

جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

# فهرست خدمات مراحل چهارگانه‌ی اکتشاف سنگ آهن

نشریه شماره ۵۳۶

وزارت صنایع و معادن  
معاونت امور معادن و صنایع معدنی  
دفتر نظارت و بهره‌برداری معادن

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

معاونت نظارت راهبردی  
دفتر نظام فنی اجرایی

<http://tec.mporg.ir>





بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

شماره:	۱۰۰/۶۲۳۶۵	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ:	۱۳۸۹/۸/۱۵	
موضوع: فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف سنگ آهن		
<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 ۵۳۶ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف سنگ آهن» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود. دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمای بهتری در اختیار داشته باشند، با ارسال نسخه‌ای از آن به دفتر نظام فنی اجرایی رعایت مفاد این بخشنامه الزامی نیست.</p>		
<p>ابراهیم عزیزی</p> 		



# اصلاح مدارک فنی

## خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده 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، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱، دفتر نظام

فنی اجرایی

Email: [tsb.dta@mporg.ir](mailto:tsb.dta@mporg.ir)

web: <http://tec.mporg.ir/>



## پیشگفتار

نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷ هـ، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات محترم 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.

شناخت و اکتشاف کانسارهای سنگ آهن موجود در ایران مستلزم دارا بودن دانش مناسب از ویژگی‌های کانسارهای سنگ آهن ماگمایی، متاسوماتیک و اسکارنی به همراه برنامه‌ریزی نظام‌مند و منطقی است که از طریق آن عملیات اکتشافی و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده به نتیجه‌ی مطلوب برسند، درجه‌ی ریسک کاهش و شانس دستیابی به ذخایر مطمئن افزایش یابد. هدف نهایی مطالعات و عملیات اکتشافی آن است که مناطق و محدوده‌های کانه‌دار شناسایی و تعیین شوند و منابع و ذخایر معدنی مورد تخمین و ارزیابی قرار گیرند.

نشریه‌ی حاضر با عنوان «**فهرست خدمات مراحل چهارگانه‌ی اکتشاف سنگ آهن**» کلیه‌ی اقدامات مرحله‌ای لازم از قبیل گردآوری اطلاعات، بررسی و مطالعات دفتری، برنامه‌ریزی، اجرای عملیات صحرایی و میدانی و ارایه‌ی گزارش و مستندات مربوط را دربر می‌گیرد. به دلیل آن که کانسارهای سنگ آهن معروف آرکتن و پرکامبرین زیرین و میانی در ایران زمین شناخته نشده‌اند، لذا در این مجموعه توجه عمده به انواع کانسارهایی بوده است که در کشور کشف و مورد استخراج قرار گرفته‌اند.

در مورد کانسارهای سنگ آهن بارزترین ویژگی و معیار اکتشافی، نحوه‌ی تغییرات و آنومالی‌های میدان مغناطیسی مربوط به تشکیل و انباشت کانی مگنتیت است که از طریق اندازه‌گیری شدت مغناطیسی یا مغناطیس‌سنجی زمینی انجام می‌شود.

در این نشریه سعی شده است کارآمدترین شیوه‌های اکتشاف در حد کاربردی معرفی شود و تمرکز تهیه‌ی 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 ادامه‌ی عملیات اکتشافی به مراحل بعدی تعیین می‌شود.

با همه‌ی تلاش انجام‌شده 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 سرکار خانم مهندس بهناز پورسید و کارشناسان دفتر نظام فنی اجرایی همچنین جناب آقای مهندس وجیه‌ا... جعفری مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی بخش معدن کشور در وزارت صنایع و 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

۱۳۸۹

## مجری طرح

آقای وجیه... جعفری مدیر کل دفتر نظارت و بهره‌برداری وزارت صنایع و معادن

## اعضای شورای عالی به ترتیب حروف الفبا

خانم فرزانه آقا رمضانعلی	کارشناس ارشد مهندسی صنایع- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
آقای بهروز برنا	کارشناس مهندسی معدن- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
آقای وجیه... جعفری	کارشناس مهندسی معدن- وزارت صنایع و معادن
آقای عبدالعلی حقیقی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
خانم اشرف خیاط آذری	کارشناس ارشد زمین‌شناسی- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
آقای عبدالرسول زارعی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی- وزارت صنایع و معادن
آقای ناصر عابدیان	کارشناس ارشد مهندسی معدن- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
آقای حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن- دانشگاه صنعتی امیرکبیر
آقای هرمز ناصرینیا	کارشناس ارشد مهندسی معدن- سازمان نظام مهندسی معدن

## اعضای کارگروه اکتشاف به ترتیب حروف الفبا

آقای بهروز برنا	کارشناس ارشد مهندسی معدن- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
آقای محمد پریزادی	کارشناس ارشد مهندسی معدن- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
آقای نعمت... رشیدنژاد عمران	دکترای پترولوژی- دانشگاه تربیت مدرس
آقای ناصر عابدیان	کارشناس ارشد مهندسی معدن- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
آقای علیرضا غیاثوند	کارشناس ارشد زمین‌شناسی- وزارت صنایع و معادن
آقای عبدالمجید یعقوب‌پور	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی- دانشگاه تربیت معلم

## اعضای کارگروه تنظیم و تدوین به ترتیب حروف الفبا

آقای مهدی ایران‌نژاد	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی- دانشگاه صنعتی امیرکبیر
آقای عبدالرسول زارعی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی- وزارت صنایع و معادن
آقای مصطفی شریف‌زاده	دکترای مهندسی مکانیک سنگ- دانشگاه صنعتی امیرکبیر
آقای حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن- دانشگاه صنعتی امیرکبیر
آقای بهزاد مهرابی	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی- دانشگاه تربیت معلم

## گروه مدیریت و راهبری پروژه

فرزانه آقارضانعلی	کارشناس ارشد مهندسی صنایع- دفتر نظام فنی اجرایی
شهرزاد روشنخواه	کارشناس ارشد مهندسی عمران- دفتر نظام فنی اجرایی
علیرضا فلسفی	کارشناس مهندسی عمران- دفتر نظام فنی اجرایی



## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

### فصل اول- کانسارهای سنگ آهن و معیارهای اکتشافی

- ۱-۱- مقدمه ..... ۳
- ۲-۱- کانسارهای سنگ آهن ..... ۳
- ۳-۱- اهمیت زمین‌شناسی و مغناطیس‌سنجی در عملیات اکتشافی کانسارهای سنگ آهن ..... ۸
- ۴-۱- تراکم عملیات حفاری روی یافته‌های اکتشافی ..... ۱۲

### فصل دوم- فهرست خدمات مرحله‌ی شناسایی

- ۱-۲- مقدمه ..... ۱۷
- ۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات ..... ۱۷
- ۳-۲- بررسی‌ها و مطالعات دفتری ..... ۱۷
- ۴-۲- عملیات صحرائی و کنترل میدانی محدوده‌های تعیین شده ..... ۱۹
- ۵-۲- تلفیق داده‌های صحرائی و مطالعات دفتری ..... ۱۹
- ۶-۲- تهیه‌ی گزارش مرحله‌ی شناسایی ..... ۱۹
- ۱-۶-۲- مقدمه ..... ۱۹
- ۲-۶-۲- اطلاعات کلی منطقه ..... ۱۹
- ۳-۶-۲- زمین‌شناسی و متالوژنی ..... ۲۰
- ۴-۶-۲- منابع اطلاعاتی و روش ارزیابی ..... ۲۰
- ۵-۶-۲- کنترل میدانی و معیارهای ارزیابی مناطق مستعد ..... ۲۰
- ۶-۶-۲- برآورد منبع در رده‌ی ۳۳۴ ..... ۲۰
- ۷-۶-۲- ارایه‌ی برنامه‌ی مرحله‌ی پی‌جویی ..... ۲۰
- ۸-۶-۲- پیوست‌های گزارش ..... ۲۰
- ۷-۲- نکات مهم در طراحی و اجرای عملیات اکتشافی ..... ۲۱

### فصل سوم- فهرست خدمات مرحله‌ی پی‌جویی

- ۱-۳- مقدمه ..... ۲۵
- ۲-۳- جمع‌آوری اطلاعات ..... ۲۵
- ۳-۳- بررسی و مطالعات دفتری ..... ۲۵
- ۴-۳- تهیه‌ی نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی ..... ۲۵

۲۶	۵-۳ طراحی شبکه‌ی پی‌جویی.....
۲۶	۶-۳ اجرای عملیات ژئوفیزیکی زمینی (مغناطیس‌سنجی).....
۲۶	۷-۳ تهیه‌ی نیمرخ‌های تلفیقی ژئوفیزیکی - زمین‌شناسی.....
۲۶	۸-۳ برآورد هزینه‌ی انجام عملیات اجرایی پی‌جویی.....
۲۶	۹-۳ اجرای عملیات پی‌جویی.....
۲۷	۱۰-۳ مطالعه و پردازش داده‌ها و اطلاعات.....
۲۷	۱۱-۳ تهیه‌ی گزارش.....
۲۸	۱-۱۱-۳ مقدمه.....
۲۸	۲-۱۱-۳ خلاصه‌ی مبانی و مستندات پروژه‌ی برگرفته از مرحله‌ی شناسایی.....
۲۸	۳-۱۱-۳ اطلاعات کلی منطقه.....
۲۸	۴-۱۱-۳ زمین‌شناسی منطقه.....
۲۸	۵-۱۱-۳ عملیات اکتشافی انجام شده.....
۲۸	۶-۱۱-۳ استعدادهای کانه‌سازی.....
۲۹	۷-۱۱-۳ مشخصات کانی‌شناسی شیمیایی و تکنولوژیکی ماده‌ی معدنی.....
۲۹	۸-۱۱-۳ انجام مطالعات فرصت‌سنجی.....
۲۹	۹-۱۱-۳ انجام مطالعات بالقوه‌ی اقتصادی کانسار.....
۲۹	۱۰-۱۱-۳ نتیجه‌گیری.....
۲۹	۱۱-۱۱-۳ پیوست‌های گزارش.....

### فصل چهارم - فهرست خدمات مرحله‌ی اکتشاف عمومی

۳۳	۱-۴ مقدمه.....
۳۳	۲-۴ جمع‌آوری اطلاعات.....
۳۳	۳-۴ بررسی‌ها و مطالعات دفتری.....
۳۴	۴-۴ عملیات صحرایی و اجرایی.....
۳۴	۵-۴ مطالعه و پردازش داده‌ها.....
۳۵	۶-۴ تهیه‌ی گزارش.....
۳۵	۱-۶-۴ مقدمه.....
۳۵	۲-۶-۴ خلاصه‌ی عملیات انجام شده در مراحل شناسایی و پی‌جویی.....
۳۵	۳-۶-۴ اطلاعات کلی منطقه.....

۲۵.....	۴-۶-۴- زمین شناسی محدوده‌ی معدنی.....
۳۵.....	۵-۶-۴- عملیات اکتشافی انجام شده.....
۳۶.....	۶-۶-۴- ویژگی‌های زون معدنی.....
۳۶.....	۷-۶-۴- تخمین ذخیره.....
۳۶.....	۸-۶-۴- نتایج مطالعات مهندسی و ژئومکانیکی.....
۳۶.....	۹-۶-۴- نتایج مطالعات فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی و پایه.....
۳۶.....	۱۰-۶-۴- نتایج مطالعات زیرساخت‌های فرهنگی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی.....
۳۶.....	۱۱-۶-۴- نتایج مطالعات اقتصادی یا پتانسیل اقتصادی بر حسب دقت مورد نیاز پروژه.....
۳۶.....	۱۲-۶-۴- پیش امکان‌سنجی.....
۳۶.....	۱۳-۶-۴- تحلیل و نتیجه‌گیری.....
۳۷.....	۱۴-۶-۴- فهرست منابع.....
۳۷.....	۱۵-۶-۴- پیوست‌ها.....

### فصل پنجم- فهرست خدمات مرحله‌ی اکتشاف تفصیلی

۴۱.....	۱-۵- مقدمه.....
۴۱.....	۲-۵- جمع‌آوری اطلاعات.....
۴۱.....	۳-۵- بررسی‌ها و مطالعات دفتری.....
۴۲.....	۴-۵- عملیات صحرایی و اجرایی.....
۴۲.....	۵-۵- مطالعه و پردازش داده‌ها.....
۴۳.....	۶-۵- تهیه‌ی گزارش.....
۴۳.....	۱-۶-۵- مقدمه.....
۴۳.....	۲-۶-۵- خلاصه‌ی عملیات انجام شده در مراحل شناسایی پی‌جویی و اکتشافات عمومی.....
۴۳.....	۳-۶-۵- اطلاعات کلی منطقه.....
۴۳.....	۴-۶-۵- زمین‌شناسی محدوده‌ی معدنی.....
۴۴.....	۵-۶-۵- عملیات اکتشافی.....
۴۴.....	۶-۶-۵- برآورد ذخیره.....
۴۴.....	۷-۶-۵- آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی.....
۴۴.....	۸-۶-۵- نتایج مطالعات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک.....
۴۵.....	۹-۶-۵- تکمیل و ارزیابی کلیه‌ی داده‌های مورد نیاز برای طراحی استخراج تفصیلی و.....

- ۴۵-۱۰-۶-۵- نتایج مطالعات کانه‌آرایی در مقیاس پیشاهنگ (نیمه‌صنعتی).....
- ۴۵-۱۱-۶-۵- ارایه‌ی خلاصه‌ی نتایج مطالعات امکان‌سنجی یا پیش‌امکان‌سنجی.....
- ۴۵-۱۲-۶-۵- نتایج مطالعات زیرساخت‌های فرهنگی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی.....
- ۴۵-۱۳-۶-۵- نتایج مطالعات زیست‌محیطی.....
- ۴۵-۱۴-۶-۵- نتیجه‌گیری.....
- ۴۵-۱۵-۶-۵- فهرست منابع.....
- ۴۵-۱۶-۶-۵- پیوست‌ها.....

## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول شماره ۱-۱- کانسارهای سنگ آهن نوع آهن- تیتانیم- وانادیم.....	۳
جدول شماره ۲-۱- کانسارهای آهن نوع منیتیت و منیتیت- آپاتیت.....	۴
جدول شماره ۳-۱- کانسارهای سنگ آهن نوع متاسماتیت.....	۴
جدول شماره ۴-۱- کانسارهای سنگ آهن نوع اسکارن.....	۵
جدول شماره ۵-۱- کانسارهای سنگ آهن نوع آتشفشانی.....	۶
جدول شماره ۶-۱- کانسارهای سنگ آهن آذرآواری (نوع آلگوما).....	۶
جدول شماره ۷-۱- کانسارهای سنگ آهن نوع رسوبی- شیمیایی (همارزی‌های سوپریور و کلیتون).....	۷
جدول شماره ۸-۱- کانسارهای آبرفتی (واریزه‌ای).....	۸
جدول شماره ۹-۱- متغیرهای علوم زمین و میزان و نقش آن‌ها در ...	۹
جدول شماره ۱۰-۱- متغیرهای علوم زمین و میزان و نقش آن‌ها در.....	۱۰
جدول شماره ۱۱-۱- متغیرهای علوم زمین و میزان و نقش آن‌ها در.....	۱۱
جدول شماره ۱۲-۱- متغیرهای علوم زمین و میزان و نقش آن‌ها در تعیین و اکتشاف ذخایر سنگ آهن رسوبی.....	۱۲
جدول شماره ۱۳-۱- طبقه‌بندی کانسارها بر حسب تغییرات ساختار، ضخامت و ...	۱۳
جدول شماره ۱۴-۱- طبقه‌بندی کانسارها بر حسب تغییرات پارامترهای آماری.....	۱۳
جدول شماره ۱۵-۱- چگالی شبکه اکتشافی (بر حسب متر) برای رده‌های متفاوت ذخیره.....	۱۴
جدول شماره ۱-۲- چک لیست مرحله‌ی شناسایی منابع سنگ آهن.....	۲۱
جدول شماره ۱-۳- چک لیست مرحله‌ی پی‌جویی منابع سنگ آهن.....	۳۰
جدول شماره ۱-۴- چک لیست مرحله‌ی اکتشاف عمومی منابع سنگ آهن.....	۳۷
جدول شماره ۱-۵- چک لیست مرحله‌ی اکتشاف تفصیلی منابع سنگ آهن.....	۴۶



## فهرست نمودارها

صفحه

عنوان

نمودار ۱-۲- مدل تلفیق اطلاعات برای شناسایی مناطق مستعد ..... ۱۸





# فصل ۱

---

---

کانسارهای سنگ آهن و معیارهای اکتشافی



## ۱-۱- مقدمه

آهن با چهار ایزوتوپ  $^{58}\text{Fe}$ ,  $^{57}\text{Fe}$ ,  $^{56}\text{Fe}$ ,  $^{54}\text{Fe}$  پس از آلومینیم فراوانترین عنصر فلزی در پوسته‌ی زمین است. میانگین فراوانی (کلارک) آهن در پوسته‌ی زمین ۴/۶۵ درصد وزنی است که این میزان تا دو برابر در سنگ‌های بازیک و متوسط و در سنگ‌های دگرگونی نیز دیده می‌شود که ده برابر غنی‌شدگی نسبت به کلارک امکان تشکیل کانسار را دارد. از جنبه‌ی شیمیایی دو ظرفیت پایدار یکی  $\text{Fe}^{2+}$  و دیگری  $\text{Fe}^{3+}$  دارد که اولی خاص محیط احیایی و دیگری مختص محیط اکسیدی است. در حال حاضر بیش از ۳۰۰ کانی حاوی فلز آهن شناسایی شده‌اند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به کانی مگنتیت با ۷۲/۴ درصد  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  و با فرمول ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ )، هماتیت ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )، هیدروکسید- گوتیت ( $\text{FeO.OH}$ ) و هیدروگوتیت ( $\text{FeO.OH} \times \text{H}_2\text{O}$ ) اشاره کرد.

