

جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

# فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف آنتیموان

نشریه شماره ۵۹۵

وزارت صنعت، معدن و تجارت  
معاونت امور معادن و صنایع معدنی

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

معاونت نظارت راهبردی  
امور نظام فنی

Nezamfanni.ir







بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

شماره:	۹۱/۱۰۸۵۴۰
تاریخ:	۱۳۹۱/۱۲/۱۹

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران

موضوع: فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف آنتیموان

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/۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۵۹۵ امور نظام فنی، با عنوان «فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف آنتیموان» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

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 ۱۳۹۲/۵/۱ اجباری است.

بهرروز مرادی





## 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 امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علیشاه، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت

راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

Email: [info@nezamfanni.ir](mailto: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 امور 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. آنتیموان از جمله فلزاتی است که دارای قدمت چهار هزار ساله است و از دیرباز در مصارفی همچون تهیه رنگ و مصارف دارویی کاربرد داشته است.

تاکنون بیش از ۲۴ کانسار و اندیس معدنی آنتیموان‌دار به همراه فلزات پایه در ایران شناخته شده است. هر چند کانسارها و زون‌های کانه‌سازی آنتیموان در ایران همانند سایر نقاط دنیا عمدتاً رگه‌ای (اپی‌ترمال) با ذخیره پایین است ولی ایران می‌تواند یکی از مناطق پتانسیل‌دار از نظر آنتیموان باشد که به طور عمده در سه بخش شمال شرق، شمال غرب و ایران مرکزی متمرکز شده است. در اکتشاف ذخایر آنتیموان توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی، ساختاری، شیمیایی، فیزیکی-شیمیایی، کانی‌شناسی، ماگماتیسم، محیط تکتونیکی و دگرسانی ضروری است و برای انجام مطالعات سیستماتیک اکتشافی استفاده از معیارها و راهنمای اکتشافی مطالعات دورسنجی، زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی توصیه می‌شود.

نشریه حاضر با عنوان «**فهرست خدمات اکتشافی آنتیموان**» در راستای اهداف وزارت صنعت، معدن و تجارت و در چارچوب برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن تهیه شده است و کلیه اقدامات مرحله‌ای لازم از قبیل گردآوری اطلاعات، طراحی و برنامه‌ریزی، بررسی و مطالعات دفتری، اجرای عملیات صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی، تلفیق و پردازش داده‌ها و ارایه گزارش و مستندات مربوط را در برمی‌گیرد.

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 نحوی تنظیم شده که در صورت اجرای آن‌ها ریسک عملیات اکتشافی کاهش می‌یابد و معیارها و 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

اسفند ۱۳۹۱



## مجری طرح

آقای وجیه... جعفری معاون امور معادن و صنایع معدنی - وزارت صنایع و معادن

## تهیه پیش نویس اصلی

آقای دکتر بهزاد مهربانی

## اعضای شورای عالی به ترتیب حروف الفبا

خانم فرزانه آقارمضانعلی	معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری	کارشناس ارشد مهندسی صنایع
آقای بهروز برنا	سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور	کارشناس مهندسی معدن
آقای وجیه... جعفری	وزارت صنایع و معادن	کارشناس مهندسی معدن
آقای عبدالعلی حقیقی	معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری	کارشناس ارشد زمین شناسی
آقای عبدالرسول زارعی	وزارت صنایع و معادن	کارشناس ارشد زمین شناسی
آقای ناصر عابدیان	سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای حسن مدنی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای هرمز ناصرینیا	سازمان نظام مهندسی معدن	کارشناس ارشد مهندسی معدن

## اعضای کارگروه اکتشاف به ترتیب حروف الفبا

آقای بهروز برنا	سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای محمد پریزادی	معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای نعمت... رشیدنژادعمران	دانشگاه تربیت مدرس	دکترای پترولوژی
آقای ناصر عابدیان	سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای علیرضا غیاثوند	دانشگاه تربیت معلم	دکترای زمین شناسی اقتصادی
آقای عبدالمجید یعقوب پور	دانشگاه تربیت معلم	دکترای زمین شناسی اقتصادی

## اعضای کارگروه تنظیم و تدوین به ترتیب حروف الفبا

آقای مهدی ایران نژاد	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی
آقای عبدالرسول زارعی	وزارت صنایع و معادن	کارشناس ارشد زمین شناسی
آقای مصطفی شریف زاده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	دکترای مهندسی مکانیک سنگ
آقای حسن مدنی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای بهزاد مهربانی	دانشگاه تربیت معلم	دکترای زمین شناسی اقتصادی

## اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه

خانم فرزانه آقارمضانعلی	رئیس گروه امور نظام فنی
آقای علیرضا فلسفی	کارشناس عمران امور نظام فنی
آقای علیرضا غیاثوند	رئیس گروه ضوابط و معیارهای معاونت امور معادن و صنایع معدنی





## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول- رده‌بندی و ویژگی‌های ذخایر آنتیموان</b>
۳-۱-۱	رده‌بندی ذخایر و پتانسیل‌های شناخته شده بر اساس رده‌بندی‌های اکتشافی.....
۳-۱-۲	بررسی ذخایر شناخته شده در ایران.....
۳-۱-۳	بررسی پتانسیل‌های شناخته شده در ایران.....
	<b>فصل دوم- معیارها و مراحل اکتشاف آنتیموان</b>
۹-۱-۲	آشنایی.....
۹-۲-۲	کنترل‌کننده‌های ساختمانی.....
۹-۳-۲	کنترل‌کننده‌های شیمیایی.....
۱۰-۴-۲	کنترل‌کننده‌های فیزیکی- شیمیایی.....
۱۱-۵-۲	پاراژنز تیپ‌های ذخایر آنتیموان.....
	<b>فصل سوم- فهرست خدمات اکتشافی</b>
۱۵-۱-۳	مرحله شناسایی.....
۱۵-۱-۱-۳	طراحی و برنامه‌ریزی.....
۱۵-۲-۱-۳	بررسی و مطالعات دفتری.....
۱۵-۳-۱-۳	عملیات صحرائی.....
۱۶-۴-۱-۳	تلفیق و پردازش داده‌ها.....
۱۶-۵-۱-۳	تهیه گزارش مرحله شناسایی.....
۱۶-۶-۱-۳	پیوست‌های گزارش.....
۱۸-۲-۳	مرحله پی‌جویی.....
۱۸-۱-۲-۳	طراحی و برنامه‌ریزی.....
۱۸-۲-۲-۳	بررسی و مطالعات دفتری.....
۱۹-۳-۲-۳	عملیات صحرائی و مطالعات آزمایشگاهی.....
۱۹-۴-۲-۳	تلفیق و پردازش داده‌ها.....
۲۰-۵-۲-۳	تهیه گزارش مرحله پی‌جویی.....
۲۰-۶-۲-۳	پیوست‌های گزارش.....
۲۲-۳-۳	مرحله اکتشاف عمومی.....
۲۳-۱-۳-۳	طراحی و برنامه‌ریزی.....
۲۳-۲-۳-۳	بررسی و مطالعات دفتری.....
۲۳-۳-۳-۳	عملیات صحرائی و مطالعات آزمایشگاهی.....
۲۴-۴-۳-۳	تلفیق و پردازش داده‌ها.....
۲۴-۵-۳-۳	تهیه گزارش مرحله اکتشاف عمومی.....
۲۵-۶-۳-۳	پیوست‌های گزارش.....
۲۸-۴-۳	مرحله اکتشاف تفصیلی.....
۲۸-۱-۴-۳	طراحی و برنامه‌ریزی.....
۲۸-۲-۴-۳	بررسی و مطالعات دفتری.....



- ۳-۴-۳- عملیات صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی ..... ۲۹
- ۳-۴-۴- تلفیق و پردازش داده‌ها ..... ۳۰
- ۳-۴-۵- تهیه گزارش مرحله اکتشاف تفصیلی ..... ۳۰

### فصل چهارم- دستورالعمل مراحل چهارگانه عملیات اکتشاف آنتیموان

- ۴-۱- آشنایی ..... ۳۹
- ۴-۲- دستورالعمل اکتشاف آنتیموان در مرحله شناسایی ..... ۳۹
- ۴-۳- دستورالعمل اکتشاف آنتیموان در مرحله پی‌جویی ..... ۴۰
- ۴-۴- دستورالعمل اکتشاف آنتیموان در مرحله اکتشاف عمومی ..... ۴۱
- ۴-۵- دستورالعمل اکتشاف آنتیموان در مرحله اکتشاف تفصیلی ..... ۴۲

### فصل پنجم- روندنمای خدمات اکتشافی و معیارهای تصمیم‌گیری

- ۵-۱- روندنمای مراحل و خدمات اکتشافی ..... ۴۷
- ۵-۲- معیارهای تصمیم‌گیری ..... ۵۱



# فصل اول

---

رده‌بندی و ویژگی‌های ذخایر

آنتیموان





### ۱-۱- رده‌بندی ذخایر و پتانسیل‌های شناخته شده بر اساس رده‌بندی‌های اکتشافی

در مورد تقسیم‌بندی انواع نهشته‌های آنتیموان دیدگاه‌های متعددی مطرح شده است. کانسارهای آنتیموان در شبه جزیره ایبریا (پرتغال) به انواع رگه‌ای، استراتاباند و کانسارهای مرتبط با دایک‌های آتشفشانی تقسیم‌بندی شده‌اند. در تقسیم‌بندی‌های دیگر ذخایر آنتیموان به انواع زیر تقسیم‌بندی شده‌اند:

- ۱- کانسارهای مرتبط با توده‌های نفوذی و فعالیت‌های آتشفشانی جوان (ذخایر رگه‌ای)
  - ۲- کانسارهایی با سنگ میزبان رسوبی چینه‌کران و چینه‌سان (ذخایر لایه‌ای)
- ویژگی‌های ذخایر رگه‌ای و ذخایر لایه‌ای آنتیموان در جدول ۱-۱ آمده است.

### ۱-۲- بررسی ذخایر شناخته شده در ایران

بر اساس مدارک و اسناد موجود در سازمان زمین‌شناسی کشور بالغ بر ۲۴ کانسار و اندیس معدنی آنتیموان‌دار به همراه فلزات پایه در کشور مورد شناسایی قرار گرفته است. اگر چه اکثر کانسارها و زون‌های کانه‌ساز آنتیموان در ایران عمدتاً دارای بافت و ساخت رگه‌ای و با ذخیره عمدتاً کمتر از ۳۰ هزار تن هستند اما با این وجود ایران به عنوان یکی از کشورهای با مناطق امید بخش بالا در آنتیموان شناخته می‌شود. کانسارهای آنتیموان‌دار در دنیا عمدتاً از نوع گرمایی با درجه حرارت پایین در حد کانسارهای اپی‌ترمال بوده و در ارتباط تنگاتنگ با کانی‌سازی طلا، جیوه و آرسنیک هستند. پی‌سنگ‌های دگرگونه پرکامبرین و نفوذ توده‌های گرانیتوئیدی به داخل این مجموعه‌ها، محیطی مناسب برای تشکیل کانی‌سازی گرمایی درجه حرارت پایین به خصوص در مناطق تکتونیزه‌ای که چرخه‌های ژئوترمال حاصل از فعالیت‌های پایانی ماگماتیسم جوان ترشیری گسترش دارند ایجاد کرده است.

مشخصات زون‌های کانی‌سازی آنتیموان‌دار در ایران به همراه تناژ و عیار آن‌ها در جدول ۱-۲ ارائه شده است.

