه حافظ- کلوت- خلیفه‌لو	رگه‌ای	
	کمپلکس های مافیک- اولترامافیک	ماگمایی
کانسار مس و نیکل گود عباس‌آباد	کماثیتی	

خواننده گرامی

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر پانصد عنوان نشریه تخصصی-فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه 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 نشریات منتشر شده در پایگاه اطلاع‌رسانی nezamfanni.ir قابل دستیابی می‌باشد.

امور نظام فنی

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

List of Services for Copper Ore Exploration Studies

No. 541

Office of Deputy for Strategic Supervision

Department of Technical Affairs

<http://tec.mporg.ir>

Ministry of Industries and Mines

Deputy office of Mining Affairs and Mineral
Industries

Office for Mining Exploitation and Supervision

<http://www.mim.gov.ir>

2012

این نشریه:

فهرست خدمات و معیارهای لازم برای شناخت و اکتشاف کانسارهای مس در ایران 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 مختلف مطالعات اکتشافی ذخایر و کانسارهای مس از دیگر موارد مندرج در این نشریه است.