## ۱-۲- کانسارهای سنگ آهن

کانی‌سازی سنگ آهن در تمامی ادوار زمین‌شناسی از پروتروزوئیک تا کواترنری وجود داشته است، اما عمده‌ترین منابع کانسنگ آهن در زمان آرکئوزوئیک تشکیل شده‌اند. در ایران بیش‌ترین منابع سنگ آهن در زون بافق- پشت‌بادام، زون سندنج- سیرجان، کمربند ولکانو- پلوتونی شمال خراسان (سنگان) و دیگر زون‌های تکتونو- ماگمایی تشکیل شده‌اند. مهم‌ترین ویژگی‌های کانسارهای سنگ آهن در جداول ۱-۱ تا ۱-۸ درج شده است.

جدول ۱-۱- کانسارهای سنگ آهن نوع آهن- تیتانیوم- وانادیم

۱	تعریف	تمرکز تنه‌ی معدنی به صورت لایه‌های منیتیت غنی از Ti و V در بخش فوقانی نفوذی‌های مافیک- اولترامافیک لایه‌ای وسیع و تکرارپذیر
۲	جایگاه زمین‌ساختی	محیط‌های کششی درون قاره‌ای، جزایر قوسی، پشته‌های اقیانوسی (پوسته‌ی اقیانوسی)
۳	سن کانی‌سازی	معمولاً پرکامبرین، در تشریحی هم وجود دارد
۴	سنگ میزبان	نوریت، گابرو- نوریت، دونیت، هارزبورژیت، پردوتیت، پیروکسنیت، تروکتولیت، آنورتوزیت و گابرو
۵	بافت و ساختار	توده‌ای، لایه‌هایی با تغییرات تدریجی از بلورهای شکل‌دار به زمینه پوییکلیتیک
۶	محیط تشکیل کانسار	زون‌های متأثر از بازپویی تکتونو- ماگمایی و جزایر قوسی، محیط‌های ریف‌ت قاره‌ای
۷	مینرالوژی کانسنگ	منیتیت وانادیم‌دار با یا بدون ایلمنیت و مقدار کمی از سولفیدها
۸	مینرالوژی باطله	کانی‌های سیلیکاته منیزیم و کلسیم
۹	مدل زایشی	تفریق ماگمایی عموماً در مرز تغییر مینرالوژی (لیتولوژی) یا نزدیک به مرز
۱۰	مدل ژئوشیمیایی	وجود آواری‌ها و قطعات تخریبی نهشته شده در مسیل‌ها، دشت‌های آبرفتی و بی‌هنجاری ژئوشیمیایی از عناصر V و Cr, Fe, Ti
۱۱	مدل ژئوفیزیکی	بی‌هنجاری ژئوفیزیکی مغناطیسی در نقشه‌های هوابرد و زمینی
۱۲	مدل ماهواره‌ای	بی‌هنجاری رنگی و ساختاری در تصاویر ماهواره‌ای

نام مترادف کانسارهای Fe- Ti- V: چینه‌ای شکل مافیک و اولترامافیک

## جدول ۱-۲- کانسارهای آهن نوع منیثیت و منیثیت-آپاتیت

۱	تعریف	تمرکز تنه‌های معدنی کانسنگ به صورت استوک، دایک، کلاهدک، رگه در سقف و حاشیه‌ی توده‌های تفریقی اولترابازیک قلیایی (مانند کانسارهای چغارت، لکه‌سیاه، اسفوردی، سه چاهون، چاه گز و نظایر آن)
۲	جایگاه زمین‌ساختی	محیط‌های ریفتی درون قاره‌ای، کمپلکس‌های تفریقی اولترابازیک آلکان-کربناتی
۳	محیط تشکیل کانسار	زون‌های متأثر از بازپویی تکتونو-ماگمایی با رویکرد گوشته‌ی غنی شده
۴	سن کانی‌سازی	از پرکامبرین تا کواترنر (در ایران پرکامبرین پسین ۸۵۰ تا ۸۰۰ میلیون سال)
۵	سنگ میزبان	سنگ‌های تفریقی فوق بازی-قلیایی مانند پیروکسنیت، گابرو، سینیت، کربناتیت و نظایر آن‌ها
۶	شکل کانسار	تخت، عدسی، رگه‌ای و توده‌ای
۷	بافت و ساختار	توده‌ای، رگه‌ای، دایک، استوک با تغییر تدریجی از منیثیت به آپاتیت، منیثیت و آپاتیت با تفریق از توده‌ای تا انتشاری
۸	مینرالوژی کانسنگ	منیثیت آپاتیت‌دار، منیثیت-آپاتیت، مقدار اندکی توریم، عناصر نادر خاکی، تیتانیم، وانادیم
۹	مینرالوژی باطله	ترمولیت، اکتینولیت، پلاژیوکلاز، فلدسپار (آلبیت) و کلریت
۱۰	کانی‌شناسی دگرسانی	دگرسانی فنیتی در همبری ماده‌ی معدنی به صورت آمفیبول متاسوماتیت و آلبیتیت
۱۱	مدل زایشی	تفریق ماگمایی
۱۲	مدل ژئوشیمیایی	بی‌هنجاری ژئوشیمیایی از P, REE, U, Th, Ti, Fe
۱۳	مدل ژئوفیزیکی	- بی‌هنجاری شدید مغناطیسی در داده‌های ژئوفیزیک مغناطیسی هوابرد و زمینی - بی‌هنجاری پرتوایی در ژئوفیزیک هوابردی
۱۴	مدل ماهواره‌ای	سیمای برجسته و گنبدی یا مخروطی در ژئومورفولوژی و بی‌هنجاری رنگی و ساختارهای حلقوی در تصاویر ماهواره‌ای
۱۵	مدل اکتشافی	مغناطیس‌سنجی هوایی و زمینی، پی‌جویی زمینی، زمین‌شناسی و عملیات مهندسی اکتشاف
۱۶	مدل ذخیره و عیار	ذخیره‌ی متغیر از چند میلیون تا چند صد میلیون تن و عیار ۴۵-۶۰ درصد آهن

نام مترادف: کانسارهای آهن-آپاتیت، کانسارهای تفریقی کمپلکس‌های اولترابازیک قلیایی، کانسارهای کربناتی

## جدول ۱-۳- کانسارهای سنگ آهن نوع متاسوماتیت

۱	تعریف	تمرکز تنه‌های کانسنگ منیثیت و منیثیت-هماتیت (مارتیت) در طلایه‌ی بازیگ (Basic Front) سیستم متاسوماتیسم با کانون گرانیتوئید (لوکومتاسوماتیت) حاصل از متاسوماتیسم Si با رویکردهای متاسوماتیسم P, Ca, K, Na, Mg و نظایر آن‌ها (کانسار سنگ آهن ساغند-آنومالی XX در ایران مرکزی، آهن زیرگان، آهن نارینگان (نه Fe-Mn نارینگان) و تعدادی از کانسارهای سنگ آهن در زون سنندج-سیرجان
۲	جایگاه زمین‌ساختی	روند گسل‌های کنترل ریفت درون قاره‌ای
۳	محیط تشکیل کانسار	زون‌های متاسوماتیت در تقاطع ساختارهای ژرف (گسله‌های عمیق) مناطق دستخوش پویایی تکتونو-ماگمایی و متأثر از تعامل گوشته با پوسته‌ی سیالی
۴	سن کانی‌سازی	از پرکامبرین تا کواترنر (در ایران مرکزی پرکامبرین پسین-کامبرین سن مطلق حدود ۵۸۳-۵۱۵ میلیون سال)، عموماً در زون بافق-ساغند و حاشیه‌ی شمال خاوری زون سنندج-سیرجان
۵	سنگ میزبان	سازندهای کربناتی-رسوبی-آذرآواری متأثر از متاسوماتیسم (سنگ‌های متاسوماتیت با زون‌بندی کانونی) در جبهه‌ی بازیگ
۶	شکل کانسار	توده‌ای، رگه‌ای، عدسی با بلورهای خودشکل و اندازه‌ی ریز تا درشت، با بافت‌های جریان‌ی و رویکردهای جایگزینی و پرشدگی
۷	بافت و ساختار	عدسی، انبانی، انتشاری رگه‌ای و نظایر آن‌ها

## ادامه‌ی جدول ۱-۳- کانسارهای سنگ آهن نوع متاسوماتیت

۸	مینرالوژی کانسنگ	منیتیت، مارتیت، همراه پیریت، کالکوپیریت، مولیبدنیت، کانی‌های عناصر نادر خاکی، توریت، اورانوتوربانیت، چوکینیت، باستانسیت
۹	مینرالوژی باطله	آلبیت، کوارتز، ترمولیت، اکتینولیت، کلسیت، سرپانتین، فلوگوپیت و تالک
۱۰	کانی‌شناسی دگرسانی	کانی‌های شاخص متاسوماتیسم نظیر آلبیت، ترمولیت، اکتینولیت، فلوگوپیت، سرپانتین، تالک، سیدریت و نظایر آن
۱۱	مدل زایشی	متاسوماتیسم سیلیس با تشکیل لوکومتاسوماتیت‌های کوارتز- فلدسپار- پلاژیوکلاز در مرکز و تمرکز و انباشت سنگ آهن در طلایه‌ی بازیک
۱۲	مدل ژئوشیمیایی	ناهنجاری‌های REE, Th, U, Co, Fe گروه سریوم، Ti و V
۱۳	مدل ژئوفیزیکی	بی‌هنجاری شدید مغناطیسی در کناره‌ی بی‌هنجاری‌های متوسط و پایین ژئوفیزیک هوابرد، هم‌پوشانی بی‌هنجاری مغناطیسی با بی‌هنجاری اسپکترومتری هوابرد زمینی U و Th
۱۴	مدل ماهواره‌ای	ساختار حلقوی با هاله‌ی حرارتی، زونالیته‌ی رنگی در تصاویر ماهواره‌ای
۱۵	مدل اکتشافی	مغناطیس‌سنجی هوایی و زمینی، زمین‌شناسی و عملیات مهندسی اکتشاف
۱۶	مدل ذخیره و عیار	ذخیره‌ی متغیر از چند هزار تن تا چند میلیون تن و عیار از ۳۰ تا ۶۰ درصد آهن

نام مترادف: کانسارهای اسکارن سنگ آهن، کانسارهای متاسوماتیت، کربناتیت، کانسارهای سنگ آهن اسپیلیتی و نظایر آن‌ها

## جدول ۱-۴- کانسارهای سنگ آهن نوع اسکارن

۱	تعریف	تمرکز سنگ آهن منیتیت در سنگ‌های کالکو- سیلیکات حاشیه‌ی توده‌های گرانیتوئید و ماگمایی نفوذی مانند کانسار سنگ آهن سگنان در خواف (خراسان)
۲	جایگاه زمین‌ساختی	محیط کمان ولکانو- پلوتونی حاشیه‌ی قاره‌ای، محیط پلانفرم دستخوش نفوذ کمپلکس‌های آذرین و محیط جزایر قوسی
۳	محیط تشکیل کانسار	همبری توده‌های نفوذی عمیق و نیمه‌عمیق با سنگ‌های کربناتی
۴	سن کانی‌سازی	عموماً مزوزوئیک و ترشیری، اما ممکن است در هر دوره‌ای وجود داشته باشد.
۵	سنگ میزبان	حاشیه‌ی توده‌های ماگمایی گابرو، دیوریت، دیاباز، سینیت، تونالیت، گرانودیوریت و گرانیت و سنگ‌های آهکی دگرگونی شده (مجاورتی)
۶	شکل کانسار	عدسی توده‌ای، رگه‌ای، تخت، انبانی و انتشاری در متن سنگ میزبان
۷	بافت و ساختار	بافت گرانیتوئید (آذرین درونی) در سنگ‌های نفوذی، بافت‌های گرانوبلاستیک تا هورنفسلی در سنگ‌های رسوبی و آذرآواری دگرگون شده دارای بافت گرانوبلاستیک با ادخال کانه‌ها و ساختمان‌های نواری- زونی
۸	مینرالوژی کانسنگ	منیتیت، کالکوپیریت، پیریت کبالت‌دار، پیریت، پیروتیت، مقادیر کمی کاسیتريت و گاهی شلیت ممکن است وجود داشته باشد. کانی‌سازی سولفیدهای مختلف احتمال دارد.
۹	مینرالوژی باطله	انواع سولفیدها، کانی‌های فلزی، کانی‌های سیلیکاته، کلسیت و کوارتز
۱۰	کانی‌شناسی دگرسانی	دیوپسید- هیدنبرژیت، گروناهی گروسولار و آندرادیت، اپیدوت و نظایر آن‌ها
۱۱	مدل زایشی	متاسوماتیک- جایگزینی
۱۲	مدل ژئوشیمیایی	پراکندگی وسیع قطعات آواری- واریزه‌ای منیتیت در منطقه‌ی بی‌هنجاری ژئوشیمیایی از عناصر Au, W, Sn, Zn, Pb, Cu, Co, Fe
۱۳	مدل ژئوفیزیکی	بی‌هنجاری مغناطیسی شدید در کناره‌ی توده‌های نفوذی بزرگ با ناهنجاری خاص خود، قرار گرفتن ناهنجاری مغناطیسی در کنار هم‌پوشانی بی‌هنجاری اسپکترومتری K, Th, U
۱۴	مدل ماهواره‌ای	- جبهه‌ی بازیک و بی‌هنجاری رنگی- بافتی در کناره‌ی زون‌های لوکومتاسوماتیت (گرانیت) - هاله‌ی حرارتی و دگرگونی همبری با رنگ‌آمیزی در تصاویر ماهواره‌ای و شکل گنبدی یا عارضه‌ساز در ژئومورفولوژی
۱۵	مدل اکتشافی	مغناطیس‌سنجی هوایی و زمینی، زمین‌شناسی سنگ آهن و عملیات مهندسی اکتشاف
۱۶	مدل ذخیره و عیار	از چند صد هزار تن تا ۴۰۰ میلیون تن، میانگین ۱۷/۲ میلیون تن، عیار متغیر از ۳۵ تا ۶۵ درصد Fe، میانگین ۵۰ درصد

جدول ۱-۵- کانسارهای سنگ آهن نوع آتشفشانی

۱	تعریف	تمرکز کانسنگ آهن (منیبتیت) به صورت لایه‌ها و گدازه‌ها درون سری‌های آتشفشانی- آذرآواری (مانند کانسار چادرملو و میشدوان) با هم‌آیندهای کانی‌های متاسوماتیک و آپاتیت
۲	جایگاه زمین‌ساختی	محیط ریفت درون قاره‌ای، محیط کمان ولکانو- پلوتونی حاشیه قاره‌ای مرتبط با فرورانش، روند گسل‌ها و خطاره‌های ژرف با ریشه در گوشته
۳	محیط تشکیل کانسار	زون‌های دستخوش پویایی تکتونو- ماگمایی
۴	سن کانی‌سازی	پروتروزوئیک تا کواترنر
۵	سنگ میزبان	جریان‌های گدازه‌های آندزیتی تا تراکیتی و توده‌های نفوذی نیمه‌عمیق
۶	شکل کانسار	لایه‌ای، رگه‌ای، انبانی، عدسی و توده‌ای
۷	بافت و ساختار	پورفیری و آفانیتیک دانه‌ریز تا متوسط گرانوبلاستیک و بافت‌های نوع اسکارن و متاسوماتیسم، در جریان گدازه‌ها ممکن است ساخت بادامکی و بالشتی دیده شود.
۸	مینرالوژی کانسنگ	منیبتیت و آپاتیت، پیریت، کالکوپریت و کالکوسیت ممکن است یافت شود.
۹	مینرالوژی باطله	کانی‌های منگنز، سولفورها
۱۰	کانی‌شناسی دگرسانی	دگرسانی با کانی‌های اکتینولیت و دیوپسید، بیوتیت، آلبیت و نظایر آن‌ها
۱۱	مدل زایشی	جانشینی توده‌های منیبتیت تفریق شده از مذاب ماگمایی و پرشدگی فضاهای برشی و استوک‌ورکی به صورت دایک و استوک‌ورک
۱۲	مدل ژئوشیمیایی	وجود آنومالی‌های فسفر، عناصر نادر خاکی، توربوم، کبالت
۱۳	مدل ژئوفیزیکی	بی‌هنجاری مغناطیس‌سنجی در ژئوفیزیک هوابرد و زمینی
۱۴	مدل ماهواره‌ای	ساختار حلقوی و توده‌ای با رویکردهای رنگی ناشی از $Fe^{2+}$ و $Fe^{3+}$
۱۵	مدل اکتشافی	مغناطیس‌سنجی هوایی و زمینی، زمین‌شناسی سنگ آهن و عملیات مهندسی اکتشاف
۱۶	مدل ذخیره و تناژ	ذخیره‌ی متغیر از یک تا بیش از ۵۰۰ میلیون تن، میانگین ۴۰ میلیون تن، عیار آهن متغیر از ۳۰ تا ۶۵ درصد، میانگین ۵۴ درصد، مقدار فسفر متغیر، در مواردی بسیار زیاد