### ۱-۳- بررسی پتانسیل‌های شناخته شده در ایران

هر چند کانسارها و زون‌های کانه‌سازی آنتیموان در ایران همانند سایر نقاط دنیا عمدتاً رگه‌ای (اپی‌ترمال) با ذخیره پایین است ولی ایران می‌تواند یکی از مناطق پتانسیل‌دار از نظر آنتیموان باشد که به طور عمده در سه بخش شمال شرقی، شمال غرب و ایران مرکزی متمرکز شده است. کانسارها و پتانسیل‌های معدنی شناخته شده آنتیموان در ایران عمدتاً در ارتباط فعالیت‌های نهایی ماگماتیسم جوان ترشیری (میوپلیوسن) یعنی گنبد‌های آتشفشانی و نیمه‌آتشفشانی داسیتی و ریوداسیتی نئوژن هستند. از مهمترین آن‌ها می‌توان به کانسارهایی که در پی‌سنگ پرکامبرین جایگزین شده‌اند نظیر (ترکمانی، پتیار و عرب شاه مغانلو)، کانسارهایی که در پوشش رسوبی آواری-کربناته مزوزوییک جایگزین شده‌اند، کانسارهایی که در پوشش آواری آتشفشانی ترشیری جایگزین شده و با ماگماتیسم شاخص در ارتباط نیستند نظیر (آق دره، سفیدابه، قصون، سیرزال)، کانسارهایی که در پوشش آواری-آتشفشانی ترشیری جایگزین شده و در ارتباط با فعالیت‌های گرانیتوئیدی است نظیر (چشم زرد چلبو) و نهایتاً کانسارهایی در ارتباط تنگاتنگ با فعالیت‌های ترشیری (میوپلیوسن) داشته و در شکستگی‌ها جایگزین شده است (نظیر داشکسن، شوراب، چوپان، شند محمود و سه قلعه) اشاره کرد.



جدول ۱-۱ ویژگی‌های کلی ذخایر رگه‌ای و لایه‌ای آنتیموان

ویژگی	ذخایر رگه‌ای	ذخایر لایه‌ای یا چینه‌کران
توصیف ذخیره	ذخایر رگه‌ای یا پرکننده فضاهای خالی به صورت رگه‌های در حد سانتی‌متر تا چندین متر، طول حدود چند ده تا چند صد متر	ذخایر با سنگ میزبان رسوبی به صورت لایه‌ای یا عدسی شکل به ضخامت چند ده متر و به طول چند کیلومتر
جایگاه تکتونیکی	مناطق درون قاره‌ای با فعالیت‌های آتشفشانی، به ویژه آذرین جوان	مناطق درون قاره‌ای پایدار، یا حاشیه قاره‌ها و حوزه‌های دریایی کنترل شده با گسل
جایگاه زمین‌شناسی	مناطق آذرین - رسوبی که محلول‌های گرمابی حاصل از فعالیت‌های آذرین در محل شکستگی‌ها جریان پیدا می‌کنند.	نواحی عمیق مجاور ریف‌ت اقیانوسی تا نواحی کم عمق حوضه‌های رسوبی
گسترش زمانی	در تمام ادوار زمین‌شناسی به ویژه تشریری	از پرکامبرین تا تشریری با بیشترین تراکم در پالئوزویک
سنگ میزبان	عمدتا در سنگ‌های آذرین اسیدی تا حد واسط مانند گرانیت، آندزیت، داسیت	شیل، سیلتستون، چرت، ماسه‌سنگ، آهک و دولومیت
شکل ذخایر	رگه‌ای با کنترل‌کننده‌های ساختاری مانند گسل‌ها و شکستگی‌ها	به صورت لایه‌ای تا عدسی شکل به ضخامت چندین متر و طول چند کیلومتر
ساخت و بافت	به صورت رگه‌ای و پرکننده فضای خالی	لایه‌ای، لامینه‌دار تا توده‌ای، به صورت نودول، برشی و در صورت دگرگونی با تبلور مجدد
کانی اقتصادی	استینیت	استینیت، والینتینیت و کرمزیت، سنارمونیت
باطله	کلسیت، کوارتز و سولفیدهای فلزات پایه	کوارتز، کانی رسی، مواد آلی، کلسیت، دولومیت، چرت و سولفیدهای فلزات پایه
دگرسانی	ناشی از واکنش سنگ دیواره و سیال گرمابی شامل دگرسانی‌های دما پایین مانند سریسیتی شدن، آرژیلیتی شدن و پروپیلیتی شدن	دگرسانی شاخص ندارد. در برخی موارد سریسیتی شدن
کنترل کننده‌ها	کنترل‌کننده ساختمانی (شکستگی‌ها، درزه‌ها، گسل‌ها)	کنترل توسط گسل‌های گرابن‌ها، گسل‌های همزمان با رسوبگذاری
معیار زمین‌شناسی	فعالیت‌های آذرین در محیط‌های رسوبی، فعالیت‌های آذرین درون قاره‌ای همراه با عملکرد شدید تکتونیکی	محیط رسوبی و تکتونیک، نزدیکی با ذخایر رسوبی با سنگ میزبان شیل
معیار ژئوفیزیکی	استفاده از روش‌های IP، SP و مقاومت سنجی	استفاده از روش‌های IP، SP و مقاومت سنجی
معیار ژئوشیمیایی	وجود آرسنیک، بیسموت، جیوه، طلا و فلزات پایه سرب و روی همراه با کانی‌سازی آنتیموان	غلظت بالای فلزات پایه در سنگ‌ها و رسوبات آبراهه‌ای دارای مناطق کانی‌سازی آنتیموان و غنی‌شدگی حوضه از آرسنیک، آنتیموان و نقره



جدول ۱-۲ خصوصیات تعدادی از کانسارها و پتانسیل‌های معدنی آنتیموان در ایران و رده‌بندی آنها

منطقه	موقعیت	سنگ میزبان	تیپ کانی‌سازی	سن کانی‌سازی	ویژگی‌های زون معدنی
چلپو- کلاته چوبک	شمال تا شمال شرق ریوش	سنگ‌های ولکانیکی و رسوبی	رگه‌ای	پالئوژن	توده‌های کوچک تا متوسط با شکل نامنظم، رگه‌ها، انباشته‌ها و عدسی‌های نامنظم
شوراب- فردوس	۷۷ کیلومتری جنوب غرب فردوس	سنگ‌های ساب ولکانیک	رگه‌ای	نئوژن	توده‌های کوچک تا متوسط با شکل نامنظم، رگه‌ها، انباشته‌ها و عدسی‌های نامنظم
چوپان و شند محمود	جنوب شرق کانسار شوراب	داسیت-ریوداسیت	رگه‌ای کوارتز- استیبینیت	ائوسن- الیگوسن	توده‌های کوچک تا متوسط با شکل نامنظم، رگه‌ها، انباشته‌ها و عدسی‌های نامنظم
مغانلو	۱۰۶ کیلومتری غرب زنجان	گرانیت دوران	رگه‌ای	پرکامبرین	توده‌های کوچک تا متوسط با شکل نامنظم، رگه‌ها، انباشته‌ها و عدسی‌های نامنظم
زرشوران	۴۲ کیلومتری شمال تکاب (آذربایجان غربی)	شیل‌های سیاه آهکی سیلتی با میان لایه- های آهکی	چینه‌سان تا چینه‌کران	پرکامبرین	توده‌های کوچک تا متوسط با شکل نامنظم، رگه‌ها، انباشته‌ها و عدسی‌های نامنظم
آق دره	۱۰۶ کیلومتری غرب زنجان	رسوبات میوسن شامل مارن‌های آهکی و سنگ آهک خاکستری	رگه‌ای و افشان (همزاد)	الیگوسن	توده‌های کوچک تا متوسط با شکل نامنظم، رگه‌ها، انباشته‌ها و عدسی‌های نامنظم
همدان	همدان	گرانیت الوند	رگه‌ای	پالئوسن- ائوسن	توده‌های کوچک تا متوسط با شکل نامنظم، رگه‌ها، انباشته‌ها و عدسی‌های نامنظم
داشکسن- بهارلو	۴۲ کیلومتری شمال شرق قروه (کردستان)	سنگ‌های ساب‌ولکانیک	رگه‌ای	پلیوسن	توده‌های کوچک تا متوسط با شکل نامنظم، رگه‌ها، انباشته‌ها و عدسی‌های نامنظم
لخشک	۱۰۰ کیلومتری شمال زاهدان	ماسه‌سنگ‌های آهکی و توده‌های نفوذی ساب‌ولکانیک	رگه‌ای و افشان	ائوسن- الیگوسن	توده‌های کوچک تا متوسط با شکل نامنظم، رگه‌ها، انباشته‌ها و عدسی‌های نامنظم
حیدر آباد	۷۴ کیلومتری جنوب نهبندان	کنگلومرای کرم رنگ پالئوسن	رگه‌ای	پالئوسن	توده‌های کوچک تا متوسط با شکل نامنظم، رگه‌ها، انباشته‌ها و عدسی‌های نامنظم
سفیدابه	۱۸۰ کیلومتری شمال غرب زاهدان	کنگلومرای	رگه‌ای	الیگوسن	توده‌های کوچک تا متوسط با شکل نامنظم، رگه‌ها، انباشته‌ها و عدسی‌های نامنظم







# فصل دوم

---

## معیارها و مراحل اکتشاف آنتیموان





## ۲-۱- آشنایی

نهشت ماده معدنی در کانسارهای گرمایی توسط دو عامل اساسی فعالیت‌های ساختمانی و شیمیایی کنترل می‌شود. عوامل ساختمانی در توزیع و تمرکز سیالات کانه‌ساز و عوامل شیمیایی در حمل و ته‌نشینی ماده معدنی نقش دارند. عوامل اصلی مرتبط با ته‌نشینی مواد معدنی از ذخایر گرمایی به شرح زیراند:

- تغییر دما

- تغییر فشار

- تغییرات شیمیایی حاصل از واکنش میان سیال کانه‌دار و سنگ میزبان

- تغییرات شیمیایی ناشی از پدیده اختلاط

## ۲-۲- کنترل‌کننده‌های ساختمانی

کنترل‌کننده‌های ساختاری یکی از مهمترین عوامل موثر در کانه‌سازی در ذخایر هیدروترمال هستند. ساختارهای اصلی میزبان آنتیموان و فلزات پایه در ذخایر رگه‌ای و شکافه پرکن گسل‌ها و چین‌ها هستند که اصولاً به عنوان مسیرهای انتقال سیالات در نظر گرفته می‌شوند. با این وجود به نظر می‌رسد که مهمترین کنترل‌کننده‌های ناحیه‌ای ذخایر آنتیموان، کنترل‌کننده‌های ساختاری بوده که توزیع فلزات و هندسه آن‌ها از قبیل بافت‌های شکافه پرکن و رگه‌ای در نتیجه این عوامل به وجود می‌آید. علاوه بر این، عملکرد سیالات گرمایی نیز موجب ایجاد شکستگی‌ها در کنار گسل‌های اصلی شده و از این طریق موجب افزایش نفوذپذیری سنگ میزبان کانی‌سازی می‌شوند. تحقیقات گوناگون در این زمینه حاکی از آن است که هنگام حرکت سیالات گرمایی در نواحی کم عمق میزبان بی‌دوامی گوگرد کاهش، بی‌دوامی اکسیژن افزایش و فشار و دما نیز کاهش می‌یابد. در نتیجه تاثیر عوامل یاد شده، pH تغییر کرده و موجب ناپایدار شدن کمپلکس حمل‌کننده فلزات و خارج شدن عناصر  $Cl^-$  و F از محیط و در نتیجه نهشت کانه‌ها می‌شوند.

## ۲-۳- کنترل‌کننده‌های شیمیایی

مهمترین عوامل کنترل‌کننده شیمیایی در تشکیل ذخایر آنتیموان به شرح زیراند:

۱- pH سیال مناسب برای انتقال آنتیموان قلیایی و کمی احیایی است.

۲- تشکیل آنتیموان تحت تاثیر واکنش سیال کانه‌دار با سنگ دیواره و اسیدی شدن سیال با و یا بدون احیایی شدن سیال انجام می‌شود.

۳- مناسب‌ترین دما برای تشکیل کمپلکس‌های حمل‌کننده آنتیموان، دمای ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد است.