جدول ۱-۶- کانسارهای سنگ آهن آذرآواری (نوع آلوگوما)

۱	تعریف	تمرکز سنگ آهن در سنگ‌های لایه‌ای و نواری درون ترادف آتشفشانی- رسوبی (مانند بسیاری از نوارهای کم‌تناژ سنگ آهن در سازند ساغند- ایران مرکزی)، سری‌های پوسته‌ی اقیانوسی و آذرآواری‌های پالئوژن
۲	جایگاه زمین‌ساختی	کمربندهای آتشفشانی زیردریایی و زون‌های تصادم (Collision) با ساختار انباشتی (Accretionary Prism)
۳	محیط تشکیل کانسار	حوضه‌های آتشفشانی- رسوبی (Greenstone Belt) سپرهای کهن کره زمین و محیط‌های اقیانوسی (Eugeosyncline) پالئوزوئیک، مزوزوئیک
۴	سن کانی‌سازی	عموماً آرکنن، در زمان پرکامبرین پسین ایران در ایران مرکزی و آذربایجان عدسی‌ها و لایه‌های کم‌تناژی وجود دارد. در زون سندج- سیرجان (مزوزوئیک) و سری‌های پالئوژن
۵	سنگ میزبان	سری سنگ‌های آتشفشانی- آذرآواری زیردریایی و فروهسته‌های ژرفایی
۶	شکل کانسار	لایه‌ای، تخت، عدسی کشیده و نواری
۷	بافت و ساختار	سنگ‌های سبز بالشتی، توف‌های متوسط تا فلسیک و آگلومرها، رسوبات آواری ناهمگن با جورشدگی ضعیف
۸	مینرالوژی کانسنگ	منیبتیت، هماتیت، سیدریت و کوارتز دانه‌ریز
۹	مینرالوژی باطله	سیدریت، کوارتز، کلریت و کانی‌های مافیک

ادامه‌ی جدول ۱-۶- کانسارهای سنگ آهن آذرآواری (نوع آگوما)

۱۰	کانی‌شناسی دگرسانی	فاقد دگرسانی همزاد ولی دگرسانی سوپرژن با کانی های $Fe^{3+}$
۱۱	مدل زایشی	هم‌زمان با نهشته شدن لایه‌های آذرآواری و رسوبی- شیمیایی به صورت منبیت توف یا رسوبی- شیمیایی
۱۲	مدل ژئوشیمیایی	پراکندگی قطعات و آواری‌های سنگ آهن در آبرفت‌ها و واریزه‌ها و وجود آنومالی ژئوشیمیایی Mn, Fe
۱۳	مدل ژئوفیزیکی	بی‌هنجاری نایک‌نواخت و متغیر در مغناطیس‌سنجی هوابرد و زمینی
۱۴	مدل ماهواره‌ای	وجود بافت و ناهمگنی رنگی و وجود رنگ‌آمیزی شدید $Fe^{3+}$ در تصاویر ماهواره‌ای
۱۵	مدل اکتشافی	ژئوفیزیک مغناطیس‌سنجی، زمین‌شناسی و عملیات مهندسی اکتشاف
۱۶	مدل ذخیره و عیار	از چند هزار تا چند صد میلیون تن، عیار Fe به صورت میانگین حدود ۵۰ درصد، متغیر از حدود ۳۵ تا ۶۰ درصد

جدول ۱-۷- کانسارهای سنگ آهن نوع رسوبی- شیمیایی (هم‌ارزی‌های سوپریور و کلینتون)

۱	تعریف	تمرکز سنگ آهن به واسطه‌ی پدیده‌ی فرایالایش (Exfiltration) در محیط رسوبی (مانند کانسار Fe-Mn شمس‌آباد، اراک)
۲	جایگاه زمین‌ساختی	محیط تکتونواوستاتیک یا نواحی دستخوش چین‌خوردگی و رو به خشکی نهادن محیط دریایی (رسوبی).
۳	محیط تشکیل کانسار	محیط دریایی کم‌عمق با انباشت رسوبات در شرایط فرونشینی که خیزش و بالاشدگی (Uplifting) را در پی داشته و متاثر از پدیده تکتونواوستاتیک و نوسان سطح آب دریاها شده باشد به گونه‌ای که پدیده‌ی فرایالایش شکل بگیرد.
۴	سن کانی‌سازی	پروتروزوئیک پیشین، پالئوزوئیک و مزوزوئیک- ترشیری، (در ایران در سری کرتاسه)
۵	سنگ میزبان	معمولا طبقات رسوبی (آهک- ماسه‌سنگ و دولومیت)
۶	شکل کانسار	لایه‌ای، تخت و عدسی- انبانی
۷	بافت و ساختار	دارای ساخت و بافت لایه‌ای- مطبق در کانسنگ و سنگ میزبان
۸	مینرالوژی کانسنگ	هماتیت، منبیت، سیدریت و کوارتز دانه‌ریز
۹	مینرالوژی باطله	انواع سنگ‌ها و آواری‌های رسوبی
۱۰	کانی‌شناسی دگرسانی	دگرسانی به صورت هماتیتی شدن، دولومیتی شدن، آنکریتی شدن، سیدریتی شدن دیده می‌شود.
۱۱	مدل زایشی	فرایالایشی
۱۲	مدل ژئوشیمیایی	راهنمای ژئوشیمیایی می‌تواند به صورت بی‌هنجاری‌های Pb, Zn, Fe, Mn, Cu بروز نماید
۱۳	مدل ژئوفیزیکی	بی‌هنجاری مغناطیسی هوابرد و زمینی بی‌هنجاری ثقلی (گرانشی) در برداشت‌های زمینی
۱۴	مدل ماهواره‌ای	وجود رنگ‌آمیزی $Fe^{3+}$ در تصاویر موضوعی ماهواره‌ای
۱۵	مدل اکتشافی	مغناطیس‌سنجی هوایی و زمینی، زمین‌شناسی سنگ آهن و عملیات مهندسی اکتشاف
۱۶	مدل ذخیره و عیار	از چند میلیون تا ۱/۵ میلیارد تن و عیار متغیر از ۳۰ تا ۶۵ درصد Fe، میانگین حدود ۵۳-۵۰ درصد

## جدول ۱-۸- کانسارهای آبرفتی (واریزه‌ای)

۱	تعریف	کانسارهایی که عموماً از فرسایش کانسارهای آهن و رسوب‌گذاری در دشت آبرفتی و واریزه‌ای دامنه‌ای تشکیل می‌شوند و از نوع منابع تخریبی (clastic) به شمار می‌روند.
۲	جایگاه زمین‌ساختی	زون‌های تکتونو-ماگمایی و کمربندهای ولکانو-پلوتونی دارای کانسارهای مختلف سنگ آهن
۳	محیط تشکیل کانسار	واریزه‌ها و آبرفت‌های رسوبی-تخریبی در پایین‌دست مناطق کانساردار
۴	سن کانی‌سازی	پلیوسن-کواترنر (در ایران)
۵	سنگ میزبان	رسوبات و نهشته‌های آواری (سیلابی-رودخانه‌ای-واریزه‌ای) دامنه‌ای و پای کوهی
۶	شکل کانسار	عموماً تخت و مخروط‌افکنه‌ای
۷	یافت و ساختار	پراکنده در اندازه‌های تخته‌سنگی، قلوه‌سنگی، شنی و ماسه‌ای
۸	مینرالوژی کانسنگ	عموماً منیٲیت
۹	مینرالوژی باطله	انواع سنگ‌ها و آواری‌های رسوبی
۱۰	کانی‌شناسی دگرسانی	ندارد
۱۱	مدل زایشی	آواری-رسوبی
۱۲	مدل ژئوشیمیایی	وفور قطعات سنگ آهن و آنومالی‌های Fe و Ti
۱۳	مدل ژئوفیزیکی	آنومالی‌های مغناطیسی ضعیف در جوار آنومالی‌های شدید مغناطیسی
۱۴	مدل ماهواره‌ای	ژئومورفولوژی خاص مخروط‌افکنه با رنگ‌آمیزی ناهنجار نسبت به مناطق همجوار
۱۵	مدل اکتشافی	مغناطیس‌سنجی هوایی و زمینی، زمین‌شناسی سنگ آهن و عملیات مهندسی اکتشاف
۱۶	مدل ذخیره و عیار	ذخایر متغیر، عیار متغیر با ضرورت کانه‌آرایی به شیوه‌ی جداسازی مغناطیسی

## ۱-۳- اهمیت زمین‌شناسی و مغناطیس‌سنجی در عملیات اکتشافی کانسارهای سنگ آهن

در جداول (۱-۹) تا (۱-۱۲) کارآمدی هر یک از شاخه‌های علوم زمین در اکتشاف انواع کانسارهای سنگ آهن نشان داده شده است. از آن میان سنجش‌های ژئوفیزیکی (مغناطیس‌سنجی در مرتبه‌ی اول و گرانی‌سنجی به صورت نسبی در ایران) و برداشت‌های زمین‌شناسی اهمیت به‌سزایی دارند. این برداشت‌ها در مراحل مختلف، از دقت و مشخصات متفاوتی برخوردارند که باید در اجرای عملیات رعایت شود.



جدول ۱-۹- متغیرهای علوم زمین و میزان و نقش آنها در تعیین و اکتشاف ذخایر سنگ آهن ماگمایی

تشخیص هدف (Explanatory Function)	هدف یاب (Target Function)	حوزه‌های علوم زمین (Geoscience Fields)
		<b>زمین شناسی:</b>
+++++	+++	سنگ میزبان
+++	+	واحدهای قبل از کانی‌سازی
+	-	واحدهای بعد از کانی‌سازی
+++++	+++	ساختمان‌های منطقه‌ای
+++++	+++	ساختمان‌های محلی
+++	+	دگرسانی گرمایی
+++++	++++	کانی‌شناسی
-	++++	آثار کانی‌سازی
+++++	+++	مدل‌های زایشی کانسار
		<b>ژئوشیمی:</b>
+++++	++++	عناصر اصلی
+++++	++	عناصر نشانه
+++++	+	عناصر همراه
		<b>ژئوفیزیک:</b>
+++++	+++++	مغناطیس‌سنجی
+++++	+++	گرانی‌سنجی
+++	+++	الکترومغناطیسی
+++++	++	رادیومتری
-	-	لرزه‌نگاری
+++	-	الکتریکی
		<b>دورسنجی:</b>
+++++	+++	زمین‌شناسی ساختمانی
+++++	++	نقشه‌ی دگرسانی
+++++	+	نقشه‌ی زمین‌شناسی
		<b>توپوگرافی:</b>
+++	-	مدل سه بعدی

جدول ۱-۱۰- متغیرهای علوم زمین و میزان و نقش آن‌ها در تعیین و اکتشاف ذخایر سنگ آهن اسکارنی و متاسوماتیک

تشخیص هدف (Explanatory Function)	هدف یاب (Target Function)	حوزه‌های علوم زمین (Geoscience Fields)
		<b>زمین‌شناسی:</b>
+++++	+++	سنگ میزبان
+++++	+++	واحد‌های قبل از کانی‌سازی
+	-	واحد‌های بعد از کانی‌سازی
+++	+++	ساختمان‌های منطقه‌ای
+++	+++	ساختمان‌های محلی
+++++	+++++	دگرسانی گرمایی (هاله و دگرگونی)
+++	+++	کانی‌شناسی
-	+++++	آثار کانی‌سازی
+++++	+++++	مدل‌های زایشی کانسار
		<b>ژئوشیمی:</b>
+++++	+++	عناصر اصلی
+++++	++	عناصر نشانه
+++++	++	عناصر همراه
		<b>ژئوفیزیک:</b>
+++++	+++++	مغناطیس‌سنجی
+++++	+++	گرانی‌سنجی
+++++	+++	الکترومغناطیسی
+++++	++	رادیومتری
-	-	لرزه‌نگاری
+++	++	الکتریکی
		<b>دورسنجی:</b>
+++++	+	زمین‌شناسی ساختمانی
+++++	+++	نقشه‌ی دگرسانی (هاله‌ی دگرگونی)
+++++	+++	نقشه‌ی زمین‌شناسی
		<b>توپوگرافی:</b>
+++	-	مدل سه بعدی

جدول ۱-۱- متغیرهای علوم زمین و میزان و نقش آنها در تعیین و اکتشاف ذخایر سنگ آهن رگه‌ای- گرمابی

تشخیص هدف (Explanatory Function)	هدف یاب (Target Function)	حوزه‌های علوم زمین (Geoscience Fields)
		<b>زمین شناسی:</b>
+++++	+++	سنگ میزبان
+++++	+++	واحدهای قبل از کانی‌سازی
+++	-	واحدهای بعد از کانی‌سازی
+++	+++	ساختمان‌های منطقه‌ای
+++++	+++	ساختمان‌های محلی
+++++	+++	دگرسانی گرمابی
+++	++	کانی شناسی
+++	+++	آثار کانی‌سازی
+++++	++	مدل‌های زایشی کانسار
		<b>ژئوشیمی:</b>
+++++	++++	عناصر اصلی
+++	++	عناصر نشانه
+++	++	عناصر همراه
		<b>ژئوفیزیک:</b>
+++++	+++++	مغناطیس‌سنجی
+++	+++	گرانی‌سنجی
+++++	+++	الکترومغناطیسی
+++++	+	رادیومتری
-	-	لرزه‌نگاری
+	-	الکتریکی
		<b>دورسنجی:</b>
+++	+	زمین‌شناسی ساختمانی
+++++	+++	نقشه‌ی دگرسانی (هاله‌ی دگرگونی)
+++++	+++	نقشه‌ی زمین‌شناسی
		<b>توپوگرافی:</b>
+++	-	مدل سه بعدی

جدول ۱-۱۲- متغیرهای علوم زمین و میزان و نقش آن‌ها در تعیین و اکتشاف ذخایر سنگ آهن رسوبی

تشخیص هدف (Explanatory Function)	هدف یاب (Target Function)	حوزه‌های علوم زمین (Geoscience Fields)
+++++	+++++	زمین‌شناسی:
+++++	+++++	سنگ میزان
+++++	+++	واحدهای قبل از کانی‌سازی
+++++	+++	واحدهای بعد از کانی‌سازی
+++++	+++++	ساختمان‌های منطقه‌ای
+++	+++	ساختمان‌های محلی
+++++	+++	دگرسانی گرمایی
+	+++++	کانی‌شناسی
+++++	++	آثار کانی‌سازی
+++++	+++	مدل‌های زایشی کانسار
+++++	++++	ژئوشیمی:
+++	+++	عناصر اصلی
+++	+++	عناصر نشانه
+++	+++	عناصر همراه
+++	+++	ژئوفیزیک:
+++++	+++++	مغناطیس‌سنجی
+++++	+++++	گرانی‌سنجی
+++++	+++++	الکترومغناطیسی
+++	+	رادیومتری
+++	+	لرزه‌نگاری
+++	+++	الکتریکی
+++++	+++	دورسنجی:
+++++	++++	زمین‌شناسی ساختمانی
+++++	++++	نقشه‌ی دگرسانی
+++++	+++++	نقشه‌ی زمین‌شناسی
+++	+++	توپوگرافی:
+++	+++	مدل سه بعدی

## ۱-۴- تراکم عملیات حفاری روی یافته‌های اکتشافی

تراکم برداشت‌های ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و عملیات حفاری تابع عوامل زیر است:

- ذخیره‌ی مورد انتظار برای استخراج اقتصادی در شرایط محیطی و صنعتی کانسار؛

- نوع ماده‌ی معدنی و قیمت آن در بازار جهانی؛

- تیپ کانی‌سازی و میزان عیار و تناژ.

آرایش شبکه‌ی برداشت تابع نوع زایش کانسار، وضعیت ساختمانی، ابعاد کانی‌سازی و اهداف و مقیاس پروژه‌ی اکتشافی است و باید به صورت شبکه‌ای، عمود بر روند و ساختارهای کانی‌سازی، با فواصل پروفیلی حداکثر ۲۰۰-۵۰ متر و قرائت ۵ تا ۲۰ متر (۱:۱۰) فاصله‌ی پروفیلی) پیاده شود. در مورد کانسارهای تحت این برداشت‌ها آرایش شبکه از ۲۰×۲۰ تا ۱۰۰×۱۰۰ متر انجام می‌شود. بر حسب درجه‌ی پیچیدگی کانسارها (جدول ۱-۱۳ و ۱-۱۴) آرایش شبکه‌ی اکتشافی نیز به تبعیت از این درجه‌بندی متغیر خواهد بود.

جدول ۱-۱۳- طبقه‌بندی کانسارها بر حسب تغییرات ساختار، ضخامت ماده‌ی معدنی و شکل پراکندگی کانی‌های مفید (درجه‌ی ابعاد و پیچیدگی ساختمان)

گروه	ساختار زمین‌شناسی	ضخامت ماده‌ی معدنی	پراکندگی کانی‌های مفید
یک	ساده	ثابت	یکنواخت
دو	پیچیده	متغیر	غیر یکنواخت
سه	خیلی پیچیده	بسیار متغیر	بسیار غیر یکنواخت

جدول ۱-۱۴- طبقه‌بندی کانسارها بر حسب تغییرات پارامترهای آماری

ذخیره (V <sub>r</sub> )	ضریب تغییرات در		تغییرات و شکل کانسار	گروه
	عیار (V <sub>g</sub> )	ضخامت (V <sub>th</sub> )		
۳۰	۵-۳۰	۵-۵۰	منظم و ساده	۱
۸۰	۴۰-۱۰۰	۳۰-۸۰	متوسط و نسبتاً پیچیده	۲
۱۳۰	۱۰۰-۱۵۰	۵۰-۱۰۰	شدید و درهم	۳

میانگین ( $\bar{X}$ )، انحراف از معیار (S)

$$V = S / \bar{X} \times 100$$

حداقل مقدار پارامتر در محاسبه برای کانسارهای گروه یک ۱۸، گروه دو ۲۵ و گروه سه ۴۰ باید باشد.