۴- عوامل لیتولوژیکی، ساختاری، دگرسانی، اختلاط آب‌های جوی و ماگمایی و کلیه عواملی که بتواند سیال حاوی آنتیموان را اسیدی کند برای تشکیل همزمان موثرند که برخی از این عوامل به همراه مثال در زیر آمده‌اند:

- وجود دگرسانی تالک- کربناته در ذخیره کمربند آنتیموان - طلا "Murchison" (آفریقای جنوبی)

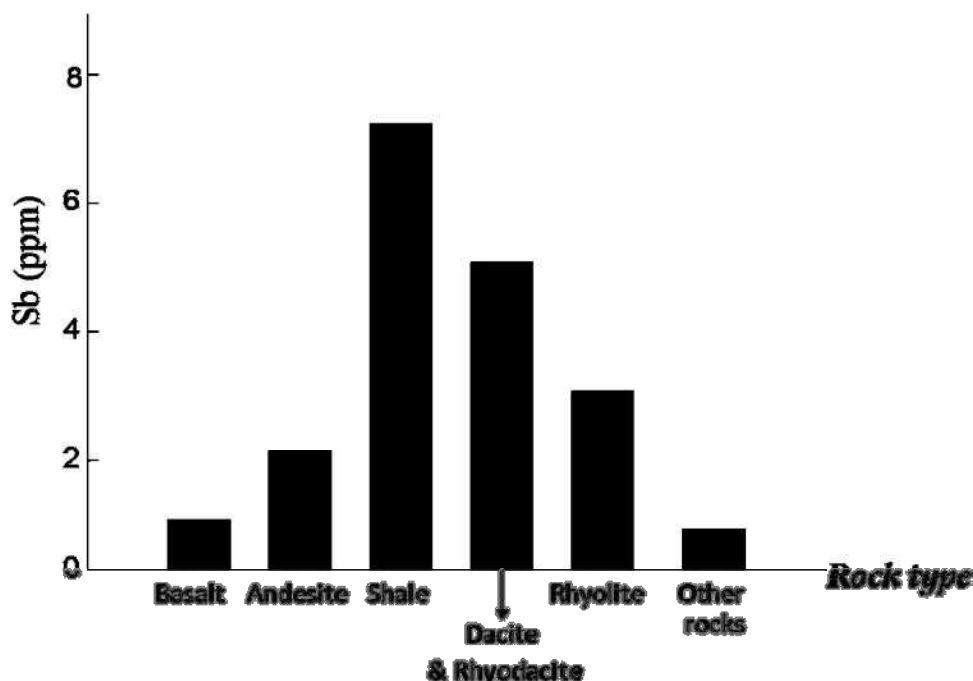


- وجود افق‌های کربناته و لیتولوژی‌های حاوی کانی‌های فیلسیلیکاته مانند شیل‌ها که شرایط مناسبی را برای ایجاد حجم بالایی از سیالات بافرکننده با pH پایین فراهم می‌کنند و منجر به ته‌نشینی آنتیموان می‌شود. از مثال‌های بارز این تیپ ذخایر، کمربند آنتیموان "Ixtahucan" در بولیوی است که دارای حدود ۱۵۰ میلیون تن ذخیره قطعی آنتیموان است.

- وجود کانی‌های کربناته مانند دولومیت و کلسیت در سنگ‌های رسوبی منطقه

بر اساس تجارب و مطالعات به عمل آمده، بیشترین مقادیر آنتیموان در ساختمان سنگ‌ها، متعلق به گروه سنگ‌های رسوبی بوده که در این میان شیل‌ها و آرژیلیت‌ها رتبه اول را دارند. پس از آن به ترتیب سنگ‌های آذرین فلسیک خروجی و سنگ‌های آذرین فلسیک درونی دارای اهمیت بالایی هستند. بر این اساس سنگ‌های دگرگونی در صورتی که کانی‌سازی در آن‌ها صورت نگرفته باشند دارای کمترین مقادیر آنتیموان هستند.

شکل شماره ۲-۱ نشان‌دهنده مقادیر آنتیموان در سنگ‌های مختلف بر حسب ppm بر اساس مطالعات تجربی است.



شکل ۲-۱- مقادیر آنتیموان در سنگ‌های مختلف بر حسب ppm

## ۲-۴- کنترل‌کننده‌های فیزیکی - شیمیایی

کانی‌سازی در ذخایر گرمابی در اثر عملکرد دو پارامتر مهم تغییرات pH و رقیق شدن سیال کانه‌ساز انجام می‌شود. در سیالات اپی‌ترمال با ماهیت خنثی، آنتیموان با ترکیب شیمیایی  $H_2Sb_2S_4$  به همراه لیگاندهای بی‌سولفیدی در دمایی کمتر از ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و شوری پایین (۲ تا ۱۰ درصد معادل نمک طعام) انتقال می‌یابد که مهمترین مکانیسم کانه‌سازی در این سیستم‌ها فرآیند جوشش، واکنش‌های سیال سولفیدی با سنگ میزبان و اختلاط سیالات است. ناپایدار شدن سیال حاوی آنتیموان تحت تاثیر اختلاط سیالات با ماهیت متفاوت، کاهش دمای محیط، تغییر در pH و بی‌دوامی اکسیژن طی واکنش سیال-سنگ (Fluid-Rock Interaction) در گسل‌ها و شکستگی‌های سنگ میزبان صورت می‌گیرد. آنتیموان به دلیل تحرک بالای خود توسط سیالات گرمابی صعود کننده به طرف بالا از درون سنگ میزبان شسته شده و در اثر چرخه‌های گرمابی بعد از ماگماتیسم به صورت متناوب وارد

فضاهای ناپیوسته و نفوذپذیر سنگ‌های درونگیر اطراف می‌شود و به صورت بافت شکافه پرکن به همراه کانه‌های فلزی دیگر از جمله کانه‌های سرب، روی، مس، طلا و نقره در شکستگی‌های سنگ میزبان جایگزین می‌شود.

## ۲-۵- پارائنز تیپ‌های ذخایر آنتیموان

عمدتاً دو تیپ ذخیره آنتیموان شامل ذخایر آنتیموان تیپ رگه‌ای با سنگ میزبان ولکانیک و ساب ولکانیک و ذخایر آنتیموان تیپ چینه‌سان تا چینه‌کران با سنگ میزبان رسوبی تشخیص داده شده است که هر یک از این تیپ‌ها خصوصیات کانی‌شناسی، ژئوشیمیایی، بافتی و ساختی با محیط تکتونیکی متفاوت دارند که اطلاعات آن در جدول ۲-۱ ارائه شده است.

جدول ۲-۱ ویژگی‌های تیپ‌های مختلف ذخایر آنتیموان

ردیف	ویژگی‌ها	تیپ رگه‌ای	تیپ چینه‌کران و چینه‌سان
۱	کانی‌شناسی و کانی‌های همراه	استینیت، رالگار، اریمنت، پیریت، آرسنوپیریت، گالن و اسفالریت	استینیت، والنتینیت و کانی‌های اکسیدی آنتیموان، سولفوسالت‌هایی نظیر تتراهدریت، بورنویت و تنانتیت
۲	کانی‌های باطله	کوارتز، کلسیت، پیریت، مالاکیت و دیژنیت	ژپس، انیدریت، کوارتز و فلوریت
۳	دگرسانی	آرژلیک، سرسیتیک، سیلیسیک و پروپیلیتیک	کلریتی شدن، سیلیسی شدن و پیریتی شدن
۴	ژئوشیمی	As, Ag, Au, Hg, Pb, Zn, Cu, Mo	As, Sn, Au, Cd, Bi, Te, Se, W, Mn
۵	بافت و ساخت	بافت شکافه پرکن ورگه‌ای و به ندرت برشی	بافت لایه‌ای، عدسی شکل تا حفره پرکن
۶	سنگ میزبان کانی‌سازی	سنگ‌های آذرین ساب ولکانیک تا ولکانیک از قبیل داسیت، ریوداسیت و آندزیت	طیف وسیعی از سنگ‌های رسوبی تا سنگ‌های آذرین از قبیل ماسه‌سنگ، شیل، متاآندزیت، تراکی آندزیت و بازالت
۷	محیط تکتونیکی	حواشی فعال قاره‌ای و محیط‌های تکتونیکی فعال و جزایر قوسی و زون‌های فرورانش	حوض‌های درون قاره‌ای و محیط‌های تکتونیکی غیر فعال با توالی‌های ضخیم رسوبی و دگرگونی آن‌ها
۸	مثال	ایران، مکزیک، نیوزلند، فیلیپین و آلمان	چین، روسیه و برزیل





# فصل سوم

---

## فهرست خدمات اکتشافی







### ۳-۱- مرحله شناسایی

هدف از مرحله شناسایی بررسی عمومی اکتشافی در یک ناحیه برای آثاریابی و تعیین مناطق امیدبخش بر اساس اطلاعات پایه موجود و مشخص کردن نواحی مستعد برای انجام مرحله پی‌جویی است. مطالعات انجام گرفته در این مرحله عمدتاً به صورت دفتری است و تنها بازدیدهای صحرایی برای کنترل زمینی انجام می‌گیرد. در این مرحله اطلاعات و مدارک به شرح زیر مورد نیاز است:

الف- نقشه‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵۰,۰۰۰ زمین‌شناسی

ب- نقشه‌های ژئوشیمی ۱:۱۰۰,۰۰۰

پ- نقشه‌های ۱:۵۰,۰۰۰ و ۱:۲۵۰,۰۰۰ توپوگرافی

ت- عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۵۰,۰۰۰

### ۳-۱-۱- طراحی و برنامه‌ریزی

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

الف- جمع‌آوری اطلاعات و نقشه‌های زمین‌شناسی و ژئوشیمیایی ناحیه مورد مطالعه

ب- بررسی نوع کانسار محتمل در منطقه و مدلسازی با استفاده از تئوری‌های اکتشافی

پ- برنامه زمان‌بندی متناسب با پیش‌بینی حجم عملیات و هزینه

### ۳-۱-۲- بررسی و مطالعات دفتری

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

الف- مطالعه کلیه گزارش‌ها و کارهای انجام شده قبلی

ب- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و توپوگرافی (در صورت وجود)

پ- استفاده از پایگاه داده‌های اطلاعاتی (در صورت وجود)

ت- تهیه نقشه‌های موضوعی بر اساس نقشه‌های موجود و پراکنندگی کانسارهای آنتیموان

ث- استفاده از تکنیک‌های دورسنجی و تفکیک خطواره‌ها، گسل‌ها و ساختارهای حلقوی (در صورت لزوم)

### ۳-۱-۳- عملیات صحرایی

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. در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

الف- انتخاب مسیرهای پیمایش

ب- بررسی‌های صحرایی و پیاده کردن مسیرهای پیمایش بر روی نقشه‌های پایه

پ- تهیه کروکی شماتیک از پدیده‌های کانی‌ساز و رگه‌های معدنی



ت- برداشت نمونه به صورت محدود از رخنمون‌های معدنی

### ۳-۱-۴- تلفیق و پردازش داده‌ها

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

الف- تلفیق نتایج مطالعات دفتری و بازدیدهای صحرایی

ب- تجزیه شیمیایی نمونه‌های برداشت شده از رگه‌ها و سنگ میزبان کانی‌سازی برای عناصر (Pb, Zn, Sb, Hg, Au, As) (Ag) به روش ICP-MS یا ICP-OES و یا AAS و تحلیل نتایج آن‌ها به همراه مطالعات کانی‌شناسی

پ- تعیین مناطق امیدبخش و الویت‌بندی آن‌ها

ت- بررسی‌های عمومی مناطق از نظر راه‌های دسترسی، وضعیت توپوگرافی، شرایط آب و هوایی

ث- ارزیابی برنامه پی‌جویی و پیش‌بینی هزینه‌ها در مناطق امیدبخش

### ۳-۱-۵- تهیه گزارش مرحله شناسایی

گزارش مرحله شناسایی باید شامل موارد زیر باشد:

- مقدمه شامل اهداف، کارهای انجام شده قبلی و نظایر آن‌ها

- مشخصات عمومی منطقه شامل موقعیت جغرافیایی، راه‌های دسترسی، وضعیت آب و هوایی، توزیع و پراکندگی جمعیتی

- زمین‌شناسی عمومی شامل زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی، چینه‌شناسی و تکتونیک

- زمین‌شناسی معدنی شامل زمین‌شناسی واحدهای دارای پتانسیل (کمرپایین، کمربالا، گسترش مکانی)، زمین‌شناسی ساختمانی

و ویژگی‌های پتانسیل‌های معدنی

- تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات کانی‌شناسی (پراش اشعه ایکس) و تجزیه شیمیایی

- تبیین روش اکتشافی متناسب با ویژگی‌های ذخایر منطقه

- برآورد ذخیره زمین‌شناسی در رده (۳۳۴) بر اساس نشریه "دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی" شماره ۳۷۹

### ۳-۱-۶- پیوست‌های گزارش

مدارک زیر باید به پیوست گزارش مرحله شناسایی ارائه شود:

- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰

- نقشه نیم‌رخ‌های پیمایش سطحی با مقیاس ۱:۵,۰۰۰

- نتایج مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی

چک لیست مطالعات انجام شده در مرحله شناسایی و گزارش مربوطه در جدول ۳-۱-۳ ارائه شده است.