کانسارهای فلزات آهنی از جنبه‌ی ساختمانی، ابعاد و پیچیدگی به سه گروه قابل تقسیم هستند (جدول ۱-۱۵). اجرای عملیات مهندسی اکتشاف (حفاری اکتشافی)، فواصل پروفیلی اندازه‌ی شبکه‌ها و فاصله‌ی حفاری‌ها برای تعیین رده‌های ذخیره‌ای ۱۱۱، ۲۲۱ و ۳۳۲ و ۳۳۳ در گروه‌های متفاوت از نظر پیچیدگی در این جدول نمایش داده شده است.

جدول شماره ۱-۱۵- چگالی شبکه‌ی اکتشافی (بر حسب متر) برای رده‌های متفاوت ذخیره در کانسارهای مختلف

رده ۳۳۲ و ۳۳۳		رده ۲۲۲		رده ۱۱۱		گروه
در شیب	در طول	در شیب	در طول	در شیب	در طول	گروه یک
۸۰۰	۸۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۲۰۰	۲۰۰	کانسارهای بزرگ افقی با زاویه‌ی شیب متوسط با ضخامت ثابت و کانی‌سازی یکنواخت
۳۰۰	۶۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۱۰۰	۱۵۰	کانسارهای منطبق با شیب با طول زیاد و ضخامت ثابت
۱۵۰	۳۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۵۰	۱۰۰	<b>گروه دو</b> کانسارهای لایه‌ای متوسط با ساختمان درهم و عیار نسبتاً یکنواخت
۱۰۰	۱۵۰	(۵۰-۷۰)	(۱۰۰)	۴۰-۳۰	۸۰-۵۰	کانسار چینه‌کران + تنه‌های عدسی شکل با اندازه متوسط، پراکندگی نایکنواخت (ناهمسان) کانی‌سازی
۴۰-۶۰	۸۰-۱۲۰	(۲۰-۳۰)	(۴۰-۶۰)	--	--	<b>گروه سه</b> کانسارهای لایه‌ای، عدسی شکل متوسط با کیفیت متغیر
(۲۵-۴۰)	(۲۵-۴۰)	--	--	--	--	تنه‌های معدنی کوچک شامل عدسی‌های نامنظم یا لانه‌ای شکل و انشعابات (Ore Shoots) با کانی‌سازی غیر یکنواخت

## فصل ۲

---

---

### فهرست خدمات مرحله‌ی شناسایی





## ۱-۲- مقدمه

هدف از این عملیات شناسایی مناطق مستعد و دارای پتانسیل سنگ آهن قابل اکتشاف بر پایه‌ی اطلاعات زمین‌شناسی و اکتشافی تهیه شده توسط سازمان‌ها، موسسات و شرکت‌های اکتشافی و معدنی است. مطالعات و عملیات اکتشافی شامل جمع‌آوری داده‌های ژئوفیزیکی (مغناطیس‌سنجی)، ماهواره‌ای، نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، اطلاعات اکتشافی و معدنی است که بتواند در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) سامان‌دهی شود و بر اساس مدل‌سازی مطابق شکل ۱-۲ محدودده‌های مستعد تعیین شوند. این فاز شامل بررسی‌های زیر و رعایت نکات پیشنهادی است.

## ۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات

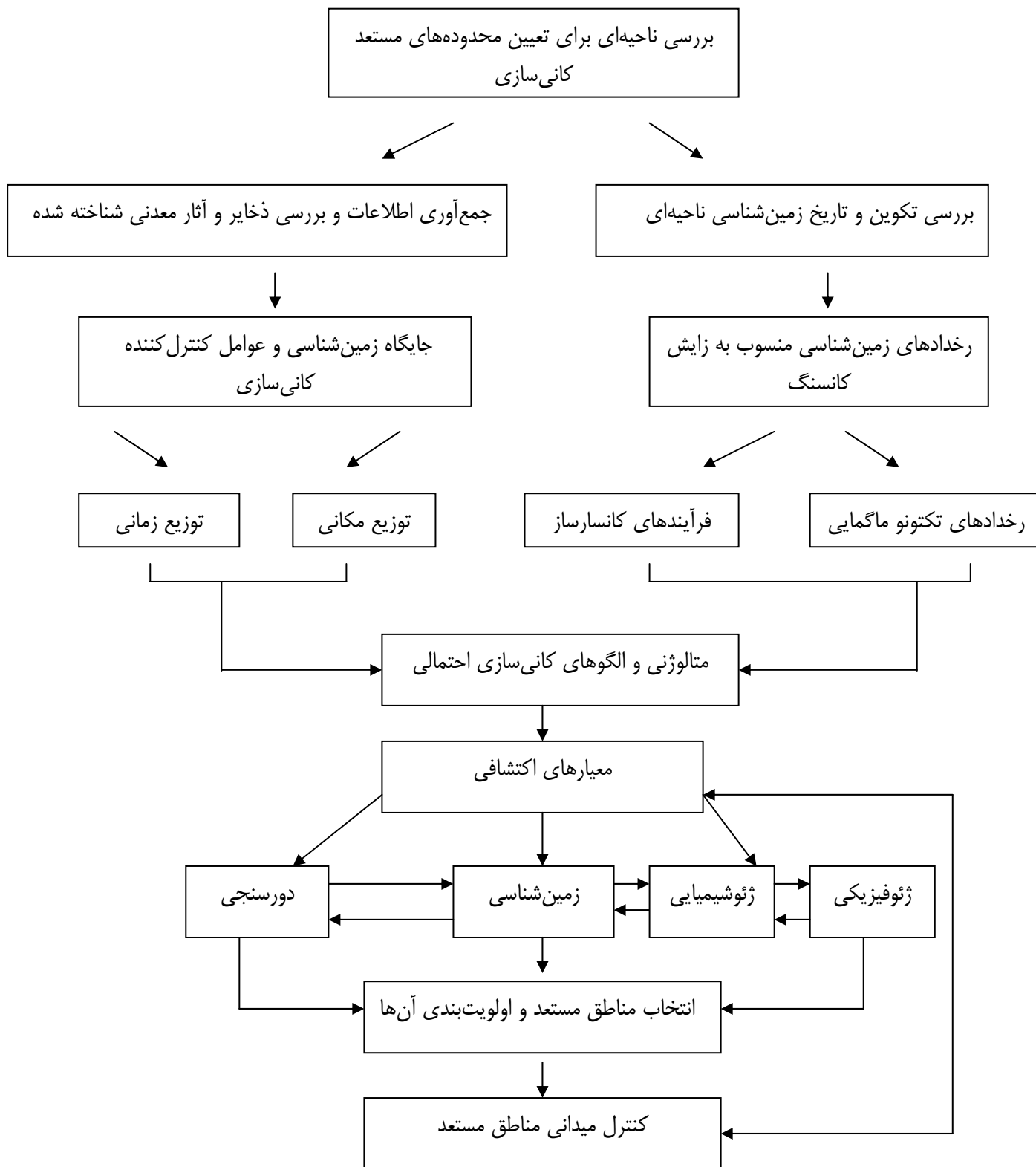
در این گام باید اقدامات زیر انجام گیرد:

- ۱-۲-۲- جمع‌آوری گزارش‌ها و مستندات مربوط به ناحیه (در مورد تکوین زمین‌شناسی، فرآیندهای ساختاری، ماگمایی، متالوژنی، کانسارها و اندیس‌های معدنی)؛
- ۲-۲-۲- جمع‌آوری نقشه‌های ژئوفیزیک هوابردی (مغناطیس‌سنجی) اکتشافی به صورت ترسیم‌ی و یا داده‌های رقومی؛
- ۳-۲-۲- گردآوری نقشه‌های زمین‌شناسی موجود مربوط به ناحیه و نقشه‌های معادن و اندیس‌های کشف شده؛
- ۴-۲-۲- تهیه‌ی داده‌های ماهواره‌ای دارای قدرت تفکیک طیفی و مکانی متناسب با مقیاس؛
- ۵-۲-۲- گردآوری نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ و ۱:۲۵,۰۰۰؛
- ۶-۲-۲- جمع‌آوری اطلاعات جغرافیایی، صنعتی، آب‌شناسی، سیاسی-اجتماعی و اقلیمی از منطقه.

## ۳-۲- بررسی‌ها و مطالعات دفتری

در این مرحله مطالعات زیر باید انجام گیرد:

- ۱-۳-۲- مطالعه‌ی کلیه‌ی گزارش‌ها، مستندات، نقشه‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده به منظور شناخت متالوژنی، تیپ کانسارهای مورد انتظار و تعیین معیارها و عوامل موثر در شکل‌گیری زایشی آن‌ها (شکل ۱-۲)؛
- ۲-۳-۲- تهیه‌ی لایه‌های اطلاعاتی ژئوفیزیکی، زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ماهواره‌ای، توپوگرافی و تهیه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی محدوده‌های مستعد با استفاده از تجزیه، تحلیل و تلفیق داده‌ها در سامانه‌ی جغرافیایی بر اساس مدل‌های زایشی؛
- ۳-۳-۲- تخمین قابلیت و استعداد ناحیه‌ی هدف. در صورت وجود نقشه‌ی مغناطیس‌سنجی هوابرد اکتشافی حداکثر فاصله‌ی خطوط پرواز ۱ کیلومتر و حداکثر ارتفاع از سطح زمین ۱۳۰ متر باشد (نقشه‌های مغناطیس‌سنجی تهیه شده با فاصله‌ی خطوط پروازی ۷/۵ کیلومتری و ارتفاع ۱۰۰۰ متری مناسب نیست و کارایی لازم را ندارد)؛
- ۴-۳-۲- تلفیق و تهیه‌ی نقشه‌ی زمین‌شناسی و مشخص کردن زون‌ها، سازندها یا ساختارهای کانی‌سازی احتمالی؛
- ۵-۳-۲- شناسایی مناطق مستعد به منظور بررسی و کنترل زمینی؛
- ۶-۳-۲- برنامه‌ریزی کنترل‌های میدانی برای مناطق مستعد.



شکل ۲-۱- مدل تلفیق اطلاعات برای شناسایی مناطق مستعد

## ۴-۲- عملیات صحرائی و کنترل میدانی محدوده‌های تعیین شده

۱-۴-۲- بررسی میدانی مناطق مستعد تعیین شده و تهیه‌ی کروکی‌های شماتیک که در این مرحله موارد زیر در صورت امکان کنترل می‌شود:

۱-۱-۴-۲- بررسی رخنمون‌های سنگ آهن و تعیین گسترش آن‌ها در صورت وجود؛

۲-۱-۴-۲- بررسی دگرسانی‌های مرتبط با کانه‌سازی؛

۳-۱-۴-۲- بررسی سازند یا سازندهای آهن‌دار؛

۴-۱-۴-۲- بررسی سیستم‌های گسلی و عملکرد آن‌ها در منطقه؛

۵-۱-۴-۲- بررسی گسترش سنگ‌های میزبان، هاله‌های دگرگونی (در مورد کانسارهای اسکارنی و دگرگونی) با استفاده از

نتایج پردازش و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و کنترل زمینی.

۲-۴-۲- برداشت حداقل سه نیمرخ زمین‌شناسی از مناطق مورد بررسی؛

۳-۴-۲- برداشت حداقل ۳ نمونه‌ی معرف از رخنمون‌های موجود و انجام مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه‌ی شیمیایی و تعیین

P, S, As, CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> و فلزات Ti, Cr, Co, V, Ni, Cu (بر حسب مورد).

## ۵-۲- تلفیق داده‌های صحرائی و مطالعات دفتری

۱-۵-۲- تلفیق و ارایه‌ی کلیه‌ی اطلاعات در قالب سامانه‌ی جغرافیایی (GIS)؛

۲-۵-۲- ارزیابی پارامترهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی؛

۳-۵-۲- ارزیابی مناطق و تخمین منابع در رده‌ی ۳۳۴؛

۴-۵-۲- تعیین ویژگی‌های زایشی و ارایه‌ی الگوها و معیارهای پی‌جویی؛

۵-۵-۲- تهیه‌ی کلیه‌ی اطلاعات در قالب GIS و تعیین ویژگی‌های زایشی هدف‌های قابل پی‌جویی، متدولوژی پی‌جویی،

ارزیابی هزینه و قابلیت کانه‌سازی و درجه‌ی ارزشی آن‌ها و ارایه‌ی گزارش مرحله‌ی شناسایی.

## ۶-۲- تهیه‌ی گزارش مرحله‌ی شناسایی

گزارش این مرحله باید حاوی موارد زیر باشد:

۱-۶-۲- مقدمه

۲-۶-۲- اطلاعات کلی منطقه؛

۱-۲-۶-۲- موقعیت جغرافیایی؛

۲-۲-۶-۲- وضعیت آب و هوایی؛

۳-۲-۶-۲- راه‌های دسترسی و امکانات زیربنایی برای عملیات اکتشافی.

- ۲-۶-۳- زمین‌شناسی و متالوژنی:
- ۲-۶-۳-۱- جایگاه زمین‌شناسی، شرایط و تاریخچه‌ی تحولات؛
- ۲-۶-۳-۲- متالوژنی و طبقه‌بندی زایشی استعدادهای کانه‌سازی؛
- ۲-۶-۳-۳- سازندها و ساختارهای مستعد کانه‌سازی (مناطق مناسب و نامناسب).
- ۲-۶-۴- منابع اطلاعاتی و روش ارزیابی:
- ۲-۶-۴-۱- لایه‌ها و منابع داده‌ها (Geodata) و سطح اعتماد آن‌ها؛
- ۲-۶-۴-۲- لایه‌های اطلاعاتی تهیه شده و معیارهای تعیین‌کننده‌ی قابلیت‌های کانی‌سازی؛
- ۲-۶-۴-۳- ارزیابی و ارزش‌گذاری در تلفیق داده‌ها؛
- ۲-۶-۴-۴- تهیه‌ی تصاویر ماهواره‌ای و مدل ماهواره‌ای (زمین‌ساخت و دگرسانی) مناطق مستعد؛
- ۲-۶-۴-۵- ارزیابی نقشه‌ی مغناطیس‌سنجی هوابردی و مدل ژئوفیزیکی مناطق مستعد؛
- ۲-۶-۴-۶- معرفی مناطق مستعد دارای پتانسیل کانه‌سازی.
- ۲-۶-۵- کنترل میدانی و معیارهای ارزیابی مناطق مستعد:
- ۲-۶-۵-۱- تلفیق و تهیه‌ی نقشه‌ی زمین‌شناسی سنگ آهن هر منطقه با معرفی اهداف تایید شده؛
- ۲-۶-۵-۲- تهیه‌ی نیمرخ‌های زمین‌شناسی.
- ۲-۶-۶- برآورد منبع در رده‌ی ۳۳۴
- ۲-۶-۷- ارایه‌ی برنامه‌ی مرحله‌ی پی‌جویی
- ۲-۶-۸- پیوست‌های گزارش
- به همراه گزارش مرحله‌ی شناسایی مدارک زیر باید در پیوست ارایه شود:
- ۲-۶-۸-۱- نقشه‌ی تلفیقی وضعیت مناطق مستعد سنگ آهن با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ یا ۱:۵۰,۰۰۰؛
- ۲-۶-۸-۲- نقشه‌ی زمین‌شناسی مناطق مستعد با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ تا ۱:۵۰,۰۰۰؛
- ۲-۶-۸-۳- نقشه‌ی نیمرخ‌های پیمایش زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰.

## ۲-۷- نکات مهم در طراحی و اجرای عملیات اکتشافی

- ۲-۷-۱- بی‌هنجاری مغناطیسی یک متغیر هدف‌یاب است و بدین روی داشتن بی‌هنجاری مغناطیسی هوابردی یا زمینی مهم-ترین عامل در تقلیل درجه‌ی ریسک اکتشافات سنگ آهن است. برداشت مغناطیسی زمینی کارآمدترین روش در کشف سنگ آهن با ترکیب منیتیت است. برداشت مغناطیسی می‌تواند از شبکه‌ی باز (۱۰۰۰ متر فاصله‌ی پروفیلی و قرائت ایستگاهی ۵۰-۲۵ متری)

شروع و بر حسب ابعاد بی‌هنجاری فشرده‌تر شود. در مورد کانسارهای کوچک، اندازه‌گیری در پروفیل‌های ۱۰۰ متری و قرائت ایستگاهی ۱۰ متر یا کمتر می‌تواند انجام شود.

۲-۷-۲- عملیات ثقل‌سنجی در صورت وجود توپوگرافی منطقه‌ای بسیار ناهموار، مستلزم انجام تصحیح زمینگان دقیق است و داده‌های توپوگرافی رقومی گستره وسیع‌تری دارند. این روش برای کانسارهای با ترکیب کانی‌شناسی هماتیت یا کربنات آهن که بازتاب مغناطیسی ندارند، کارآمد بیش‌تری دارد.

۲-۷-۳- برای تصحیح توپوگرافی در نیمرخ‌های شیب‌دار توصیه می‌شود که فواصل ایستگاهی (حداکثر ۱۰ متر) روی نیمرخ‌ها میخ‌کوبی شود تا خطای برداشت ایجاد نشود.

۲-۷-۴- به منظور رفع اثر خطای مغناطیسی بر روی کمپاس باید شبکه‌ی برداشت توسط GPS تعیین و پیاده شود.

۲-۷-۵- در نمونه‌برداری از رخنمون‌ها، نمونه‌ها باید به صورت مخلوط قطعه‌ای در طول معین برداشت شود. تکیه روی نمونه‌های سنگی می‌تواند نتایج نادرست به دست دهد.

۲-۷-۶- در برداشت زمین‌شناسی برای کانسارها و کانی‌سازی‌های تیپ منیتیت-آپاتیت توجه به نحوه‌ی توزیع، بافت، اندازه و شکل رگه‌ها (دایک، استوک‌ورک و نظایر آن‌ها) برای ارزیابی تراز فرسایش اهمیت بسیار زیادی دارد.

۲-۷-۷- در مورد کانسارهای تیپ اسکارن، برداشت دقیق رخنمون و تحلیل دقیق از گسترش و ادامه‌ی واحدهای کربناته که میزبان اصلی به شمار می‌رود، اهمیت بسیاری دارد.

#### جدول ۱-۲- چک‌لیست مرحله‌ی شناسایی منابع سنگ آهن

شرح	عملیات	انجام شده
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	<ul style="list-style-type: none"> <li>- جمع‌آوری نقشه‌های زمین‌شناسی و اکتشافی-متالوژنی</li> <li>- جمع‌آوری گزارش‌های زمین‌شناسی، اکتشافی و معدنی</li> <li>- تهیه‌ی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰,۰۰۰ برای ناحیه و ۱:۵۰,۰۰۰ یا ۱:۲۵,۰۰۰ برای مناطق هدف</li> <li>- تهیه‌ی داده‌ها و تصاویر موضوعی ماهواره‌ای</li> <li>- تهیه‌ی نقشه‌ها و داده‌های ژئوفیزیک مغناطیس‌سنجی هواپردی</li> <li>- تهیه‌ی عکس‌های هوایی (در صورت نیاز یا نبود داده‌های ماهواره‌ای)</li> <li>- جمع‌آوری اطلاعات عمومی منطقه شامل موقعیت جغرافیایی، شرایط اقلیمی، وضعیت راه‌ها و زیرساخت‌های معدنی، صنعتی و اجتماعی</li> </ul>	

#### ادامه‌ی جدول ۱-۲- چک‌لیست مرحله‌ی شناسایی منابع سنگ آهن

شرح	عملیات	انجام شده
بررسی و مطالعات دفتری، تهیه‌ی داده‌ها در قالب GIS و تحلیل و ارزیابی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مطالعه‌ی مستندات و معرفی الگو با مدل متالوژنی خاص (سنگ آهن) برای تیپ‌های کانساری مورد انتظار و تعیین مناطق مناسب و نامناسب</li> <li>- پردازش و تفسیر اطلاعات موضوعی برای تعیین مدل زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی، ماهواره‌ای و ساختاری</li> <li>- تلفیق و ارزیابی اطلاعات در GIS و تعیین مناطق مستعد</li> </ul>	

	<p>- اولویت‌بندی مناطق مستعد بر حسب مدل‌های زایشی و شاخص‌های کانه‌سازی</p>	
عملیات صحرایی و اجرایی	<p>- تلفیق و تهیه‌ی نقشه‌ی زمین‌شناسی سنگ آهن در مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰</p> <p>- برداشت نیمرخ‌های پیمایش سطحی و نمونه‌برداری از رخنمون‌ها (۳ تا ۵ نیمرخ برای هر منطقه)</p> <p>- مشخص کردن محدوده‌های کانه‌سازی و واحدهای زمین‌شناسی مستعد</p> <p>- نمونه‌برداری و تجزیه‌های شیمیایی و کانه‌شناسی</p>	
تهیه‌ی گزارش	<p>- مقدمه</p> <p>- اطلاعات کلی منطقه (موقعیت جغرافیایی، وضعیت آب و هوایی، راه‌های دسترسی و زیربنای صنعتی - معدنی)</p> <p>- زمین‌شناسی و متالوژنی منطقه (چینه‌شناسی، ماگماتیسزم، دگرگونی، تکتونیک، آثار کانه‌سازی و معدنی، سازندهای کانه‌دار و شاخص‌های کانی‌سازی)</p> <p>- وضعیت ژئوفیزیکی و مدل مغناطیسی مناطق مستعد</p> <p>- اولویت‌بندی مناطق دارای قابلیت پی‌جویی</p> <p>- برآورد منبع در رده‌ی ۳۳۴</p>	
ضمایم گزارش	<p>- نقشه‌ی تلفیق وضعیت مناطق مستعد سنگ آهن با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ تا ۱:۵۰,۰۰۰</p> <p>- نقشه‌ی زمین‌شناسی مناطق مستعد با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ تا ۱:۵۰,۰۰۰</p> <p>- نقشه‌ی نیمرخ‌های پیمایش زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰</p>	

## فصل ۳

---

---

فهرست خدمات مرحله‌ی پی‌جویی





### ۳-۱- مقدمه

عملیات پی‌جویی به منظور ارزیابی مناطق مناسب اکتشاف که بر اساس اطلاعات حاصل از مرحله‌ی شناسایی پتانسیل بهتری را نشان داده‌اند، انجام می‌گیرد. مقیاس عملیات ۱:۲۵,۰۰۰ و بزرگ‌تر است و بر مبنای گزارش و مستندات مرحله‌ی شناسایی انجام می‌گیرد. فعالیت‌های مختلف این مرحله به شرح زیر است.

### ۳-۲- جمع‌آوری اطلاعات

۳-۲-۱- جمع‌آوری و مطالعه‌ی کلیه‌ی گزارش‌های موجود، از جمله گزارش مرحله‌ی شناسایی؛  
 ۳-۲-۲- جمع‌آوری نقشه‌ها و نیمرخ‌های زمین‌شناسی مرحله‌ی شناسایی؛  
 ۳-۲-۳- جمع‌آوری نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰؛  
 ۳-۲-۴- جمع‌آوری اطلاعات کلی مناطق شامل موقعیت جغرافیایی، وضعیت توپوگرافی، آب و هوایی و زیرساخت‌های صنعتی، معدنی و اجتماعی.

### ۳-۳- بررسی‌ها و مطالعات دفتری

۳-۳-۱- مطالعه‌ی گزارش‌ها، نقشه‌های زمین‌شناسی، نقشه‌های ژئوفیزیکی و نیمرخ‌های پیمایش؛  
 ۳-۳-۲- ارزیابی مطالعات مرحله‌ی شناسایی و تکمیل داده‌ها (در صورت لزوم)؛  
 ۳-۳-۳- تحلیل داده‌ها و تعیین محدوده‌های مناسب عملیات پی‌جویی.

### ۳-۴- تهیه‌ی نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی

۳-۴-۱- تهیه‌ی نقشه‌ی توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ و بزرگ‌تر (بر اساس دستورالعمل‌های تهیه‌ی نقشه‌ی توپوگرافی)؛  
 ۳-۴-۲- تهیه‌ی نقشه‌ی زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ یا بزرگ‌تر (بر اساس دستورالعمل تهیه‌ی نقشه‌های زمین‌شناسی اکتشافی)، از موارد مهم می‌توان به نکات زیر اشاره کرد:  
 ۳-۴-۲-۱- تعیین گسترش آثار و توده‌های ماده‌ی معدنی؛  
 ۳-۴-۲-۲- بررسی ساختار توده‌ی معدنی و گسل‌خوردگی‌ها؛  
 ۳-۴-۲-۳- بررسی هاله‌های دگرسانی، دگرگونی و متاسوماتیسم؛  
 ۳-۴-۲-۴- تعیین گسترش سنگ میزبان کانی‌سازی؛  
 ۳-۴-۲-۵- ارزیابی و برداشت آثار عملیات اکتشافی - معدنی پیشین و محل نمونه‌ها؛  
 ۳-۴-۲-۶- وضعیت هندسی، شیب و امتداد سنگ میزبان و ماده‌ی معدنی؛  
 ۳-۴-۲-۷- مشخص کردن محل نمونه‌های برداشت شده برای مطالعات آزمایشگاهی.

**۳-۵- طراحی شبکه‌ی پی جویی**

- ۳-۵-۱- تعیین محل حفريات اکتشافی سطحی بر اساس نقشه‌ی زمین‌شناسی؛
- ۳-۵-۲- تعیین محدوده و چگالی عملیات اکتشاف مغناطیس‌سنجی زمینی؛
- ۳-۵-۳- تعیین موقعیت گمانه‌ها بر اساس مطالعات مغناطیس‌سنجی؛
- ۳-۵-۴- تعیین محل‌ها و تعداد نمونه‌برداری‌ها؛
- ۳-۵-۵- تعیین نوع و تعداد تجزیه‌های مورد نیاز.

**۳-۶- اجرای عملیات ژئوفیزیکی زمینی (مغناطیس‌سنجی)**

- ۳-۶-۱- برداشت میدانی با فاصله‌ی پروفیلی ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر و ایستگاه برداشت ۲۰ تا ۵۰ متر بر حسب وسعت کانه‌سازی؛
- ۳-۶-۲- انجام تصحیحات، تعبیر و تفسیر و تهیه‌ی نقشه‌ی مغناطیس‌سنجی (مرحله‌ی اول)؛
- ۳-۶-۳- برداشت میدانی روی بی‌هنجاری یافت شده در عملیات بالا با فاصله‌ی پروفیلی ۵۰ تا ۱۰۰ متر؛
- ۳-۶-۴- انجام مدل‌سازی سه بعدی و تهیه‌ی نقشه‌ی مغناطیس‌سنجی.

**۳-۷- تهیه‌ی نیمرخ‌های تلفیقی ژئوفیزیکی - زمین‌شناسی****۳-۸- برآورد هزینه‌ی انجام عملیات اجرایی پی جویی**

- ۳-۸-۱- بر روی هر بی‌هنجاری حداقل سه نیمرخ تلفیقی با توجه به پیچیدگی‌های ساختاری تهیه شود؛
- ۳-۸-۲- مقیاس برداشت ۱:۵,۰۰۰ یا بزرگ‌تر باشد.

**۳-۹- اجرای عملیات پی جویی**

- ۳-۹-۱- آشکارسازی محدوده‌های پنهان با حفر ترانشه به پهنای یک متر و عمق مناسب در محدوده‌ی بی‌هنجاری مغناطیسی و پدیده‌های کانی‌سازی در صورت وجود رخنمون؛
- ۳-۹-۲- نمونه‌برداری و تجزیه‌ی شیمیایی و مطالعات کانی‌شناسی در مورد حداقل ۱۲ نمونه برای  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_{total}$ ,  $FeO$ ,  $S$ ,  $P$ ,  $Ni$ ,  $Cu$ ,  $As$ ,  $V$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $MgO$ ,  $TiO_2$  بر حسب همزادی و تغییرات روی درصدی از نمونه‌ها که بتواند ویژگی‌های ماده‌ی معدنی را مشخص سازد؛

- ۳-۹-۳- حفر گمانه‌های اکتشافی و مغزه‌گیری از نیمرخ‌های پیش‌بینی شده و سیمای تفسیری از شکل زیرزمینی. تعداد گمانه‌ها تابع درجه‌ی پیچیدگی کانی‌سازی است ولی حفر حداقل ۳ گمانه در هر یک از مناطق مستعد ضرورت دارد. مشخصات گمانه‌ها تابع شکل احتمالی ماده‌ی معدنی است؛
- ۳-۹-۴- اجرای عملیات چاه‌پیمایی با روش‌های مغناطیس‌سنجی، گاما-گاما، قطرسنجی، انحراف‌سنجی و الکتریکی؛
- ۳-۹-۵- تطبیق نمودارهای چاه‌پیمایی (لاگ‌ها) با مغزه‌ها، برداشت زمین‌شناسی، کانی‌سازی و ساختار مغزه‌ها و تعیین ویژگی‌های همبری، تغییر و تبدیل، بافت، گسستگی و گسل‌خوردگی؛
- ۳-۹-۶- تعیین RQD و درصد مغزه‌گیری؛
- ۳-۹-۷- برداشت نمونه از مغزه‌ها برای مطالعات دگرسانی، کانی‌سازی، سنگ‌شناسی و مطالعات میکروسکوپی به منظور شناخت کانی‌ها، عناصر و ترکیبات مفید و مزاحم؛
- ۳-۹-۸- نمونه‌برداری سیستماتیک از مغزه‌ها؛
- ۳-۹-۹- تجزیه‌ی شیمیایی بر روی نمونه‌های مغزه مطابق بند «ب»؛
- ۳-۹-۱۰- مطالعه‌ی مقدماتی کانه‌آرایی در مقیاس آزمایشگاهی.

### ۳-۱۰- مطالعه و پردازش داده‌ها و اطلاعات

این مرحله باید شامل موارد زیر باشد:

- ۳-۱۰-۱- تهیه‌ی لایه‌های اطلاعات اکتشافی سطحی و عمقی برای تعیین مدل در GIS؛
- ۳-۱۰-۲- پیاده کردن بی‌هنجاری مغناطیسی، محدوده‌ی احتمالی ماده‌ی معدنی و نتایج حفاری‌ها، ترانشه‌ها و سایر حفاریات اکتشافی بر روی نقشه در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ و بزرگ‌تر؛
- ۳-۱۰-۳- ترسیم دیواره و کف ترانشه‌ها (مقیاس ۱:۱۰۰)، نمودار مغزه‌ها (مقیاس ۱:۵۰۰)، مشخص ساختن محل نمونه‌برداری‌ها، تغییرات عیار، تهیه‌ی نمودارهای مرکب (مقیاس ۱:۱,۰۰۰)؛
- ۳-۱۰-۴- تحلیل نتایج آنالیز نمونه‌ها؛
- ۳-۱۰-۵- تعیین عیار و ضخامت متوسط ماده‌ی معدنی و عناصر مفید و مزاحم؛
- ۳-۱۰-۶- ترسیم و تکمیل نیمرخ‌های زیرزمینی بر پایه‌ی اطلاعات ژئوفیزیکی، زمین‌شناسی، حفاری و آنالیز؛
- ۳-۱۰-۷- مدل‌سازی هندسی پیکره‌ی کانسار؛
- ۳-۱۰-۸- تخمین ذخیره در رده‌ی ۳۳۳؛
- ۳-۱۰-۹- تنظیم، دسته‌بندی، کدگذاری و ثبت داده‌ها در بانک اطلاعات و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در سیستم GIS.

### ۳-۱۱- تهیه‌ی گزارش

گزارش مرحله‌ی پی‌جویی باید شامل قسمت‌های زیر باشد:

۳-۱۱-۱- مقدمه

۳-۱۱-۲- خلاصه‌ی مبانی و مستندات پروژه‌ی برگرفته از مرحله‌ی شناسایی

۳-۱۱-۳- اطلاعات کلی منطقه

این فصل شامل موارد زیر است:

۳-۱۱-۳-۱- موقعیت جغرافیایی؛

۳-۱۱-۳-۲- وضعیت آب و هوایی؛

۳-۱۱-۳-۳- وضعیت راه‌ها؛

۳-۱۱-۳-۴- وضعیت اجتماعی.

۳-۱۱-۴- زمین‌شناسی منطقه

این مبحث شامل موارد زیر است:

۳-۱۱-۴-۱- زمین‌شناسی محدوده‌ی مورد بررسی؛

۳-۱۱-۴-۲- تکتونیک و زمین‌ساخت محدوده‌ی هدف؛

۳-۱۱-۴-۳- مدل زایشی کانی‌سازی و عوامل کنترل‌کننده‌ی ماده‌ی معدنی.

۳-۱۱-۵- عملیات اکتشافی انجام شده

این فصل شامل موارد زیر است:

۳-۱۱-۵-۱- نقشه‌برداری (توپوگرافی و زمین‌شناسی)؛

۳-۱۱-۵-۲- نتایج عملیات ژئوفیزیک زمینی؛

۳-۱۱-۵-۳- ترانسه‌ها؛

۳-۱۱-۵-۴- اکلون‌ها؛

۳-۱۱-۵-۵- چاهک‌ها؛

۳-۱۱-۵-۶- گمانه‌ها؛

۳-۱۱-۵-۷- عملیات چاه‌پیمایی.