جدول ۳-۱- چک لیست مرحله شناسایی

شرح		عملیات			کنترل	
		تایید	بازنگری	تکرار		
اطلاعات و مدارک مورد نیاز					<ul style="list-style-type: none"> <li>- نقشه‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵۰,۰۰۰ زمین‌شناسی</li> <li>- نقشه‌های ژئوشیمی ۱:۱۰۰,۰۰۰</li> <li>- نقشه‌های ۱:۵۰,۰۰۰ و ۱:۲۵۰,۰۰۰ توپوگرافی</li> <li>- عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۵۰,۰۰۰</li> </ul>	
طراحی و برنامه‌ریزی					<ul style="list-style-type: none"> <li>- جمع‌آوری اطلاعات و نقشه‌های زمین‌شناسی ناحیه مورد مطالعه</li> <li>- بررسی نوع کانسار محتمل در منطقه و مدلسازی با استفاده از تئوری‌ها اکتشافی</li> <li>- برنامه زمان‌بندی متناسب با پیش‌بینی حجم عملیات و هزینه</li> </ul>	
بررسی و مطالعات دفتری					<ul style="list-style-type: none"> <li>- مطالعه کلیه گزارش‌ها و کارهای انجام شده قبلی</li> <li>- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و توپوگرافی (در صورت وجود)</li> <li>- استفاده از پایگاه داده‌های اطلاعاتی (در صورت وجود)</li> <li>- تهیه نقشه‌های موضوعی بر اساس نقشه‌های موجود و پراکندگی کانسارهای آنتیموان</li> <li>- استفاده از تکنیک‌های دورسنجی و تفکیک خطواره‌ها، گسل‌ها و ساختارهای حلقوی (در صورت لزوم)</li> </ul>	
عملیات صحرایی					<ul style="list-style-type: none"> <li>- انتخاب مسیرهای پیمایش</li> <li>- بررسی‌های صحرایی و پیاده کردن مسیرهای پیمایش بر روی نقشه‌های پایه</li> <li>- تهیه کروکی شماتیک از پدیده‌های کانی‌ساز و رگه‌های معدنی</li> <li>- برداشت نمونه به صورت محدود از رخنمون‌های معدنی</li> </ul>	
تلفیق و پردازش داده‌ها					<ul style="list-style-type: none"> <li>- تلفیق نتایج مطالعات دفتری و بازدیدهای صحرایی</li> <li>- تجزیه شیمیایی نمونه‌های برداشت شده از رگه‌ها و سنگ میزبان کانی‌سازی برای عناصر (Pb, Zn, As, Sb, Hg, Au, Ag) به روش ICP-MS یا ICP-OES و AAS و تحلیل نتایج آن‌ها به همراه مطالعات کانی‌شناسی</li> <li>- تعیین مناطق امیدبخش و الویت‌بندی آن‌ها</li> <li>- بررسی‌های عمومی مناطق از نظر راه‌های دسترسی، وضعیت توپوگرافی، شرایط آب و هوایی</li> <li>- ارائه برنامه پی‌جویی و پیش‌بینی هزینه‌ها در مناطق امیدبخش</li> </ul>	
تهیه گزارش					<ul style="list-style-type: none"> <li>- مقدمه شامل اهداف، کارهای انجام شده قبلی و نظایر آن‌ها</li> <li>- مشخصات عمومی منطقه شامل موقعیت جغرافیایی، راه‌های دسترسی، وضعیت آب و هوایی، توزیع و پراکندگی جمعیتی</li> <li>- زمین‌شناسی عمومی شامل زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی، چینه‌شناسی و تکتونیک</li> <li>- زمین‌شناسی معدنی شامل زمین‌شناسی واحدهای دارای پتانسیل (کمبراین، کمربالا، گسترش مکانی)، زمین‌شناسی ساختمانی و ویژگی‌های پتانسیل‌های معدنی</li> </ul>	

## ادامه جدول ۳-۱- چک لیست مرحله شناسایی

کنترل			شرح
تکرار	بازنگری	تایید	
			<p>- تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات کانی‌شناسی (پراش اشعه ایکس) و تجزیه شیمیایی</p> <p>- تبیین روش اکتشافی متناسب با ویژگی‌های ذخایر منطقه</p> <p>- برآورد ذخیره زمین‌شناسی در رده (۳۳۴) بر اساس نشریه "دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی" شماره ۳۷۹</p>
			<p>- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰</p> <p>- نقشه نیمرخ‌های پیمایش سطحی با مقیاس ۱:۵,۰۰۰</p> <p>- نتایج مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی</p>

## ۳-۲- مرحله پی‌جویی

هدف از مرحله پی‌جویی بررسی‌های سیستماتیک در مناطق امیدبخش به منظور تعیین محدوده‌های اکتشافی است. در این مرحله مطالعات، به صورت سیستماتیک از معیارهای زمین‌شناسی به همراه عملیات صحرایی و انجام حفاریات سطحی و کم‌عمق استفاده و کلیه اطلاعات مورد نیاز برای طراحی مفهومی ارایه می‌شود. در این مرحله اطلاعات و مدارکی به شرح زیر مورد نیاز است:

الف- نقشه‌های ۱:۲۵,۰۰۰ زمین‌شناسی (در صورت وجود)

ب- نقشه‌های ژئوشیمی ۱:۱۰۰,۰۰۰

پ- نقشه‌های ۱:۲۰,۰۰۰ یا ۱:۲۵,۰۰۰ توپوگرافی

ت- عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۵۰,۰۰۰

ث- بررسی نقشه‌های تهیه شده در مرحله شناسایی نظیر نقشه پراکندگی ذخایر و منابع

## ۳-۲-۱- طراحی و برنامه‌ریزی

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

الف- جمع‌آوری و مطالعه کلیه گزارش‌های موجود از جمله گزارش مرحله شناسایی

ب- بررسی نوع کانسار یا کانسارهای محتمل در منطقه و مشخص کردن استراتژی اکتشافی

## ۳-۲-۲- بررسی و مطالعات دفتری

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

الف- مطالعه کلیه گزارش‌ها و کارهای انجام شده قبلی

ب- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و توپوگرافی

پ- استفاده از پایگاه داده‌های اطلاعاتی (در صورت وجود)



- ت- تهیه نقشه‌های موضوعی بر اساس نقشه‌های موجود و پراکندگی کانسارهای آنتیموان
- ث- مطالعه نتایج دورسنجی (در صورت وجود)
- ج- تعیین محدوده‌هایی که باید از آن‌ها نقشه زمین‌شناسی تهیه شود.
- چ- تعیین محل حفريات اکتشافی

### ۳-۲-۳- عملیات صحرائی و مطالعات آزمایشگاهی

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- تهیه نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰ تا ۱:۲۵,۰۰۰
- ب- تهیه نیمرخ‌های زمین‌شناسی و پیش‌بینی وضعیت احتمالی زون معدنی در عمق
- پ- مطالعات ژئوشیمیایی به روش‌های رسوبات آبراهه‌ای، کانی سنگین و لیتوژئوشیمی
- ت- مطالعات ژئوفیزیک به روش‌های الکترومغناطیس هوایی و یا زمینی در شبکه منظم ۵۰۰×۵۰۰ متر و عملیات ژئوفیزیکی زمینی با روش IP و SP با در نظر گرفتن سنگ میزبان و کانی‌های غالب منطقه به مقیاس ۱:۱,۰۰۰ برای شناسایی زون‌های سولفیدی آنتیموان (در صورت صلاحدید کارشناس خبره)
- ث- پیاده کردن محل‌های حفاری سطحی (ترانشه و چاهک)
- ج- حفر ترانشه و چاهک
- چ- برداشت ترانشه‌ها (دیواره و کف) و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰۰
- ح- نمونه‌برداری از رخنمون‌های سطحی و حفريات اکتشافی
- خ- مطالعات کانی‌شناسی صنعتی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها
- د- انجام آزمایش‌های فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی

### ۳-۲-۴- تلفیق و پردازش داده‌ها

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- تلفیق نتایج مطالعات سطحی (نقشه و نیمرخ) با نتایج حفريات اکتشافی
- ب- تعیین محدوده زون یا زون‌های اکتشافی و کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی
- پ- تخمین منبع معدنی
- ت- تحلیل نتایج مطالعات کانی‌شناسی صنعتی، تجزیه شیمیایی
- ث- تجزیه و تحلیل نتایج آزمون‌های فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی
- ج- تعیین مناطق دارای الویت اکتشافی
- چ- انجام مطالعات فرصت‌سنجی و برآورد اقتصادی اولیه
- ح- ارزیابی برنامه اکتشاف عمومی و تعیین زیرساخت‌های مورد نیاز به همراه برآورد هزینه‌ها



### ۳-۲-۵- تهیه گزارش مرحله پی جویی

گزارش مرحله پی جویی باید شامل موارد زیر باشد:

- مقدمه شامل اهداف، کارهای انجام شده قبلی و نظایر آن
- مشخصات عمومی منطقه شامل موقعیت جغرافیایی، راههای دسترسی، وضعیت آب و هوایی، توزیع و پراکندگی جمعیتی و زیر ساخت‌های محدوده‌های اکتشافی
- زمین‌شناسی عمومی شامل زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی، چینه‌شناسی و تکتونیک
- زمین‌شناسی معدنی شامل زمین‌شناسی واحدهای دارای پتانسیل (کمرپایین، کمربالا و گسترش مکانی)، زمین‌شناسی ساختمانی، تعیین گسترش و پیوستگی زون معدنی
- تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات ژئوشیمی و ژئوفیزیکی
- تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات کانی‌شناسی صنعتی، تجزیه شیمیایی و آزمون‌های فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی
- تبیین روش اکتشافی متناسب با ویژگی‌ها و نحوه کانی‌سازی با در نظر گرفتن کنترل‌کننده‌های ساختمانی و چینه‌شناسی ذخایر
- برآورد منبع در رده (۳۳۳) بر اساس نشریه "دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی" شماره ۳۷۹
- مطالعات فرصت‌سنجی
- نتیجه‌گیری و پیشنهاد ادامه یا توقف عملیات اکتشافی

### ۳-۲-۶- پیوست‌های گزارش

مدارک زیر باید به پیوست گزارش مرحله پی جویی ارائه شود:

- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ تا ۱:۲۰,۰۰۰
  - نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰
  - نقشه‌های ژئوشیمی ۱:۱۰۰,۰۰۰
  - نقشه‌ها و نیمرخ‌های ژئوفیزیکی به مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰
  - نقشه موقعیت حفاریات سطحی و محل نمونه‌برداری‌ها
  - نیمرخ‌های برداشت ترانشه‌ها و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰۰
  - نتایج مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی
  - نتایج آزمایش‌های فرآوری انجام شده در مقیاس آزمایشگاهی
- چک لیست مطالعات انجام شده در مرحله پی جویی و گزارش مربوطه در جدول ۳-۲ ارائه شده است.



جدول ۳-۲- چک لیست مرحله پی جویی

کنترل			شرح
تکرار	بازنگری	تایید	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- نقشه‌های ۱:۲۵,۰۰۰ زمین‌شناسی (در صورت وجود)</li> <li>- نقشه‌های ژئوشیمی ۱:۱۰۰,۰۰۰</li> <li>- نقشه‌های ۱:۲۰,۰۰۰ یا ۱:۲۵,۰۰۰ توپوگرافی</li> <li>- عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۵۰,۰۰۰</li> <li>- بررسی نقشه‌های تهیه شده در مرحله شناسایی نظیر نقشه پراکندگی ذخایر و منابع</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- جمع‌آوری و مطالعه کلیه گزارش‌های موجود از جمله گزارش مرحله شناسایی</li> <li>- بررسی نوع کانسار یا کانسارهای محتمل در منطقه و مشخص کردن استراتژی اکتشافی</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- مطالعه کلیه گزارش‌ها و کارهای انجام شده قبلی</li> <li>- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و توپوگرافی</li> <li>- استفاده از پایگاه داده‌های اطلاعاتی (در صورت وجود)</li> <li>- تهیه نقشه‌های موضوعی بر اساس نقشه‌های موجود و پراکندگی کانسارهای آنتیموان</li> <li>- مطالعه نتایج دورسنجی (در صورت وجود)</li> <li>- تعیین محدوده‌هایی که باید از آن‌ها نقشه زمین‌شناسی تهیه شود.</li> <li>- تعیین محل حفاریات اکتشافی</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- تهیه نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰ تا ۱:۲۵,۰۰۰</li> <li>- تهیه نیمرخ‌های زمین‌شناسی و پیش‌بینی وضعیت احتمالی زون معدنی در عمق</li> <li>- مطالعات ژئوشیمیایی به روش‌های رسوبات آبراه‌های، کانی سنگین و لیتوژئوشیمی</li> <li>- مطالعات ژئوفیزیک به روش‌های الکترومغناطیس هوایی و یا زمینی در شبکه منظم ۵۰۰×۵۰۰ متر و عملیات ژئوفیزیکی زمینی با روش IP و SP با در نظر گرفتن سنگ میزبان و کانی‌های غالب منطقه به مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰ برای شناسایی زون‌های سولفیدی آنتیموان (در صورت صلاحدید کارشناس خبره)</li> <li>- پیاده کردن محل‌های حفاری سطحی (ترانشه و چاهک)</li> <li>- حفر ترانشه و چاهک</li> <li>- برداشت ترانشه‌ها (دیواره و کف) و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰۰</li> <li>- نمونه‌برداری از رخنمون‌های سطحی و حفاریات اکتشافی</li> <li>- مطالعات کانی‌شناسی صنعتی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها</li> <li>- انجام آزمایش‌های فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- تلفیق نتایج مطالعات سطحی (نقشه و نیمرخ) با نتایج حفاریات اکتشافی</li> <li>- تعیین محدوده زون یا زون‌های اکتشافی و کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی</li> <li>- تخمین منبع معدنی</li> <li>- تحلیل نتایج مطالعات کانی‌شناسی صنعتی، تجزیه شیمیایی</li> <li>- تجزیه و تحلیل نتایج آزمون‌های فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی</li> <li>- تعیین مناطق دارای الویت اکتشافی</li> <li>- انجام مطالعات فرصت‌سنجی و برآورد اقتصادی اولیه</li> <li>- ارائه برنامه اکتشاف عمومی و تعیین زیرساخت‌های مورد نیاز به همراه برآورد هزینه‌ها</li> </ul>



## ادامه جدول ۳-۲- چک لیست مرحله پی جویی

کنترل			شرح
تکرار	بازنگری	تایید	
			<p>- مقدمه شامل اهداف، کارهای انجام شده قبلی و نظایر آن</p> <p>- مشخصات عمومی منطقه شامل موقعیت جغرافیایی، راه‌های دسترسی، وضعیت آب و هوایی، توزیع و پراکندگی جمعیتی و زیر ساخت‌های محدوده‌های اکتشافی</p> <p>- زمین‌شناسی عمومی شامل زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی، چینه‌شناسی و تکنونیک</p> <p>- زمین‌شناسی معدنی شامل زمین‌شناسی واحدهای دارای پتانسیل (کمبریین، کمربالا و گسترش مکانی)، زمین‌شناسی ساختمانی، تعیین گسترش و پیوستگی زون معدنی</p> <p>- تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات ژئوشیمی و ژئوفیزیکی</p> <p>- تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات کانی‌شناسی صنعتی، تجزیه شیمیایی و آزمون‌های فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی</p> <p>- تبیین روش اکتشافی متناسب با ویژگی‌ها و نحوه کانی‌سازی با در نظر گرفتن کنترل‌کننده‌های ساختمانی و چینه‌شناسی ذخایر</p> <p>- برآورد منبع در رده (۳۳۳) بر اساس نشریه "دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی" شماره ۳۷۹</p> <p>- مطالعات فرصت‌سنجی</p> <p>- نتیجه‌گیری و پیشنهاد ادامه یا توقف عملیات اکتشافی</p>
			<p>- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ تا ۱:۲۵,۰۰۰</p> <p>- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰</p> <p>- نقشه‌های ژئوشیمی ۱:۱۰۰,۰۰۰</p> <p>- نقشه‌ها و نیمرخ‌های ژئوفیزیکی به مقیاس ۱:۱,۰۰۰</p> <p>- نقشه موقعیت حفاریات سطحی و محل نمونه‌برداری‌ها</p> <p>- نیمرخ‌های برداشت ترانسه‌ها و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰۰</p> <p>- نتایج مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی</p> <p>- نتایج آزمایش‌های فرآوری انجام شده در مقیاس آزمایشگاهی</p>

## ۳-۳- مرحله اکتشاف عمومی

هدف از مرحله اکتشاف عمومی بررسی‌های سیستماتیک در محدوده‌های معدنی به منظور تعیین حدود کانسار است. در این مرحله بر اساس مطالعات سیستماتیک محدوده دقیق کانسار مشخص و وضعیت ماده معدنی در عمق و پیوستگی آن تعیین می‌شود و کلیه اطلاعات مورد نیاز برای طراحی پایه جمع‌آوری می‌شود. در این مرحله اطلاعات و مدارکی به شرح زیر مورد نیاز است:

- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ یا ۱:۲۵,۰۰۰

- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰

- نقشه ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی تهیه شده در مرحله قبلی





**۳-۳-۱- طراحی و برنامه‌ریزی**

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- جمع‌آوری و مطالعه کلیه گزارش‌های موجود از جمله گزارش‌های مرحله شناسایی و پی‌جویی
- ب- بررسی تیپ و نحوه کانی‌سازی و تعیین استراتژی مناسب برای پی بردن به گسترش سطحی و عمقی، پیوستگی ماده معدنی و هندسه کانسار
- پ- تعیین زیرساخت‌های مورد نیاز برای انجام حفاری‌های اکتشافی
- ت- برآورد زمان و هزینه

**۳-۳-۲- بررسی و مطالعات دفتری**

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- مطالعه کلیه گزارش‌ها و کارهای انجام شده قبلی از جمله مراحل شناسایی و پی‌جویی
- ب- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و نیمرخ‌های تهیه شده
- پ- تعیین محدوده‌هایی که باید از آن‌ها نقشه زمین‌شناسی اکتشافی به مقیاس ۱:۵,۰۰۰ تا ۱:۱۰,۰۰۰ تهیه شود.
- ت- طراحی شبکه اکتشاف عمومی و زمان‌بندی آن
- ث- تعیین محل حفاریات اکتشافی و برآورد حجم آن‌ها
- ج- تعیین تعداد نمونه‌های مورد نیاز از رخنمون‌ها و حفاریات اکتشافی
- چ- تعیین تعداد و انواع تجزیه‌های مورد نیاز از نمونه‌ها

**۳-۳-۳- عملیات صحرائی و مطالعات آزمایشگاهی**

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- تهیه نقشه زمین‌شناسی و توپوگرافی با مقیاس ۱:۵,۰۰۰ تا ۱:۱۰,۰۰۰
- ب- تهیه نیمرخ‌های اکتشافی و پیش‌بینی وضعیت احتمالی زون معدنی در عمق
- پ- عملیات ژئوفیزیکی زمینی با روش IP و SP با در نظر گرفتن سنگ میزبان و کانی‌های غالب منطقه به مقیاس ۱:۵۰۰ برای شناسایی زون‌های سولفیدی آنتیموان
- ت- پیاده کردن موقعیت حفاریات اکتشافی سطحی (ترانشه و چاهک)
- ث- پیاده کردن موقعیت حفاری عمقی
- ج- حفر ترانشه و چاهک
- چ- برداشت ترانشه‌ها (دیواره و کف) و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰۰ و برداشت نمونه
- ح- تلفیق نتایج برداشت‌های سطحی و حفاریات اکتشافی به منظور تعیین و تصحیح موقعیت حفاری‌ها و تعیین شیب آن‌ها
- خ- حفاری مغزه‌گیری (حداقل ۳۰۰ متر) در چند تراز (از عمق ۳۰ تا ۱۰۰ متر) و اعماق بیشتر در صورت مثبت بودن

- د- تهیه نمودار حفاری و برداشت نمونه
- ذ- انجام مطالعات مهندسی، ژئوتکنیک و ژئومکانیک

### ۳-۳-۴- تلفیق و پردازش داده‌ها

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- تلفیق نتایج مطالعات سطحی (نقشه و نیمرخ) با نتایج حفاریات اکتشافی
- ب- تعیین حدود زون یا زون‌های معدنی و کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی
- پ- تعیین شکل هندسی کانسار شامل ابعاد و پیوستگی ماده معدنی
- ت- زون‌بندی ذخیره بر اساس کیفیت ماده معدنی (عیار، وزن مخصوص، حضور کانی‌های مزاحم مانند کلسیت، کوارتز و کانی‌های آهن‌دار)
- ث- تحلیل نتایج مطالعات کانی‌شناسی صنعتی و تجزیه شیمیایی
- ج- تعیین عیار حد
- چ- تخمین منبع و ذخیره معدنی با بیش از یک روش
- ح- انجام مطالعات فرآوری در مقیاس پایه
- خ- انجام مطالعات طراحی معدن در مقیاس پایه (در صورت لزوم)
- د- انجام مطالعات پیش‌امکان‌سنجی
- ذ- تعیین محدوده یا محدوده‌های دارای الویت اکتشافات تفصیلی
- ر- ارایه برنامه اکتشاف تفصیلی، تعیین زیرساخت‌های مورد نیاز و پیش‌بینی زمان و هزینه
- ز- تهیه بانک اطلاعاتی

### ۳-۳-۵- تهیه گزارش مرحله اکتشاف عمومی

گزارش مرحله اکتشاف عمومی باید شامل موارد زیر باشد:

- الف- مقدمه شامل اهداف، کارهای انجام شده قبلی و نظایر آن‌ها
- ب- مشخصات عمومی منطقه شامل موقعیت جغرافیایی، راه‌های دسترسی، وضعیت آب و هوایی، توزیع و پراکندگی جمعیتی، زمین‌ریخت‌شناسی و زیرساخت‌های محدوده‌های اکتشافی
- پ- زمین‌شناسی عمومی شامل زمین‌شناسی، چینه‌شناسی و تکتونیک
- ت- زمین‌شناسی معدنی شامل زمین‌شناسی واحدهای دارای پتانسیل (کمبراین، کمربالا، گسترش مکانی)، زمین‌شناسی ساختمانی، تعیین گسترش و پیوستگی زون معدنی

ث- تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی

ج- تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات کانی‌شناسی صنعتی و تجزیه شیمیایی



چ- تحلیل نتایج فرآوری

ح- برآورد ذخیره در رده (۲۲۲) بر اساس نشریه "دستورالعمل رده بندی ذخایر معدنی" شماره ۳۷۹

خ- مطالعات پیش امکان سنجی بر اساس طراحی پایه معدنی

د- نتیجه گیری و تعیین معیارهای ادامه یا توقف عملیات اکتشافی

### ۳-۳-۶- پیوست های گزارش

مدارک زیر باید به پیوست گزارش مرحله اکتشاف عمومی ارایه شود:

الف- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ یا ۱:۲۰،۰۰۰ تا ۱:۲۵،۰۰۰

ب- نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۵،۰۰۰ تا ۱:۱۰،۰۰۰

پ- نقشه و نیمرخ های ژئوفیزیکی با مقیاس ۱:۵۰۰

ت- نقشه موقعیت حفاریات اکتشافی سطحی و محل نمونه برداری ها

ث- نقشه های ژئوشیمیایی موضوعی برای پنج عنصر آنتیموان، آرسنیک، جیوه، طلا و نقره

ج- نیمرخ های برداشت ترانسه ها و چاهک ها به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰۰

چ- نتایج مطالعات کانی شناسی و تجزیه شیمیایی

ح- نتایج آزمایش های انجام شده در مرحله مطالعات فرآوری در مقیاس پایه

چک لیست مطالعات انجام شده در مرحله اکتشاف عمومی و گزارش مربوطه در جدول ۳-۳ ارایه شده است.