۳-۱۱-۶- استعداد کانه‌سازی

در این مبحث موارد ذیل باید مورد توجه قرار گیرد:

- ۱۱-۳-۱-۶-۱- قابلیت کانه‌سازی، تغییرات عیار، ضخامت، گسترش سطحی و عمقی؛
- ۱۱-۳-۲-۶-۱- توده‌های ماده‌ی معدنی و ارتباط آن با آثار سطحی و عمقی و بازتاب‌های ژئوفیزیکی؛
- ۱۱-۳-۳-۶-۱- ارزیابی شکلی و محتوایی و تفکیک آثار کانه‌سازی بر حسب قابلیت و توان ساخت تنه‌های معدنی.
- ۱۱-۳-۷-۱- مشخصات کانی‌شناسی شیمیایی و تکنولوژیکی ماده‌ی معدنی  
در این قسمت موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد:
- ۱۱-۳-۱-۷-۱- روش نمونه‌برداری و تعداد نمونه‌ها؛
- ۱۱-۳-۲-۷-۱- نتایج تجزیه‌های شیمیایی؛
- ۱۱-۳-۳-۷-۱- نتایج مطالعات سنگ‌شناسی؛
- ۱۱-۳-۴-۷-۱- نتایج مطالعات کانی‌شناسی، بررسی وضعیت عیار، تیپ کانسنگ‌ها، عناصر مفید و مزاحم؛
- ۱۱-۳-۵-۷-۱- مطالعات کانه‌آرایی در مقیاس آزمایشگاهی؛
- ۱۱-۳-۶-۷-۱- نتایج مطالعات تست تکنولوژیکی.
- ۱۱-۳-۸-۱-۱- انجام مطالعات فرصت‌سنجی
- ۱۱-۳-۹-۱-۱- انجام مطالعات بالقوه‌ی اقتصادی کانسار
- ۱۱-۳-۱۰-۱-۱- نتیجه‌گیری
- ۱۱-۳-۱-۱۰-۱- درج نتایج کلی، ارزیابی اهداف مورد آزمون، تفکیک و اولویت‌بندی یافته‌های مناسب برای مرحله‌ی اکتشاف عمومی؛
- ۱۱-۳-۲-۱۰-۱- تعیین مدل زایشی و سیمای احتمالی از وضعیت زیرزمینی ماده‌ی معدنی، معرفی روش‌های مناسب اکتشاف؛
- ۱۱-۳-۳-۱۰-۱- برنامه‌ی عملیات اکتشاف عمومی.
- ۱۱-۳-۱۱-۱-۱- پیوست‌های گزارش
- موارد زیر باید با گزارش مرحله‌ی پی‌جویی همراه باشد:
- ۱۱-۳-۱-۱۱-۱- نقشه‌های توپوگرافی؛
- ۱۱-۳-۲-۱۱-۱- شبکه‌ی عملیات اکتشافی؛
- ۱۱-۳-۳-۱۱-۱- نقشه‌ی زمین‌شناسی سنگ آهن؛
- ۱۱-۳-۴-۱۱-۱- نقشه‌ها و نیمرخ‌های مغناطیس‌سنجی؛
- ۱۱-۳-۵-۱۱-۱- نقشه‌های موقعیت حفریات اکتشافی و نمونه‌برداری؛
- ۱۱-۳-۶-۱۱-۱- نمودارهای برداشت حفریات اکتشافی با مقیاس ۱:۲۵۰؛
- ۱۱-۳-۷-۱۱-۱- برداشت ترانشه‌ها در مقیاس ۱:۱۰۰؛
- ۱۱-۳-۸-۱۱-۱- برش‌های مرکب زیرزمینی (ترکیب زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و حفریات اکتشافی)؛
- ۱۱-۳-۹-۱۱-۱- مستندات آزمایشگاهی و برداشت‌های میدانی.

جدول ۳-۱- چک‌لیست مرحله‌ی پی‌جویی منابع سنگ آهن

شرح	عملیات	انجام شده
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	گزارش کامل مرحله شناسایی	
بررسی و مطالعات دفتری	<ul style="list-style-type: none"> <li>- بررسی نقشه‌های گزارش مرحله‌ی شناسایی</li> <li>- بررسی مستندات گزارش مرحله‌ی شناسایی</li> <li>- ارزیابی اهداف مورد آزمون و تعیین متدولوژی، زمان و هزینه و محدوده‌ی عملیات شامل: <ul style="list-style-type: none"> <li>- نقشه‌برداری</li> <li>- شبکه‌گذاری</li> <li>- زمین‌شناسی سنگ آهن</li> <li>- مغناطیس‌سنجی سیستماتیک</li> <li>- تلفیق و تفسیر اطلاعات و تهیه‌ی برش‌های زیرزمینی</li> </ul> </li> </ul>	
عملیات صحرایی و اجرایی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تهیه‌ی نقشه‌ی توپوگرافی ۱:۲۵,۰۰۰ و بزرگ‌تر</li> <li>- شبکه‌گذاری</li> <li>- تهیه‌ی نقشه‌ی زمین‌شناسی سنگ آهن در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ و بزرگ‌تر</li> <li>- تهیه‌ی نقشه‌ی مغناطیس‌سنجی به مقیاس ۱:۵,۰۰۰ و بزرگ‌تر</li> <li>- اجرای عملیات مهندسی اکتشاف (ترانسه، چاهک، حفاری اکتشافی و نظایر آن‌ها)</li> <li>- نمونه‌برداری، تهیه‌ی نمونه، مطالعات آزمایشگاهی و آنالیز</li> <li>- برداشت حفاریات معدنی و حفاری (سطحی و عمقی)</li> <li>- تهیه‌ی لاگ‌های مرکب عملیات اکتشافی</li> </ul>	
بررسی‌های دفتری، تهیه‌ی مدل و گزارش	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ترسیم پروفیل‌های اکتشافی به مقیاس ۱:۱,۰۰۰ و بزرگ‌تر</li> <li>- تعیین ماده‌ی معدنی، زون‌های دگرسانی، شکل ساختمانی و روند گسترش فضایی آن‌ها</li> <li>- تهیه‌ی لایه‌های اکتشافی در قالب سامانه‌ی جغرافیایی (GIS)</li> <li>- تفسیر نتایج زمین‌شناسی و زمین‌شناسی اقتصادی</li> <li>- تفسیر نتایج ژئوفیزیک</li> <li>- تفسیر نتایج حفاری و عملیات مهندسی اکتشاف</li> <li>- تفسیر نتایج تجزیه‌های شیمیایی، کانی‌شناسی و کانه‌آرایی</li> <li>- ارزیابی و رده‌بندی ذخیره در رده‌ی ۳۳۳</li> <li>- بررسی اقتصادی (پتانسیل بالقوه‌ی اقتصادی)</li> <li>- انجام مطالعات فرصت‌سنجی</li> <li>- تهیه و تدوین گزارش پی‌جویی با نتایج، پیشنهادات و منابع</li> </ul>	
ضمایم و پیوست‌های گزارش	<ul style="list-style-type: none"> <li>- نقشه‌های توپوگرافی</li> <li>- نقشه‌ی زمین‌شناسی مناطق مستعد با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ و بزرگ‌تر</li> <li>- نقشه‌ی تلفیق وضعیت مناطق مستعد سنگ آهن با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ و بزرگ‌تر</li> <li>- نقشه‌ی شبکه‌ی نقشه‌برداری و شبکه‌ی اجرای پی‌جویی</li> <li>- نقشه‌ها و نیم‌رخ‌های پیمایش زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰ و بزرگ‌تر</li> <li>- نتایج آزمایشگاهی</li> <li>- مستندات برداشت میدانی (کلیه‌ی این مستندات باید به صورت رقمی در لوح فشرده نیز ارائه شود)</li> </ul>	

# فصل ۴

---

---

فهرست خدمات مرحله‌ی اکتشاف عمومی





## ۴-۱ - مقدمه

اکتشاف عمومی باید بر اساس اولویت‌بندی محدوده‌های امیدبخش در مرحله‌ی پی‌جویی انجام گیرد. در این مرحله در پایان عملیات اکتشاف عمومی باید کانسارها و ذخایر معدنی معرفی شوند. نتایج حاصل از این عملیات باید بتواند پاسخگوی نیازهای طراحی معدنی در مقیاس مفهومی باشد.

## ۴-۲ - جمع‌آوری اطلاعات

۴-۲-۱- جمع‌آوری کلیه‌ی گزارش‌ها و مستندات مربوط به مراحل شناسایی و پی‌جویی شامل نقشه‌ها، نیمرخ‌های زمین‌شناسی - ژئوفیزیکی و گزارش‌های مربوط؛

۴-۲-۲- مطالعه و ارزیابی دقیق مدارک و مستندات، مدل زایشی، تیپ‌های کانی‌سازی و گستره‌ی بی‌هنجاری‌های ژئوفیزیکی و آثار کانی‌سازی؛

۴-۲-۳- جمع‌آوری نیمرخ‌های زمین‌شناسی؛

۴-۲-۴- گردآوری اطلاعات عمومی، اجتماعی، هیدرولوژی، مالکیت‌ها، کاربری‌ها، زیست‌محیطی، دسترسی‌ها و کانون‌های تولید و مصرف مواد معدنی؛

۴-۲-۵- بررسی ریسک‌های مرتبط با بودجه‌ی اکتشاف، اجرای عملیات و نتایج حاصل.

## ۴-۳ - بررسی‌ها و مطالعات دفتری

این مرحله موارد زیر را شامل می‌شود:

۴-۳-۱- مطالعه‌ی کلیه‌ی گزارش‌ها، نقشه‌های زمین‌شناسی مراحل شناسایی و پی‌جویی؛

۴-۳-۲- مطالعه و بررسی نیمرخ‌های زمین‌شناسی - ژئوفیزیکی مراحل شناسایی و پی‌جویی؛

۴-۳-۳- تحلیل داده‌های اکتشافی و تعبیر و تفسیر نتایج مرحله‌ی پی‌جویی؛

۴-۳-۴- تعیین محدوده‌هایی که باید نقشه‌ی زمین‌شناسی آن به مقیاس ۱:۵,۰۰۰ تا ۱:۲,۰۰۰ تهیه شود؛

۴-۳-۵- طراحی شبکه‌ی اکتشاف عمومی؛

۴-۳-۶- تعیین موقعیت نیمرخ‌های اکتشافی، گمانه‌ها و چاهک‌ها و برداشت‌های ژئوفیزیکی؛

۴-۳-۷- برآورد حجم عملیات ژئوفیزیکی و چاه‌پیمایی؛

۴-۳-۸- تعیین موقعیت و تعداد نمونه‌های مورد نیاز از حفاریات سطحی، گمانه‌ها و تونل‌های اکتشافی؛

۴-۳-۹- تعیین نوع و تعداد تجزیه‌ها و مطالعات مورد نیاز بر روی نمونه‌ها؛

۴-۳-۱۰- بررسی ریسک‌های مرتبط با بودجه‌ی اکتشاف و اجرای عملیات؛

۴-۳-۱۱- برنامه‌ریزی و زمان‌بندی اجرای عملیات اکتشافی.

#### ۴-۴- عملیات صحرائی و اجرایی

در این مرحله، عملیات زیر باید انجام گیرد:

- ۴-۴-۱- تهیه‌ی نقشه‌ی توپوگرافی ۱:۵,۰۰۰ تا ۱:۲,۰۰۰ بر حسب ابعاد بی‌هنجاری‌ها؛
- ۴-۴-۲- تهیه‌ی نقشه‌ی زمین‌شناسی معدنی و تکمیل نقشه‌های پیشین در مقیاس ۱:۵,۰۰۰ تا ۱:۲,۰۰۰؛
- ۴-۴-۳- تکمیل و افزایش دقت برداشت‌های ژئوفیزیکی و انجام برداشت‌های گرانی‌سنجی و زمین‌شناسی به صورت نقشه و پروفیل؛
- ۴-۴-۴- اجرای عملیات اکتشافی زیرزمینی (حفاری) برای تعیین گستره‌ی عمقی کانه‌سازی و مشخص کردن محدوده‌های کانه‌دار (اکتشاف با پروفیل‌های ۵۰ تا ۱۰۰ متری)؛
- ۴-۴-۵- برداشت مغزه‌ها، مطالعه‌ی زمین‌شناسی، کانی‌سازی، دگرسانی و تکمیل لاگ‌های زمین‌شناسی و چاه‌پیمایی؛
- ۴-۴-۶- تعیین زون‌های کانه‌دار، نمونه‌برداری سیستماتیک از مغزه‌ها و تجزیه‌ی نمونه‌ها برای  $V$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $Fe_{total}$ ,  $P$ ,  $S$ ,  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$  با حداقل یک نمونه از هر دو متر مغزه به همراه مطالعات کانی‌شناسی میکروسکوپی و دستگاهی؛
- ۴-۴-۷- تکمیل برش‌ها و مقاطع زیرزمینی با تطبیق نتایج عملیات اکتشافی زیرزمینی و رخنمون‌های برداشت شده در سطح زمین؛
- ۴-۴-۸- تصحیح مدل اکتشافی و اجرای مناسب‌ترین عملیات برای رسیدن به نتیجه؛
- ۴-۴-۹- تهیه‌ی کلیه‌ی داده‌های لازم برای تخمین ذخیره؛
- ۴-۴-۱۰- برداشت نمونه‌ی معرف برای مطالعات فرآوری مقدماتی در مقیاس آزمایشگاهی یا پایه؛
- ۴-۴-۱۱- مطالعات فرآوری مقدماتی روی نمونه‌های معرف تهیه شده در مقیاس آزمایشگاهی یا پایه.

#### ۴-۵- مطالعه و پردازش داده‌ها

در این مرحله باید مطالعات زیر انجام گیرد:

- ۴-۵-۱- ترسیم نقشه‌ها، مقاطع و تکمیل آن‌ها برابر استانداردهای لازم در عملیات اکتشافی؛
- ۴-۵-۲- انجام بلوک‌بندی معدنی بر اساس داده‌ها و سطح اعتماد آن‌ها؛
- ۴-۵-۳- تعیین ارتباط بین کانی‌سازی‌ها و بی‌هنجاری‌ها در سطح و عمق و نحوه‌ی جای‌گیری آن‌ها؛
- ۴-۵-۴- تفکیک تیپ‌های مختلف کانه‌سازی (فیزیکی - شیمیایی - مینرالوژیکی)؛
- ۴-۵-۵- ارزیابی داده‌های اکتشافی و تخمین ذخیره‌ی معدنی با توجه به کانی‌شناسی، ترکیب شیمیایی، عیار، عناصر مزاحم (گوگرد و فسفر) و برآورد حجم و تناژ ذخیره و منبع معدنی؛
- ۴-۵-۶- انجام مطالعات کانه‌آرایی مقدماتی در مقیاس آزمایشگاهی و نیمه‌صنعتی و تعیین پارامترهای تاثیرگذار نظیر راندمان، کیفیت، حذف عناصر مزاحم و نظایر آن‌ها؛

- ۴-۵-۷- گردآوری و جمع‌بندی مقدماتی اطلاعات هیدرولوژی، هیدروژئولوژی، زیست‌محیطی، زیربنای اقتصادی- صنعتی و امکانات قابل دسترسی برای استخراج معدن؛
- ۴-۵-۸- جمع‌بندی نتایج و تعیین معیارهای تصمیم‌گیری برای توقف یا ادامه‌ی عملیات تا مرحله‌ی اکتشاف تفصیلی؛
- ۴-۵-۹- انجام مطالعات پیش امکان‌سنجی؛
- ۴-۵-۱۰- انجام مطالعات اقتصادی یا پتانسیل اقتصادی؛
- ۴-۵-۱۱- تهیه‌ی لایه‌های اطلاعاتی لازم برای مدل‌سازی زمین‌شناسی و اکتشافی کانسار در GIS و نرم‌افزارهای معدنی؛
- ۴-۵-۱۲- ارزیابی برنامه و روش اجرایی عملیات اکتشاف تفصیلی.

#### ۴-۶- تهیه‌ی گزارش

- ۴-۶-۱- مقدمه
- ۴-۶-۲- خلاصه‌ی عملیات انجام شده در مراحل شناسایی و پی‌جویی
- ۴-۶-۳- اطلاعات کلی منطقه
- اطلاعات کلی منطقه عبارتند از:
- ۴-۶-۳-۱- موقعیت جغرافیایی؛
- ۴-۶-۳-۲- وضعیت آب و هوایی؛
- ۴-۶-۳-۳- وضعیت راه‌ها؛
- ۴-۶-۳-۴- وضعیت اجتماعی.
- ۴-۶-۴- زمین‌شناسی محدوده‌ی معدنی
- این فصل شامل موارد زیر است:
- ۴-۶-۴-۱- خلاصه‌ی وضعیت زمین‌شناسی منطقه و زمین‌شناسی دقیق محدوده‌ی معدنی؛
- ۴-۶-۴-۲- بررسی زمین‌ساخت محدوده‌ی معدنی؛
- ۴-۶-۴-۳- مدل زایشی کانی‌سازی و عوامل کنترل‌کننده‌ی ذخیره.
- ۴-۶-۴-۵- عملیات اکتشافی انجام شده
- این فصل شامل موارد زیر است:
- ۴-۶-۴-۱- عملیات نقشه‌برداری (توپوگرافی- زمین‌شناسی)؛
- ۴-۶-۴-۲- نتایج عملیات ژئوفیزیک زمینی؛

- ۴-۶-۵-۳- نتایج عملیات حفاری به صورت لاگ‌های حاوی اطلاعات سنگ‌شناسی، کانی‌سازی، دگرسانی، زمین‌ساخت، نمونه- برداری، نتایج تجزیه‌ی شیمیایی و کانی‌شناسی و نظایر آن‌ها؛
- ۴-۶-۵-۴- نتایج بررسی‌های چاه‌پیمایی؛
- ۴-۶-۵-۵- ارایه‌ی اطلاعات مقاطع زیرزمینی تکمیل شده بر اساس داده‌های ژئوفیزیکی، زمین‌شناسی، حفاری و تعیین گسترش زون معدنی و ارتباط احتمالی زون یا زون‌های معدنی و تفسیر وضعیت پیوستگی آن‌ها.
- ۴-۶-۶-۶- ویژگی‌های زون معدنی
- این فصل شامل موارد زیر است:
- ۴-۶-۶-۱- شکل، ابعاد و موقعیت جایگیری و تیپ‌های مختلف کانسنگ؛
- ۴-۶-۶-۲- کانی‌شناسی، تجزیه‌ی شیمیایی عناصر و کانی‌های مزاحم در تیپ‌های مختلف کانسنگ؛
- ۴-۶-۶-۳- وضعیت عیار در تیپ‌های مختلف کانسنگ.
- ۴-۶-۷- تخمین ذخیره
- ۴-۶-۷-۱- تعیین عیار حد و توزیع عیار؛
- ۴-۶-۷-۲- بلوک‌بندی؛
- ۴-۶-۷-۳- تخمین ذخایر و منابع (بر اساس نشریه‌ی شماره ۳۷۹ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور).
- ۴-۶-۸- نتایج مطالعات مهندسی و ژئومکانیکی
- ۴-۶-۸-۱- آب‌شناسی، زمین‌آب‌شناسی و ویژگی‌های آبخوان‌ها؛
- ۴-۶-۸-۲- لرزه‌خیزی و مخاطرات طبیعی؛
- ۴-۶-۸-۳- مطالعات ژئوتکنیکی.
- ۴-۶-۹- نتایج مطالعات فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی و پایه
- ۴-۶-۱۰- نتایج مطالعات زیرساخت‌های فرهنگی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی
- ۴-۶-۱۱- نتایج مطالعات اقتصادی یا پتانسیل اقتصادی بر حسب دقت مورد نیاز پروژه
- ۴-۶-۱۲- پیش‌امکان‌سنجی
- ۴-۶-۱۳- تحلیل و نتیجه‌گیری