جدول ۳-۳- چک لیست مرحله اکتشاف عمومی

شرح	عملیات	کنترل		
		تایید	بازنگری	تکرار
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	<ul style="list-style-type: none"> <li>- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ یا ۱:۲۰،۰۰۰</li> <li>- نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰</li> <li>- نقشه ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی تهیه شده در مرحله قبلی</li> </ul>			
طراحی و برنامه ریزی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- جمع آوری و مطالعه کلیه گزارش های موجود از جمله گزارش های مرحله شناسایی و پی جویی</li> <li>- بررسی تیپ و نحوه کانی سازی و تعیین استراتژی مناسب برای پی بردن به گسترش سطحی و عمقی، پیوستگی ماده معدنی و هندسه کانسار</li> <li>- تعیین زیرساخت های مورد نیاز برای انجام حفاری های اکتشافی</li> <li>- برآورد زمان و هزینه</li> </ul>			
بررسی و مطالعات دفتری	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مطالعه کلیه گزارش ها و کارهای انجام شده قبلی از جمله مراحل شناسایی و پی جویی</li> <li>- بررسی نقشه های زمین شناسی و نیمرخ های تهیه شده</li> <li>- تعیین محدوده هایی که باید از آنها نقشه زمین شناسی اکتشافی به مقیاس ۱:۵،۰۰۰ تا ۱:۱۰،۰۰۰ تهیه شود.</li> </ul>			

## ادامه جدول ۳-۳- چک لیست مرحله اکتشاف عمومی

شرح	عملیات	کنترل		
		تایید	بازنگری	تکرار
بررسی و مطالعات دفتری	<ul style="list-style-type: none"> <li>- طراحی شبکه اکتشاف عمومی و زمان بندی آن</li> <li>- تعیین محل حفريات اکتشافی و برآورد حجم آن‌ها</li> <li>- تعیین تعداد نمونه‌های مورد نیاز از رخنمون‌ها و حفريات اکتشافی</li> <li>- تعیین تعداد و انواع تجزیه‌های مورد نیاز از نمونه‌ها</li> </ul>			
عملیات صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تهیه نقشه زمین‌شناسی و توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ تا ۱:۱۰,۰۰۰</li> <li>- تهیه نیمرخ‌های اکتشافی و پیش‌بینی وضعیت احتمالی زون معدنی در عمق</li> <li>- عملیات ژئوفیزیکی زمینی با روش IP و SP با در نظر گرفتن سنگ میزبان و کانی‌های غالب منطقه به مقیاس ۱:۵۰۰ برای شناسایی زون‌های سولفیدی آنتیموان</li> <li>- پیاده کردن موقعیت حفريات اکتشافی سطحی (ترانشه و چاهک)</li> <li>- پیاده کردن موقعیت حفاری‌های عمقی</li> <li>- حفر ترانشه و چاهک</li> <li>- برداشت ترانشه‌ها (دیواره و کف) و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰۰ و برداشت نمونه</li> <li>- تلفیق نتایج برداشت‌های سطحی و حفريات اکتشافی به منظور تعیین و تصحیح موقعیت حفاری‌ها و تعیین شیب آن‌ها</li> <li>- حفاری مغزه‌گیری (حداقل ۳۰۰ متر) در چند تراز (از عمق ۳۰ تا ۱۰۰ متر) و اعماق بیشتر در صورت مثبت بودن</li> <li>- تهیه نمودار حفاری و برداشت نمونه</li> <li>- انجام مطالعات مهندسی، ژئوتکنیک و ژئومکانیک</li> </ul>			
تلفیق و پردازش داده‌ها	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تلفیق نتایج مطالعات سطحی (نقشه و نیمرخ) با نتایج حفريات اکتشافی</li> <li>- تعیین حدود زون یا زون‌های معدنی و کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی</li> <li>- تعیین شکل هندسی کانسار شامل ابعاد و پیوستگی ماده معدنی</li> <li>- زون‌بندی ذخیره بر اساس کیفیت ماده معدنی (عیار، وزن مخصوص، حضور کانی‌های مزاحم مانند کلسیت، کوارتز و کانی‌های آهن‌دار)</li> <li>- تحلیل نتایج مطالعات کانی‌شناسی صنعتی و تجزیه شیمیایی</li> <li>- تعیین عیار حد</li> <li>- تخمین منبع و ذخیره معدنی یا بیش از یک روش</li> <li>- انجام مطالعات فرآوری در مقیاس پایه</li> <li>- انجام مطالعات طراحی معدن در مقیاس پایه (در صورت لزوم)</li> <li>- انجام مطالعات پیش‌امکان‌سنجی</li> </ul>			

## ادامه جدول ۳-۳- چک لیست مرحله اکتشاف عمومی

شرح	عملیات	کنترل		
		تایید	بازنگری	تکرار
تلفیق و پردازش داده‌ها	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تعیین محدوده یا محدوده‌های دارای الویت اکتشافات تفصیلی</li> <li>- ارایه برنامه اکتشاف تفصیلی، تعیین زیرساخت‌های مورد نیاز و پیش‌بینی زمان و هزینه</li> <li>- تهیه بانک اطلاعاتی</li> </ul>			
تهیه گزارش	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مقدمه شامل اهداف، کارهای انجام شده قبلی و نظایر آنها</li> <li>- مشخصات عمومی منطقه شامل موقعیت جغرافیایی، راه‌های دسترسی، وضعیت آب و هوایی، توزیع و پراکندگی جمعیتی، زمین‌ریخت‌شناسی و زیرساخت‌های محدوده‌های اکتشافی</li> <li>- زمین‌شناسی عمومی شامل زمین‌شناسی، چینه‌شناسی و تکتونیک</li> <li>- زمین‌شناسی معدنی شامل زمین‌شناسی واحدهای دارای پتانسیل (کمرباطین، کمربالا، گسترش مکانی)، زمین‌شناسی ساختمانی، تعیین گسترش و پیوستگی زون معدنی</li> <li>- تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی</li> <li>- تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات کانی‌شناسی صنعتی و تجزیه شیمیایی</li> <li>- تحلیل نتایج فرآوری</li> <li>- برآورد ذخیره در رده (۲۲۲) بر اساس نشریه "دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی" شماره ۳۷۹</li> <li>- مطالعات پیش امکان‌سنجی بر اساس طراحی پایه معدنی</li> <li>- نتیجه‌گیری و تعیین معیارهای ادامه یا توقف عملیات اکتشافی</li> </ul>			
پیوست‌های گزارش	<ul style="list-style-type: none"> <li>- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ یا ۱:۲۰,۰۰۰</li> <li>- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۵,۰۰۰ تا ۱:۱۰,۰۰۰</li> <li>- نقشه و نیمرخ‌های ژئوفیزیکی با مقیاس ۱:۵۰۰</li> <li>- نقشه موقعیت حفاریات اکتشافی سطحی و محل نمونه‌برداری‌ها</li> <li>- نقشه‌های ژئوشیمیایی موضوعی برای پنج عنصر آنتیموان، آرسنیک، جیوه، طلا و نقره</li> <li>- نیمرخ‌های برداشت ترانسه‌ها و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰۰</li> <li>- نتایج مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی</li> <li>- نتایج آزمایش‌های انجام شده در مرحله مطالعات فرآوری در مقیاس پایه</li> </ul>			



### ۳-۴- مرحله اکتشاف تفصیلی

هدف از مرحله اکتشاف تفصیلی بررسی‌های سیستماتیک به منظور تعیین مشخصات دقیق سه بعدی کانسار است. در این مرحله کلیه مطالعات لازم برای تهیه داده‌های مورد نیاز طراحی تفصیلی معدن انجام می‌گیرد. در این مرحله اطلاعات و مدارکی به شرح زیر مورد نیاز است:

- جمع‌آوری گزارش مرحله اکتشاف عمومی
- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ تا ۱:۵۰,۰۰۰
- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ تا ۱:۵۰,۰۰۰
- نیمرخ برداشت ترانشه‌ها و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰۰
- نقشه‌های ژئوفیزیکی تهیه شده در مرحله قبل
- نتایج مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی مراحل قبلی
- نتایج مطالعات فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی و پایه

### ۳-۴-۱- طراحی و برنامه‌ریزی

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- جمع‌آوری و مطالعه کلیه گزارش‌های موجود از جمله گزارش‌های مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی
- ب- بررسی عوامل کنترل‌کننده موضعی کانی‌سازی و تعیین روش مناسب برای افزایش چگالی شبکه اکتشافی برای پی بردن به گسترش سه بعدی کانسار، پیوستگی ماده معدنی و هندسه کانسار در بلوک‌های قابل استخراج
- پ- تعیین زیر ساخت‌های مورد نیاز برای انجام حفاریات اکتشافی
- ت- برآورد زمان و هزینه

### ۳-۴-۲- بررسی و مطالعات دفتری

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- مطالعه کلیه گزارش‌ها و کارهای انجام شده قبلی از جمله مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی و تحلیل کامل آن‌ها برای مشخص کردن بلوک‌هایی که باید عملیات اکتشاف تفصیلی در آن‌ها انجام گیرد.
- ب- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و نیمرخ‌های تهیه شده
- پ- تعیین محدوده‌ای که باید نقشه زمین‌شناسی اکتشافی آن تهیه شود.
- ت- تعیین محل حفاریات اکتشافی و برآورد حجم آن‌ها
- ث- تعیین تعداد نمونه‌های مورد نیاز از رخنمون‌ها و حفاریات اکتشافی
- ج- تعیین تعداد و انواع تجزیه‌های مورد نیاز از نمونه‌ها
- چ- تعیین نحوه برداشت نمونه معرف



ح- طراحی شبکه اکتشاف تفصیلی بر اساس خصوصیات کانی سازی و زمین شناسی منطقه و برآورد حجم عملیات