- ۴-۶-۱۳-۱- ارزیابی نتایج اکتشافی، اقتصادی و پیش امکان‌سنجی؛  
 ۴-۶-۱۳-۲- ارایه‌ی برنامه زمان‌بندی - هزینه‌های مرحله‌ی اکتشاف تفصیلی.  
 ۴-۶-۱۴- فهرست منابع  
 ۴-۶-۱۵- پیوست‌ها

جدول ۴-۱- چک‌لیست مرحله‌ی اکتشاف عمومی منابع سنگ آهن

شرح	عملیات	انجام شده
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	اطلاعات اکتشافی و نقشه‌های تهیه شده در مرحله‌ی پی‌جویی شامل: - نقشه‌ی زمین‌شناسی سنگ آهن برای محدوده‌ی اکتشافی - نقشه‌ها و نیمرخ‌های ژئوفیزیکی تهیه شده و تکمیل شده برای محدوده‌ی عملیات همراه با تفاسیر مربوط - نقشه‌ی شبکه‌ی عملیات اکتشافی انجام شده و پیشنهادی برای بررسی پتانسیل‌های شناخته شده در محدوده‌ی مورد مطالعه - نمودارهای چاه‌پیمایی در مقیاس ۱:۲۰۰ - مدارک و مستندات نقشه‌برداری و مشخصات جغرافیایی عملیات پی‌جویی - اطلاعات و نتایج تجزیه‌های شیمیایی، کانی‌شناسی، عبارسنجی، کانه‌آرایی	
بررسی و مطالعات دفتری	- بررسی پروفیل‌های ترانشه‌ها و لاگ‌های اکتشافی تهیه شده از عملیات مهندسی اکتشاف (حفاری و معدن‌کاری) و تعیین کاستی‌ها و نبودها و ضرورت‌های عملیاتی اجرایی - تحلیل داده‌های اکتشافی و تعبیر و تفسیر نتایج آن‌ها - تعیین موقعیت مقاطع و پروفیل‌های زمین‌شناسی - معدنی در پروفیل‌های مشخص و در ترکیب با اطلاعات زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی برای طراحی عملیات - تهیه‌ی مدل شکل یا اشکال ماده‌ی معدنی به صورت سه بعدی با نرم‌افزارهای معدنی یا ترسیمی - ارزیابی گزارش مطالعات آزمایشگاهی و کانه‌آرایی - بررسی لیست نمونه‌ها و نتایج آنالیز انجام گرفته روی آن‌ها به تفکیک برای عملیات مختلف - برآورد حجم عملیات ژئوفیزیکی و چاه‌پیمایی - بررسی مستندات و اطلاعات جغرافیایی، هیدروژئولوژی، هیدروژئولوژی، زیرساخت‌ها و امکانات منطقه‌ای، مراکز مصرف احتمالی و نظایر آن‌ها - تعیین محدوده‌هایی که باید نقشه‌ی زمین‌شناسی آن‌ها به مقیاس ۱:۵,۰۰۰ تا ۱:۲,۰۰۰ تهیه شود - طراحی شبکه‌ی اکتشاف عمومی - تنظیم فهرست خدمات و تدوین برنامه‌ی عملیات اکتشاف عمومی برای برآورد منابع مالی، نیروی انسانی و زمان‌بندی اجرایی	
عملیات صحرایی	- تهیه‌ی نقشه‌ی توپوگرافی و رقمی در مقیاس ۱:۵,۰۰۰ تا ۱:۲,۰۰۰ - تهیه‌ی نقشه‌ی زمین‌شناسی سنگ آهن برابر استاندارد در مقیاس ۱:۵,۰۰۰ تا ۱:۲,۰۰۰ - تهیه‌ی نقشه و پروفیل‌های ژئوفیزیکی با فواصل پروفیلی ۵-۱۰۰ متری و قرائت ۵-۱۰ متری برای مغناطیس‌سنجی - تهیه‌ی نقشه و پروفیل گرانی‌سنجی (در صورت اجرایی بودن در منطقه) - اجرای عملیات مهندسی اکتشاف (حفاری، مغزه‌گیری، حفر ترانشه، اکلون، چاهک، تونل و نظایر آن) روی پروفیل‌های مشخص با توجه به انطباق زون‌ها و قابلیت‌های اکتشافی - مستندسازی و برداشت مغزه‌ها و حفاریات انجام شده در عملیات مهندسی اکتشاف	

	- انجام چاه‌پیمایی روی حفاری‌های انجام شده - تهیه‌ی لاگ‌های لیتولوژی، تکتونیک، کانه‌سازی و زمین‌شناسی مهندسی از مغزه‌های به دست آمده در حفاری - نمونه‌برداری سیستماتیک برای عیارسنجی و مطالعات آزمایشگاهی - نمونه‌برداری (نمونه‌ی معرف) برای تغلیظ‌پذیری و کانه‌آرایی	
--	--	--

## ادامه‌ی جدول ۴-۱- چک لیست مرحله‌ی اکتشاف عمومی منابع سنگ آهن

انجام شده	عملیات	شرح
	- ترسیم نقشه‌ها، پروفیل‌ها و لاگ‌ها - تنظیم جداول و مستندات برداشت‌های اکتشافی - تهیه‌ی لایه‌های اکتشافی در قالب سامانه‌ی جغرافیایی (GIS) - تهیه‌ی مدل سه بعدی از وضعیت کانه‌سازی و تنه‌های معدنی در عمق - توصیف و تحلیل ویژگی‌های کانی‌سازی و تنه‌های معدنی - تفسیر نتایج زمین‌شناسی اقتصادی - برآورد حجم و تناژ ذخیره و منبع معدنی - ارزیابی شرایط و مدل اکتشافی- معدنی - معرفی زون‌های معدنی برای انجام مطالعات اکتشاف تفصیلی - پیش امکان‌سنجی - بررسی اقتصادی یا پتانسیل اقتصادی - تهیه‌ی گزارش و جمع‌بندی کلیه‌ی اطلاعات، نتایج و پیشنهادات موثر در سرنوشت پروژه	بررسی‌های دفتری، تهیه‌ی مدل و گزارش
	- نقشه‌های توپوگرافی و شبکه‌گذاری (رقومی و چاپی)، در مقیاس ۱:۵,۰۰۰ تا ۱:۲,۰۰۰ - نقشه‌ی زمین‌شناسی سنگ آهن، مقیاس ۱:۵,۰۰۰ تا ۱:۲,۰۰۰ - نقشه‌ی عملیات و حفاریات مهندسی اکتشاف - لاگ و نمودارهای گمانه‌ها، ترانسه‌ها، چاهک‌ها، تونل‌ها و چاه‌پیمایی در مقیاس ۱:۱۰۰ یا ۱:۲۰۰ - نیمرخ‌های اکتشافی- معدنی در مقیاس ۱:۲,۰۰۰ و بزرگ‌تر - نقشه‌ی بلوک‌بندی معدنی و گستردگی سنگ آهن - جداول مطالعات آزمایشگاهی و تست تکنولوژی - مدل سه بعدی اکتشافی- معدنی - لایه‌های اطلاعاتی تهیه شده برای مدل‌سازی در GIS	ضمایم و پیوست‌های گزارش

# فصل ۵

---

---

فهرست خدمات مرحله‌ی اکتشاف تفصیلی





## ۵-۱ - مقدمه

اکتشاف تفصیلی بر روی ذخایری انجام می‌شود که بر اساس اطلاعات حاصل از اکتشافات عمومی از نظر فنی اقتصادی، ادامه‌ی عملیات اکتشافی دارای توجیه باشد. هدف از اجرای این مرحله تعیین ویژگی‌های توده‌ی معدنی است. در این مرحله، شبکه‌ی اکتشافی نسبت به مرحله‌ی اکتشاف عمومی فشرده‌تر و فاصله‌ی نیمرخ‌ها بر حسب ابعاد ذخیره و تیپ کانه‌سازی از ۵ متر تا ۱۰۰ متر متغیر است. در این مرحله بر حسب تداوم ماده‌ی معدنی، بزرگی و یا کیفیت، محدوده به بلوک‌هایی تقسیم و بهترین بلوک برای آغاز عملیات انتخاب می‌شود. نتایج حاصل از این عملیات باید بتواند پاسخگوی نیازهای طراحی‌های معدنی باشد.

## ۵-۲ - جمع‌آوری اطلاعات

این مرحله شامل موارد زیر است:

- ۵-۲-۱- جمع‌آوری کلیه‌ی گزارش‌های مربوط به منطقه شامل گزارش‌های مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی؛
- ۵-۲-۲- جمع‌آوری نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی، مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی؛
- ۵-۲-۳- جمع‌آوری نیمرخ‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و چاه‌پیمایی، مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی؛
- ۵-۲-۴- جمع‌آوری نقشه‌های توپوگرافی موجود؛
- ۵-۲-۵- جمع‌آوری اطلاعات محیطی برای ارزیابی اثرات معدن‌کاری؛
- ۵-۲-۶- جمع‌آوری اطلاعات و نقشه‌های زیرساخت‌های منطقه؛
- ۵-۲-۷- جمع‌آوری اطلاعات آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی؛
- ۵-۲-۸- جمع‌آوری اطلاعات فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی.

## ۵-۳ - بررسی‌ها و مطالعات دفتری

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- ۵-۳-۱- مطالعه و ارزیابی کلیه‌ی گزارش‌ها و نقشه‌های زمین‌شناسی ژئوفیزیکی و چاه‌پیمایی مراحل قبلی؛
- ۵-۳-۲- مطالعه و بررسی نیمرخ‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی، حفاری و چاه‌پیمایی مراحل قبلی؛
- ۵-۳-۳- تحلیل داده‌ها و تعبیر و تفسیر نتایج مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی؛
- ۵-۳-۴- تعیین محدوده و اولویت‌بندی بلوک‌ها برای انجام عملیات اکتشافی؛
- ۵-۳-۵- طراحی شبکه‌ی اکتشاف تفصیلی؛
- ۵-۳-۶- تعیین موقعیت حفاریات اکتشافی سطحی (در صورت لزوم)؛
- ۵-۳-۷- تعیین موقعیت گمانه‌ها بر اساس شبکه‌ی اکتشاف تفصیلی بر روی نقشه‌ی زمین‌شناسی و برآورد حجم عملیات؛

- ۵-۳-۸- برآورد حجم عملیات چاه‌پیمایی؛
- ۵-۳-۹- تعیین موقعیت، تعداد و نمونه‌های مورد نیاز؛
- ۵-۳-۱۰- تعیین موقعیت تهیه‌ی نمونه‌های بزرگ به منظور انجام آزمایش‌های نیمه‌صنعتی؛
- ۵-۳-۱۱- تعیین موقعیت و تعداد نمونه‌ها برای تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی؛
- ۵-۳-۱۲- برنامه‌ریزی و برآورد حجم مطالعات آب‌شناسی؛
- ۵-۳-۱۳- تعیین کسری اطلاعات اکتشافی، مهندسی و مشخصات گمانه‌ها؛
- ۵-۳-۱۴- برنامه‌ریزی و زمان‌بندی انجام عملیات اکتشافی.

#### ۵-۴- عملیات صحرائی و اجرایی

- این مرحله شامل عملیات زیر است:
- ۵-۴-۱- تکمیل و تهیه‌ی نقشه‌ی زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱,۰۰۰؛
  - ۵-۴-۲- پیاده کردن موقعیت حفاریات سطحی و عمقی؛
  - ۵-۴-۳- اجرای حفاریات سطحی (در صورت لزوم)؛
  - ۵-۴-۴- انجام عملیات حفاری مغزه‌گیری
  - ۵-۴-۵- حفر چاه و تونل اکتشافی (در صورت لزوم)؛
  - ۵-۴-۶- انجام مطالعات چاه‌پیمایی؛
  - ۵-۴-۷- برداشت مغزه‌ها، مطالعه سنگ‌شناسی، کانی‌شناسی، دگرسانی و تهیه‌ی لاگ‌های زمین‌شناسی و چاه‌پیمایی؛
  - ۵-۴-۸- اندازه‌گیری سطح ایستابی و آزمایشات پمپاژ در گمانه‌ها (در صورت لزوم)؛
  - ۵-۴-۹- نمونه‌برداری و انجام آزمایش‌های ژئوتکنیکی؛
  - ۵-۴-۱۰- تکمیل مطالعات آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی؛
  - ۵-۴-۱۱- برداشت نمونه‌ی معرف کلی برای مطالعات فرآوری در مقیاس نیمه‌صنعتی.

#### ۵-۵- مطالعه و پردازش داده‌ها

- در این مرحله مطالعات زیر باید انجام گیرد:
- ۵-۵-۱- ترسیم و تکمیل نقشه‌ها و نیمرخ‌ها با مقیاس ۱:۱۰۰؛
  - ۵-۵-۲- تلفیق اطلاعات سطحی و عمقی و تعیین شکل و وضعیت جایگیری توده‌ی معدنی و وضعیت ساختاری آن؛
  - ۵-۵-۳- مدل‌سازی رفتار عیار آهن و عناصر مزاحم؛
  - ۵-۵-۴- زون‌بندی ماده‌ی معدنی و تعیین تیپ‌های مختلف کانسنگ؛
  - ۵-۵-۵- مدل‌سازی هندسی پیکره‌ی کانسار و بلوک‌بندی؛

- ۵-۵-۶- تخمین ذخیره به روش‌های کلاسیک و زمین‌آمار؛
- ۵-۵-۷- زون‌بندی ژئوتکنیکی، بررسی رفتار توده‌ی سنگ و تحلیل فیزیکی و مکانیکی آن‌ها؛
- ۵-۵-۸- تحلیل داده‌های آب‌شناسی، پمپاژ، رژیم آب و تجزیه‌ی شیمیایی نمونه‌های آب و تعیین میزان خوردگی آب‌ها؛
- ۵-۵-۹- تخمین برآورد شدت جریان نفوذ آب به محدوده‌ی معدن؛
- ۵-۵-۱۰- انجام مطالعات فرآوری در مقیاس پیشاهنگ (نیمه‌صنعتی)؛
- ۵-۵-۱۱- تهیه‌ی طرح پایه‌ی استخراجی؛
- ۵-۵-۱۲- ارزیابی زیست‌محیطی؛
- ۵-۵-۱۳- بررسی امکان‌سنجی یا پیش‌امکان‌سنجی بر حسب دقت مورد نیاز پروژه؛
- ۵-۵-۱۴- بررسی مطالعات اقتصادی؛
- ۵-۵-۱۵- رده‌بندی ذخیره (براساس نشریه‌ی شماره‌ی ۳۷۹ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهوری)
- ۵-۵-۱۶- تنظیم اطلاعات، دسته‌بندی، کدگذاری و ثبت داده‌ها در بانک اطلاعات و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در سیستم GIS.

## ۵-۶- تهیه‌ی گزارش

گزارش نهایی باید شامل موارد زیر باشد.

- ۵-۶-۱- مقدمه
- ۵-۶-۲- خلاصه‌ی عملیات انجام شده در مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشافات عمومی
- ۵-۶-۳- اطلاعات کلی منطقه
- این فصل شامل اطلاعات زیر است:
- ۵-۶-۳-۱- موقعیت جغرافیایی؛
- ۵-۶-۳-۲- وضعیت آب و هوایی؛
- ۵-۶-۳-۳- وضعیت راه‌ها؛
- ۵-۶-۳-۴- وضعیت اجتماعی.
- ۵-۶-۴- زمین‌شناسی محدوده‌ی معدنی
- این فصل باید شامل موارد زیر باشد:
- ۵-۶-۴-۱- خلاصه‌ی وضعیت زمین‌شناسی عمومی منطقه و زمین‌شناسی دقیق محدوده‌ی معدنی؛

- ۵-۶-۴-۲- توصیف، نوع، امتداد، شیب و لغزش هر یک از گسل‌ها و عملکرد آن‌ها؛
- ۵-۶-۴-۳- بررسی زمین‌ساخت محدوده‌ی معدنی؛
- ۵-۶-۴-۴- مدل زایشی و عوامل کنترل‌کننده‌ی ذخیره.
- ۵-۶-۵- عملیات اکتشافی
- این فصل شامل موارد زیر است:
- ۵-۶-۵-۱- عملیات نقشه‌برداری (توپوگرافی - زمین‌شناسی)؛
- ۵-۶-۵-۲- نتایج عملیات ژئوفیزیک زمینی؛
- ۵-۶-۵-۳- نتایج عملیات حفاری به صورت لاگ‌های استاندارد حاوی اطلاعات سنگ‌شناسی، کانی‌سازی، دگرسانی، زمین-ساخت،
- نمونه‌برداری، نتایج تجزیه‌ی شیمیایی و کانی‌شناسی و نظایر آن‌ها؛
- ۵-۶-۵-۴- نتایج بررسی‌های چاه‌پیمایی.
- ۵-۶-۶- برآورد ذخیره
- ۵-۶-۶-۱- مدل‌سازی پیکره‌ی کانسار و بلوک‌بندی؛
- ۵-۶-۶-۲- تعیین عیار حد و عیار حد بهینه و منحنی تناژ-عیار؛
- ۵-۶-۶-۳- تخمین ذخیره به روش‌های کلاسیک و زمین‌آمار.
- ۵-۶-۷- آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی
- ۵-۶-۷-۱- بررسی سطح ایستابی، آب‌های ورودی آبخوان‌ها و شرایط آب‌زمین‌شناسی؛
- ۵-۶-۷-۲- ویژگی‌های آبخوان‌ها (نظیر قابلیت تراوایی، گسل‌ها، پدیده‌های کارستی و آبخوان‌های تحت فشار)؛
- ۵-۶-۷-۳- کیفیت منابع آب (صنعتی - شرب)؛
- ۵-۶-۷-۴- شرایط هیدرودینامیکی؛
- ۵-۶-۷-۵- نتایج مطالعات ژئوفیزیکی برای اکتشافات آب؛
- ۵-۶-۷-۶- نتایج آزمایش چاه‌های آب، میزان آب‌دهی، تغییر سطح ایستابی، کیفیت و کمیت آب؛
- ۵-۶-۷-۷- تخمین حجم آب ورودی به محدوده‌ی معدن در مراحل مختلف معدن‌کاری.
- ۵-۶-۸- نتایج مطالعات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک
- ۵-۶-۸-۱- ویژگی‌های فیزیکی ماده‌ی معدنی - باطله و سنگ میزبان (وزن مخصوص، اندازه و پراکندگی دانه‌ها، تخلخل، نفوذپذیری و نظایر آن‌ها).
- ۵-۶-۸-۲- ویژگی‌های مکانیکی سنگ‌ها در مقیاس آزمایشگاهی و برجا از قبیل مقاومت و تغییر شکل‌پذیری؛
- ۵-۶-۸-۳- زون‌بندی مهندسی رفتار سنگ‌ها در محدوده‌ی کانسار؛
- ۵-۶-۸-۴- بررسی ریسک لرزه‌خیزی.

- ۵-۶-۹- تکمیل و ارایه‌ی کلیه‌ی داده‌های مورد نیاز برای طراحی استخراج و ارایه‌ی خلاصه‌ی نتایج طراحی پایه (در صورت لزوم)
- ۵-۶-۱۰- نتایج مطالعات کانه‌آرایی در مقیاس پیشاهنگ (نیمه‌صنعتی)
- ۵-۶-۱۱- ارایه‌ی خلاصه‌ی نتایج مطالعات امکان‌سنجی یا پیش امکان‌سنجی
- ۵-۶-۱۲- نتایج مطالعات زیرساخت‌های فرهنگی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی
- ۵-۶-۱۳- نتایج مطالعات زیست‌محیطی
- ۵-۶-۱۴- نتیجه‌گیری:
- ۵-۶-۱۴-۱- تحلیل و ارزیابی نتایج اکتشافیغ
- ۵-۶-۱۴-۲- شکل- ابعاد و عمق جایگیری توده (مدل‌سازی هندسی)؛
- ۵-۶-۱۴-۳- عیار، عناصر مزاحم (سفر و گوگرد) و محصولات جانبی.
- ۵-۶-۱۵- فهرست منابع
- ۵-۶-۱۶- پیوست‌ها
- ۵-۶-۱۶-۱- کلیه‌ی نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و توپوگرافی؛
- ۵-۶-۱۶-۲- کلیه‌ی نیمرخ‌های زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی؛
- ۵-۶-۱۶-۳- نیمرخ‌های حفاریات اکتشافی سطحی؛
- ۵-۶-۱۶-۴- لاگ حفاری‌های مغزه‌گیری و چاه‌پیمایی؛
- ۵-۶-۱۶-۵- نقشه‌ی آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی؛
- ۵-۶-۱۶-۶- نتایج تجزیه‌های شیمیایی و کانی‌شناسی؛
- ۵-۶-۱۶-۷- نتایج آزمایشات زمین‌شناسی و ژئوتکنیک؛
- ۵-۶-۱۶-۸- نتایج و مستندات مطالعات فرآوری.

جدول ۵-۱- چک‌لیست مرحله‌ی اکتشاف تفصیلی منابع سنگ آهن

انجام شده	عملیات	شرح
	<p>- نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰، ۱:۲۵,۰۰۰، ۱:۵,۰۰۰ و بزرگ‌تر و نقشه‌های شبکه‌ی عملیات</p> <p>- نقشه‌های زمین‌شناسی و آنالیز متالوژنی مرتبط با فازهای شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی</p> <p>- نقشه‌های زمین‌شناسی سنگ آهن برای فاز اکتشاف عمومی با مقیاس ۱:۲,۰۰۰ تا ۱:۵,۰۰۰</p> <p>- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌ها، مطالعات آزمایشگاهی، عیارسنجی و تست کانه‌آرایی به همراه نقشه‌ی موقعیت آن‌ها</p> <p>- موقعیت نیمرخ‌های اکتشافی - معدنی در مقیاس ۱:۲,۰۰۰ یا بزرگ‌تر</p> <p>- نقشه و مشخصات گمانه‌های اکتشافی به همراه لاگ زمین‌شناسی و لاگ‌های ژئوفیزیکی تهیه شده برای آن‌ها با مقیاس ۱:۱۰۰ یا ۱:۲۰۰</p> <p>- نقشه و مقطع زیرزمینی تهیه شده از وضعیت ماده‌ی معدنی در مرحله‌ی اکتشاف عمومی</p> <p>- گزارش و مستندات لایه‌های اطلاعاتی GIS و سه بعدی تهیه شده برای محدوده‌ی کانسار و تنه‌های معدنی</p> <p>- نقشه‌های آب‌شناسی، ژئومورفولوژی، راه‌ها و مراکز صنعتی</p> <p>- گزارش‌های مطالعات اقتصادی و پیش‌امکان‌سنجی برای کانسار مورد اکتشاف</p>	اطلاعات و مدارک مورد نیاز
	<p>- بازنگری نقشه‌های سطحی و زیرزمینی و تهیه‌ی لیست کاستی‌ها برای مدارک نهایی</p> <p>- بررسی عملیات حفاری پیشین، ارزیابی نتایج، تلفیق اطلاعات و تعیین مکان و نوع حفاری‌های اکتشافی و تکمیلی جدید</p> <p>- بررسی شبکه‌ی برداشت زیرزمینی با تطبیق مشخصات زمین‌شناسی، کانی‌سازی، رویکردهای ژئوفیزیکی، نتایج اکتشافی و تعیین نقص یا کاستی‌های موجود</p> <p>- بررسی و ارزیابی نقشه‌ها و مستندات ژئوفیزیکی اعم از سطحی و تحت‌الارضی</p> <p>- تعیین حفاری‌های معدنی برای تهیه‌ی نمونه‌های معرف کانسار جهت فرآوری و تست تکنولوژی</p> <p>- بررسی و مدارک و مستندات آب‌شناسی، زمین‌شناسی مهندسی، زیست‌محیطی، صنعتی - اقتصادی و جغرافیایی و تعیین مطالب و مدارکی که باید تهیه شود</p> <p>- بررسی مدارک و مستندات مطالعات آزمایشگاهی، کانه‌آرایی، تست تکنولوژی و نظایر آن‌ها</p> <p>- ارزیابی ارقام و اطلاعات مربوط به تخمین و ارزیابی میزان ذخایر</p> <p>- ارزیابی مدل زمین‌شناسی و مدل اکتشافی کانسار و تعیین موارد عملیاتی</p>	بررسی مدارک و طراحی عملیات برای تکمیل اطلاعات
	<p>- تکمیل عملیات و مستندات نقشه‌برداری، شبکه‌گذاری و استانداردسازی نهایی</p> <p>- تکمیل و تهیه‌ی نقشه‌های زمین‌شناسی معدنی و مقاطع زیرزمینی با مقیاس ۱:۱۰۰</p> <p>- تکمیل اطلاعات مغناطیس‌سنجی و تفسیر دقیق و مدل‌سازی آن</p> <p>- انجام عملیات حفاری، طراحی گمانه‌های اکتشافی و نمونه‌برداری (مغزه‌گیری)</p> <p>- مطالعه مغزه‌ها، چاه‌پیمایی و تهیه‌ی لاگ‌های لازم برای زمین‌شناسی اکتشافی، ارزیابی ذخیره، ژئوتکنیک، زمین‌شناسی مهندسی و آب‌شناسی</p> <p>- نمونه‌برداری سیستماتیک از مغزه‌ها و عملیات معدنی، تهیه‌ی نمونه‌های آنالیز، آنالیز نمونه‌ها، ارزیابی نتایج آنالیز و تفسیر نتایج</p> <p>- تهیه‌ی نمونه‌های معرف برای کانه‌آرایی و تست تکنولوژی و اجرای مطالعات لازم</p> <p>- تکمیل مطالعات کانه‌شناسی صنعتی، مینرالوژی، سنگ‌شناسی، دگرسانی با تهیه‌ی نمونه‌های مناسب و انجام بررسی‌ها</p> <p>- تکمیل مطالعات زمین‌شناسی مهندسی، بررسی رفتار و خواص ژئومکانیکی توده‌ی سنگ، تحلیل فیزیکی و مکانیکی آن و تعیین شاخص‌های مربوط</p> <p>- تکمیل مطالعات آب‌شناسی برای تامین آب شرب، آب صنعتی، اندازه‌گیری سطح ایستایی به منظور رفع مشکل آب‌های زیرزمینی در عملیات استخراج</p> <p>- تکمیل مطالعات زیست‌محیطی و اثر معدن‌کاری بر محیط</p> <p>- تکمیل مطالعات لرزه‌خیزی و آنالیز ریسک زلزله</p> <p>- ارزیابی اطلاعات و انجام تخمین ذخیره به روش‌های سنتی و زمین‌آماري و تعیین درجه‌ی دقت و صحت ارزیابی‌ها، تفکیک ذخایر و رده‌بندی آن‌ها و تیپ‌بندی مواد</p> <p>- تهیه‌ی اطلاعات تعیین ارزش کانسار با بررسی پارامترهای معدنی، صنعتی و اجتماعی - طبیعی</p>	عملیات صحرایی و اجرایی

ادامه‌ی جدول ۵-۱- چک‌لیست مرحله‌ی اکتشاف تفصیلی منابع سنگ آهن

انجام شده	عملیات	شرح
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مقدمه</li> <li>- اطلاعات کلی منطقه (موقعیت جغرافیایی، اقلیمی، اقتصادی، اجتماعی و نظایر آن‌ها)</li> <li>- زمین‌شناسی و متالوژنی منطقه</li> <li>- مدل متالوژنی کانسار</li> <li>- وضعیت مغناطیسی و تفسیر نتایج با مدل متالوژنی</li> <li>- ترسیم نقشه‌ی کلیه‌ی نیمرخ‌ها، ترانشه‌ها، اکلون‌ها و نظایر آن</li> <li>- وضعیت گراویتی و تطبیق آن با مدل متالوژنی، مغناطیسی</li> <li>- جایگاه</li> </ul>	<p>بررسی‌های دفتری، تهیه‌ی مدل و گزارش</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>بررسی شرایط چینه‌شناسی، فعالیت‌های آذرین، دگرگونی، ساختارهای تکتونیکی، کانی‌زایی و دگرسانی</li> <li>مدل‌سازی رفتار و تغییرات عیار آهن و عناصر مزاحم</li> <li>مدل‌سازی هندسی پیکره‌ی کانسار و بلوک معدنی:</li> <li>- ژئومتری تنه‌های معدنی، توزیع فضایی، ارتباط عیار، ضخامت و تناژ با تیپ‌های مختلف کانی‌سازی</li> <li>- تفکیک ماده‌ی معدنی بر حسب درجه‌ی اکسیدان، میزان فسفر، میزان گوگرد و درجه‌ی خلوص</li> <li>- تخمین ذخیره و رده‌بندی آن‌ها بر حسب تیپ کانی‌سازی و کاربری صنعتی قابلیت تولید، ارزش در کانسار و درجه‌ی صحت و خطای تخمین</li> <li>- شکل فضایی کانسار، وضعیت زمین‌ساخت و زمین‌شناسی مهندسی و تعیین اولویت‌های استخراجی</li> <li>وضعیت صنعتی و کاربرد:</li> <li>- قابلیت استخراج و استحصال مواد مفید و مضر در کانسار</li> <li>- قابلیت خردایش، کانه‌آرایی، تولید کنسانتره</li> <li>- بازار مصرف و نحوه‌ی شرایط بهینه‌ی ارایه در بازار</li> <li>ارزش کانسار:</li> <li>- ارزش روز کانسار</li> <li>- زمان‌بندی تولید</li> <li>- میزان سرمایه‌گذاری برای تولید</li> <li>- نرخ بازگشت سرمایه و سوددهی</li> <li>- تاثیر اقتصادی- اجتماعی کانسار در منطقه</li> <li>- ارایه‌ی طرح استخراج در مقیاس پایه</li> <li>وضعیت آب‌شناسی اعم از منابع مورد نیاز و دشواری‌های پیش روی</li> <li>وضعیت زمین‌شناسی مهندسی و پایداری دیواره‌ها</li> <li>وضعیت لرزه‌خیزی و پارامترهای ریسک زمین لرزه</li> <li>مطالعات امکان‌سنجی یا پیش امکان‌سنجی</li> <li>فهرست منابع و مدارک</li> <li>لیست ضمایم و پیوست‌ها</li> </ul>	<p>تهیه‌ی گزارش</p>

## ادامه‌ی جدول ۵-۱- چک‌لیست مرحله‌ی اکتشاف تفصیلی منابع سنگ آهن

انجام شده	عملیات	شرح
	<p>- نقشه‌های زمین‌شناسی - متالوژنی منطقه‌ای، نقشه‌ی محدوده‌ی هدف (Target Area) نقشه‌ی میدانی معدنی</p> <p>- گزارشات اکتشافی مراحل شناسایی پی‌جویی و اکتشاف عمومی</p> <p>- عکس - نقشه‌های موضوعی ماهواره‌ای با شاخص‌های متالوژنی کانسار</p> <p>- شبکه‌ی عملیات اکتشافی و محل عملیات مهندسی اکتشاف اعم از حفاری‌های کم‌عمق و عمیق، ترانشه، تونل و نظایر آنها</p> <p>- نقشه‌های مغناطیس‌سنجی منطقه‌ای، محلی کانسار با پروفیل‌های مربوط</p> <p>- لاگ‌های گمانه‌ها و پروفیل ترانشه‌ها و تونل‌ها</p> <p>- مدارک و مستندات و محل نمونه‌های آنالیز شده، نتایج تجزیه‌های شیمیایی و کانی‌سازی، مدارک تحلیل انجام شده روی آنها، مشخصات نمونه‌های معرف تکنولوژی، نتایج مطالعات فرآوری، تولید کنسانتره و کانه‌آرایی و نظایر آنها</p> <p>- مقاطع زیرزمینی و نقشه‌ی معدنی در ترازهای مختلف</p> <p>- نقشه‌های بلوک‌بندی کانسار و رده‌بندی درجه‌ی اطمینان تخمین ذخیره و تیپ‌بندی کانسنگ</p> <p>- نقشه‌ی زمین‌شناسی مهندسی کانسار</p> <p>- نقشه و مدارک هیدرولوژی و هیدروژئولوژی منطقه‌ی کانسار و محدوده‌ی کانسار</p> <p>- مستندات، فایل رقومی و تصویر مدل فضایی کانسار و لایه‌های GIS تهیه شده برای کانسار</p> <p>- مدارک مرتبط با اطلاعات جغرافیایی، زیست‌محیطی، اقتصادی و صنعتی، معدنی مربوط به کانسار</p>	<p>اطلاعات و مدارک همراه ضمیمه گزارش</p>



## خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد 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 پیوست 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 سال‌های اخیر در سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی

Islamic Republic of Iran  
Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

# List of Services for Iron Ore Exploration Studies

**No.536**

Office of Deputy for Strategic Supervision    Ministry of Industries and Mines

Bureau of Technical Execution System    Deputy office of Mining Affairs and Mineral  
Industries  
Office for Mining Exploitation and  
Supervision  
<http://tec.mporg.ir>    <http://www.mim.gov.ir>

**2010**

## این نشریه:

فهرست خدمات و معیارهای لازم برای شناخت و اکتشاف کانسارهای سنگ آهن در ایران را بر حسب مراحل چهارگانه‌ی اکتشافی با هدف ارزیابی دستورالعمل جامع و یکسان و کاهش ریسک عملیات اکتشافی بیان می‌کند. ساختار و عناوین مورد نیاز برای تهیه‌ی گزارش‌های پایان مراحل مختلف مطالعات اکتشافی ذخایر و کانسارهای سنگ آهن از دیگر موارد مندرج در این نشریه است.