### ۳-۴-۳- عملیات صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- تهیه نقشه زمین شناسی و توپوگرافی با مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰ تا ۱:۲,۰۰۰ با برداشت زمینی و استفاده از دوربین نقشه برداری
- ب- تهیه نقشه های زمین شناسی منطقه با مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰ تا ۱:۲,۰۰۰ و مشخص کردن موقعیت رگه های آنتیموان در نقشه
- پ- تهیه نیمرخ های اکتشافی
- ت- عملیات ژئوفیزیکی با روش IP و SP با در نظر گرفتن سنگ میزبان و کانی های غالب منطقه به مقیاس ۱:۱۰۰ برای شناسایی زون های سولفیدی آنتیموان
- ث- پیاده کردن موقعیت حفاریات اکتشافی سطحی تکمیلی
- ج- پیاده کردن موقعیت حفاریات اکتشافی عمقی
- چ- حفر ترانشه و چاهک های تکمیلی
- ح- برداشت ترانشه ها (دیواره و کف) و چاهک ها به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰۰ و برداشت نمونه
- خ- تلفیق نتایج برداشت های سطحی و حفاریات اکتشافی به منظور تعیین و تصحیح موقعیت حفاریات اکتشافی تکمیلی
- د- حفاری مغزه گیری در چند تراز (۳۰ تا ۱۰۰ متر) برای دسترسی به پیکره کانسار
- ذ- تهیه نمودار گمانه و برداشت نمونه
- ر- مطالعات درزه نگاری، ویژگی های زون معدنی، باطله و سنگ میزبان به منظور مشخص کردن ویژگی های مکانیکی سنگ ها در مقیاس آزمایشگاهی و برجا و زون بندی مهندسی رفتار سنگ ها در محدوده کانسار
- ز- مطالعات آب شناسی و زمین آب شناسی نظیر بررسی سطح ایستابی، ویژگی های آبخوان ها، شرایط هیدرودینامیکی و تخمین حجم آب ورودی به محدوده معدن
- مطالعات کانی شناسی و تجزیه نمونه ها (در این روش از روش های تجزیه اختصاصی با صحت و دقت بالا استفاده می شود. نتایج باید به نحوی باشد که عیار حد و متوسط را بتوان با دقت ۱/۰ درصد تعیین کرد.)
- تهیه نقشه مطالعات عملیات ژئوفیزیکی با روش IP و SP با در نظر گرفتن سنگ میزبان و کانی های غالب منطقه به مقیاس ۱:۱۰۰ برای شناسایی زون های سولفیدی آنتیموان
- تجزیه شیمیایی حداقل ۱۰۰ نمونه سنگی از مغزه های حفاری استخراج شده برای عناصر Sb, Bi, Zn, Pb, As, Ag, Au, Hg, Cd به روش ICP-MS یا ICP-OES یا ASS و یا انجام آزمایش های فرآوری در مقیاس پیشاهنگ



### ۳-۴-۴- تلفیق و پردازش داده‌ها

- الف- تلفیق نتایج مطالعات سطحی (نقشه و نیمرخ) با نتایج حفریات اکتشافی
- ب- تعیین حدود دقیق کانسار
- پ- تعیین شکل هندسی کانسار شامل ابعاد و پیوستگی ماده معدنی
- ت- زون‌بندی ذخیره بر اساس کیفیت ماده معدنی (عیار، وزن مخصوص، حضور کانی‌های مزاحم مانند اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن، کلسیت و کوارتز)
- ث- تحلیل نتایج مطالعات کانی‌شناسی صنعتی و تجزیه شیمیایی
- ج- تعیین عیار حد
- چ- تخمین ذخیره معدنی به کمک بیش از یک روش و مدل‌سازی هندسی پیکره کانسار و بلوک‌بندی
- ح- ارزیابی ذخیره با در نظر گرفتن عیار، وزن مخصوص و نتایج مطالعات فرآوری
- خ- انجام مطالعات طراحی معدن در مقیاس پایه (در صورت لزوم)
- د- انجام مطالعات امکان‌سنجی
- ذ- تحلیل نتایج حاصل از مطالعات آب‌زمین‌شناسی
- ر- رده‌بندی ذخیره بر اساس نشریه "دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی" شماره ۳۷۹
- ز- 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).
- س- تنظیم اطلاعات، دسته‌بندی، کدگذاری و ثبت داده‌ها در بانک اطلاعات و تلفیق داده‌های اطلاعاتی در سیستم GIS
- ش- تهیه بانک اطلاعاتی

### ۳-۴-۵- تهیه گزارش مرحله اکتشاف تفصیلی

گزارش مرحله اکتشاف تفصیلی باید شامل موارد زیر باشد:

- الف- چکیده
- چکیده باید شامل خلاصه‌ای از کلیه بررسی‌های انجام شده تا نتیجه‌گیری نهایی باشد.
- ب- فهرست‌ها
- فهرست مطالب
- فهرست شکل‌ها
- فهرست جدول‌ها
- پ- مقدمه
- ت- خلاصه عملیات انجام شده در مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی
- ث- اطلاعات کلی منطقه





- موقعیت جغرافیایی
- وضعیت آب و هوایی
- وضعیت راه‌ها
- وضعیت اجتماعی
- ج- زمین‌شناسی محدوده معدنی
  - زمین‌شناسی ناحیه‌ای
  - زمین‌شناسی دقیق محدوده معدنی (محدوده نقشه) شامل چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی
  - نوع، امتداد، شیب و لغزش هر یک از گسل‌ها و عملکرد آن‌ها
  - زمین‌ساخت محدوده معدنی
  - دگرسانی
  - کانی‌سازی (نوع و کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی)
- چ- عملیات اکتشافی
  - عملیات نقشه‌برداری (توپوگرافی و زمین‌شناسی)
  - جاده‌سازی و ایجاد راه‌های دسترسی
  - نتایج برداشت‌های ژئوفیزیکی
  - طراحی شبکه حفاریات شامل ترانشه‌ها و گمانه‌های اکتشافی
  - برداشت زمین‌شناسی ترانشه‌ها، گمانه‌ها و نمونه‌برداری
  - تفسیر نتایج تجزیه شیمیایی، کانی‌شناسی، دگرسانی و نظایر آن
  - درزه‌نگاری و مطالعات مکانیک سنگ بر روی مغزه‌ها
  - چاه پیمایی و چاه‌نگاری (در صورت نیاز)
  - تعیین وزن مخصوص و عیار
- ح- برآورد ذخیره
  - مدلسازی پیکره کانسار و بلوک‌بندی
  - تعیین عیار حد و عیار بهینه و منحنی تناژ-عیار
  - تخمین ذخیره به روش‌های کلاسیک و زمین‌آمار
- خ- مطالعات آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی
  - بررسی سطح ایستابی، آب‌های ورودی آبخوان‌ها و شرایط آب‌زمین‌شناسی
  - ویژگی‌های آبخوان‌ها (نظیر قابلیت تراوایی، گسل‌ها، پدیده‌های کارستی و آبخوان‌های تحت فشار)
  - کیفیت منابع آب (صنعتی- شرب)
  - تخمین حجم آب ورودی به محدوده معدن در مراحل مختلف معدنکاری
- د- نتایج مطالعات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک



- ویژگی‌های فیزیکی ماده معدنی- باطله و سنگ میزبان (وزن مخصوص، اندازه، بافت و نظایر آن)
- ویژگی‌های مکانیکی سنگ‌ها در مقیاس آزمایشگاهی و برجا از قبیل مقاومت و تغییر شکل پذیری
- زون بندی مهندسی رفتار سنگ‌ها در محدوده کانسار
- ذ- تکمیل و ارایه کلیه داده‌های مورد نیاز برای طراحی استخراج و ارایه خلاصه نتایج طراحی پایه در صورت لزوم
- ر- نتایج مطالعات کانه‌آرایی در مقیاس پیشاهنگ
- ز- ارایه خلاصه نتایج مطالعات امکان‌سنجی
- ژ- نتایج مطالعات زیرساخت‌های فرهنگی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی
- س- نتایج مطالعات زیست‌محیطی
- تعیین عناصر و ترکیبات مضر احتمالی کانسار
- تجزیه شیمیایی و مطالعات تعیین آلودگی در محدوده اکتشافی
- تعیین منابع آلودگی و راه‌های پیشگیری از آن
- ش- نتیجه‌گیری و پیشنهادات
- تلفیق کلیه بررسی‌های انجام شده، تعبیر و تفسیر نتایج
- نتیجه‌گیری نهایی
- پیشنهادات برای تجهیز و بهره‌برداری از کانسار
- ص- فهرست منابع
- ض- پیوست‌ها
- لیست نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌ها، مطالعات پتروگرافی، کانی‌شناسی، کانه‌نگاری، مطالعات فرآوری، زمین‌شناسی و ژئوتکنیک
- نقشه‌ها، نیمرخ‌ها و لاگ‌های حفاری
- نقشه آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی
- جدول‌ها

### ۳-۴-۶- پیوست‌های گزارش

- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲,۰۰۰ یا ۱:۱,۰۰۰
- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲,۰۰۰ تا ۱:۱,۰۰۰
- نقشه‌ها و نیمرخ‌های ژئوفیزیکی به مقیاس ۱:۱۰۰
- نقشه موقعیت حفاریات سطحی و محل نمونه‌برداری‌ها
- نیمرخ‌های برداشت ترانشه و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ یا ۱:۲۰۰
- لاگ‌های حفاری



- نتایج مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی

- نتایج آزمایش‌های انجام شده در مرحله مطالعات فرآوری در مقیاس پیشاهنگ

جدول ۳-۴- چک لیست مرحله اکتشاف تفصیلی

شرح	عملیات	کنترل		
		تایید	بازنگری	تکرار
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	<ul style="list-style-type: none"> <li>- جمع‌آوری گزارش مرحله اکتشاف عمومی</li> <li>- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲,۰۰۰ تا ۱:۵,۰۰۰</li> <li>- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲,۰۰۰ تا ۱:۵,۰۰۰</li> <li>- نیمرخ برداشت ترانسه‌ها و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰۰</li> <li>- نقشه‌های ژئوفیزیکی تهیه شده در مرحله قبل</li> <li>- نتایج مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی مراحل قبلی</li> <li>- نتایج آزمایش‌های انجام شده در مرحله مطالعات فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی یا پایه</li> </ul>			
طراحی و برنامه‌ریزی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- جمع‌آوری و مطالعه کلیه گزارش‌های موجود از جمله گزارش‌های مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی</li> <li>- بررسی عوامل کنترل‌کننده موضعی کانی‌سازی و تعیین روش مناسب برای افزایش چگالی شبکه اکتشافی برای پی‌بردن به گسترش سه بعدی کانسار، پیوستگی ماده معدنی و هندسه کانسار در بلوک‌های قابل استخراج</li> <li>- تعیین زیر ساخت‌های مورد نیاز برای انجام حفاریات اکتشافی</li> <li>- برآورد زمان و هزینه</li> </ul>			
بررسی و مطالعات دفتری	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مطالعه کلیه گزارش‌ها و کارهای انجام شده قبلی از جمله مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی و تحلیل کامل آن‌ها برای مشخص کردن بلوک‌هایی که باید عملیات اکتشاف تفصیلی در مورد آن‌ها انجام گیرد.</li> <li>- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و نیمرخ‌های تهیه شده</li> <li>- تعیین محدوده‌ای که باید نقشه زمین‌شناسی اکتشافی آن تهیه شود.</li> <li>- تعیین محل حفاریات اکتشافی و برآورد حجم آن‌ها</li> <li>- تعیین تعداد نمونه‌های مورد نیاز از رخنمون‌ها و حفاریات اکتشافی</li> <li>- تعیین تعداد و انواع تجزیه‌های مورد نیاز از نمونه‌ها</li> <li>- تعیین نحوه برداشت نمونه معرف</li> <li>- طراحی شبکه اکتشاف تفصیلی بر اساس خصوصیات کانی‌سازی و زمین‌شناسی منطقه و برآورد حجم عملیات</li> </ul>			
عملیات صحرائی و مطالعات آزمایشگاهی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تهیه نقشه زمین‌شناسی و توپوگرافی با مقیاس ۱:۱,۰۰۰ تا ۱:۲,۰۰۰ با برداشت زمینی و استفاده از دوربین نقشه‌برداری</li> <li>- تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه با مقیاس ۱:۱,۰۰۰ تا ۱:۲,۰۰۰ و مشخص کردن موقعیت رگه‌های آنتیموان در نقشه</li> <li>- تهیه نیمرخ‌های اکتشافی</li> <li>- عملیات ژئوفیزیکی با روش IP و SP با در نظر گرفتن سنگ میزبان و کانی‌های غالب منطقه به مقیاس ۱:۱۰۰ برای شناسایی زون‌های سولفیدی آنتیموان</li> </ul>			

## ادامه جدول ۳-۴- چک لیست مرحله اکتشاف تفصیلی

شرح	عملیات	کنترل		
		تایید	بازنگری	تکرار
عملیات صحرائی و مطالعات آزمایشگاهی	<ul style="list-style-type: none"> <li>- پیاده کردن موقعیت حفريات اکتشافی سطحی تکمیلی</li> <li>- پیاده کردن موقعیت حفريات اکتشافی عمقی</li> <li>- حفر ترانشه و چاهک‌های تکمیلی</li> <li>- برداشت ترانشه‌ها (دیواره و کف) و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۳۰۰ و برداشت نمونه</li> <li>- تلفیق نتایج برداشت‌های سطحی و حفريات اکتشافی به منظور تعیین و تصحیح موقعیت حفريات اکتشافی تکمیلی</li> <li>- حفاری مغزه‌گیری در چند تراز (۳۰ تا ۱۰۰ متر) برای دسترسی به پیکره کانسار</li> <li>- تهیه نمودار گمانه و برداشت نمونه</li> <li>- مطالعات درزه‌نگاری، ویژگی‌های زون معدنی، باطله و سنگ میزبان به منظور مشخص کردن ویژگی‌های مکانیکی سنگ‌ها در مقیاس آزمایشگاهی و برجا و زون‌بندی مهندسی رفتار سنگ‌ها در محدوده کانسار</li> <li>- مطالعات آب‌شناسی و زمین‌آب‌شناسی نظیر بررسی سطح ایستابی، ویژگی‌های آبخوان‌ها، شرایط هیدرودینامیکی و تخمین حجم آب ورودی به محدوده معدن</li> <li>- مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه نمونه‌ها (در این روش از روش‌های تجزیه اختصاصی با صحت و دقت بالا استفاده می‌شود. نتایج باید به نحوی باشد که عیار حد و متوسط را بتوان با دقت ۰/۱ درصد تعیین کرد).</li> <li>- تهیه نقشه مطالعات عملیات ژئوفیزیکی با روش IP و SP با در نظر گرفتن سنگ میزبان و کانی‌های غالب منطقه به مقیاس ۱:۱۰۰ برای شناسایی زون‌های سولفیدی آنتیموان</li> <li>- تجزیه شیمیایی حداقل ۱۰۰ نمونه سنگی از مغزه‌های حفاری استخراج شده برای عناصر Sb, Bi, Zn, Pb, As, Ag, Au, Hg, Cd به روش ICP-MS یا ICP-OES و یا ASS</li> <li>- انجام آزمایش‌های فرآوری در مقیاس پیش‌آزمایش</li> </ul>			
تلفیق و پردازش داده‌ها	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تلفیق نتایج مطالعات سطحی (نقشه و نیمرخ) با نتایج حفريات اکتشافی</li> <li>- تعیین حدود دقیق کانسار</li> <li>- تعیین شکل هندسی کانسار شامل ابعاد و پیوستگی ماده معدنی</li> <li>- زون‌بندی ذخیره بر اساس کیفیت ماده معدنی (عیار، وزن مخصوص، حضور کانی‌های مزاحم مانند اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن، کلسیت و کوارتز)</li> <li>- تحلیل نتایج مطالعات کانی‌شناسی صنعتی و تجزیه شیمیایی</li> <li>- تعیین عیار حد</li> <li>- تخمین ذخیره معدنی به کمک بیش از یک روش و مدل‌سازی هندسی پیکره کانسار و بلوک‌بندی</li> <li>- ارزیابی ذخیره با در نظر گرفتن عیار، وزن مخصوص و نتایج مطالعات فرآوری</li> <li>- انجام مطالعات طراحی معدن در مقیاس پایه (در صورت لزوم)</li> </ul>			

## ادامه جدول ۳-۴- چک لیست مرحله اکتشاف تفصیلی

شرح	عملیات	کنترل		
		تایید	بازنگری	تکرار
تلفیق و پردازش داده‌ها	<ul style="list-style-type: none"> <li>- انجام مطالعات امکان‌سنجی</li> <li>- تحلیل نتایج حاصل از مطالعات آب‌زمین‌شناسی</li> <li>- رده‌بندی ذخیره بر اساس نشریه "دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی" شماره ۳۷۹</li> <li>- 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.)</li> <li>- تنظیم اطلاعات، دسته‌بندی، کدگذاری و ثبت داده‌ها در بانک اطلاعات و تلفیق داده‌های اطلاعاتی در سیستم GIS</li> <li>- تهیه بانک اطلاعاتی</li> </ul>			
تهیه گزارش	<ul style="list-style-type: none"> <li>- چکیده</li> <li>- فهرست‌ها</li> <li>- مقدمه</li> <li>- خلاصه عملیات انجام شده در مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی</li> <li>- اطلاعات کلی منطقه</li> <li>- زمین‌شناسی محدوده معدنی</li> <li>- عملیات اکتشافی</li> <li>- برآورد ذخیره</li> <li>- مطالعات آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی</li> <li>- نتایج مطالعات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک</li> <li>- تکمیل و ارایه کلیه داده‌های مورد نیاز برای طراحی استخراج و ارایه خلاصه نتایج طراحی پایه در صورت لزوم</li> <li>- نتایج مطالعات کانه‌آرایی در مقیاس پیشاهنگ</li> <li>- ارایه خلاصه نتایج مطالعات امکان‌سنجی</li> <li>- نتایج مطالعات زیرساخت‌های فرهنگی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی</li> <li>- نتایج مطالعات زیست‌محیطی</li> <li>- نتیجه‌گیری و پیشنهادات</li> <li>- فهرست منابع</li> </ul>			
پیوست‌های گزارش	<ul style="list-style-type: none"> <li>- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲,۰۰۰ یا ۱:۱,۰۰۰</li> <li>- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲,۰۰۰ تا ۱:۱,۰۰۰</li> <li>- نقشه‌ها و نیمرخ‌های ژئوفیزیکی به مقیاس ۱:۱۰۰</li> <li>- نقشه موقعیت حفاریات سطحی و محل نمونه‌برداری‌ها</li> <li>- نیمرخ‌های برداشت ترانشه و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ یا ۱:۲۰۰</li> <li>- لاگ‌های حفاری</li> <li>- نتایج مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی</li> </ul>			

ادامه جدول ۳-۴- چک لیست مرحله اکتشاف تفصیلی

شرح	عملیات	کنترل		
		تایید	بازنگری	تکرار
پیوست‌های گزارش	- نتایج آزمایش‌های انجام شده در مرحله مطالعات فرآوری در مقیاس پیشاهنگ			



# فصل چهارم

---

## دستورالعمل مراحل چهارگانه عملیات اکتشاف آنتیموان







## ۴-۱- آشنایی

معیارها و روش‌های مورد استفاده در عملیات اکتشافی را می‌توان به صورت عمده به شش گروه ژئومتیکس، زمین‌شناسی، ژئوفیزیک، ژئوشیمی، حفاری، تجزیه شیمیایی (عیارسنجی) - کانی‌شناسی تقسیم کرد. در این نشریه به منظور ایجاد رویه یکسان، مراحل انجام هر یک از این روش‌ها به صورت جداگانه ارائه شده است. در مرحله‌ای که یکی از این روش‌ها و معیارها کاربرد ندارند به صورت علامت ضربدر مشخص شده است. این شش معیار و روش به تفکیک مراحل در ادامه ارائه شده است.

## ۴-۲- دستورالعمل اکتشاف آنتیموان در مرحله شناسایی

هدف از مرحله شناسایی بررسی عمومی اکتشافی در یک ناحیه برای آثاریابی و تعیین مناطق امید بخش بر اساس اطلاعات پایه موجود و مشخص کردن نواحی مستعد برای انجام مطالعات مرحله پی‌جویی است. مطالعات انجام گرفته در این مرحله عمدتاً به صورت دفتری است و تنها بازدیدهای صحرائی برای کنترل زمینی انجام می‌گیرد. معیارها و روش‌های شش‌گانه این مرحله به شرح زیر است:

مرحله شناسایی		
ژئوفیزیک	زمین‌شناسی	ژئومتیکس
X	۱- نقشه‌های ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰ زمین‌شناسی ۲- نقشه‌های ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰ توپوگرافی ۳- برداشت شیب، امتداد و روند گسل‌های اصلی و فرعی، دسته‌بندی گسل‌ها و رسم دیاگرام گل سرخی ۴- شناسایی گسل‌های مرتبط با کانی‌سازی رگه‌ای و بارز کردن این دسته از گسل‌ها در نقشه زمین‌شناسی ۵- تهیه نیمرخ زمین‌شناسی از واحدهای سنگی میزبان کانی‌سازی و نمایش شیب و امتداد رگه‌های آنتیموان در آن	۱- عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۵۰,۰۰۰ ۲- استفاده از تکنیک‌های دور سنجی با استفاده از سنجنده ETM+7 برای شناسایی طیف وسیعی از کانی‌ها ۳- تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه با مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ و مشخص کردن عوارض کانی‌سازی و دگرسانی‌های مرتبط با ذخیره در نقشه



مرحله شناسایی		
ژئوشیمی	حفاری	تجزیه شیمیایی و کانی شناسی
۱- نقشه‌های ژئوشیمی ۱:۱۰۰,۰۰۰ در صورت انجام مطالعات رسوبات آبراهه‌ای ۲- کنترل آنومالی‌های موجود در نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ۳- تجزیه نمونه‌های معدنی برداشت شده از رگه‌ها و سنگ میزبان کانی‌سازی برای عناصر (Hg, Sb, As, Ag, Au) به روش ICP-MS یا ICP-OES و AAS یا	X	۱- برداشت، آماده‌سازی و تجزیه ۲۰ تا ۴۰ نمونه سنگی به روش خرده سنگی عمود بر امتداد رگه با فاصله ۳۰ متر ۲- برداشت، آماده‌سازی و تجزیه ۲۰ نمونه رسوبات آبراهه‌ای

### ۴-۳- دستورالعمل اکتشاف آنتیموان در مرحله پی‌جویی

هدف از مرحله پی‌جویی بررسی‌های سیستماتیک در مناطق امیدبخش به منظور تعیین محدوده‌های معدنی است. در این مرحله مطالعات به صورت سیستماتیک از معیارهای زمین‌شناسی به همراه عملیات صحرایی و انجام حفاریات سطحی و کم عمق استفاده می‌شود. معیارها و روش‌های شش‌گانه این مرحله به شرح زیر است:

مرحله پی‌جویی		
ژئومتیکس	زمین‌شناسی	ژئوفیزیک
۱- عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۰,۰۰۰ ۲- استفاده از تکنیک‌های دورسنجی ۳- استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ASTER با استفاده از باندهای SWIR با قدرت تفکیک ۳۰ متر برای شناسایی زون‌های دگرسانی مرتبط با کانی‌سازی ۴- استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ASTER با استفاده از باندهای TIR برای شناسایی زون‌های سیلیسی	۱- تهیه نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ تا ۱:۱۰,۰۰۰ ۲- نقشه‌های ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۱۰,۰۰۰ توپوگرافی ۳- برداشت، آماده‌سازی و تجزیه حداقل ۲۰۰ نمونه سنگی به روش خرده سنگی و کانالی عمود بر امتداد رگه با فاصله ۱۰ تا ۱۵ متر و تجزیه عناصر (Hg, Sb, As, Ag, Au) به روش ICP-MS یا ICP-OES و AAS یا ۴- برداشت، تهیه و مطالعه ۴۰ نمونه مقطع میکروسکوپی از رگه‌های معدنی ۵- عیارسنجی و تخمین ذخیره معدنی	۱- برداشت‌های الکترومغناطیس هوایی یا زمینی در شبکه منظم ۵۰×۵۰ متر ۲- عملیات ژئوفیزیکی زمینی با روش IP و SP با در نظر گرفتن سنگ میزبان و کانی‌های غالب منطقه به مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰ برای شناسایی زون‌های سولفیدی آنتیموان (در صورت صلاحدید کارشناس خبره)



مرحله پی جویی		
تجزیه شیمیایی و کانی شناسی	حفاری	ژئوشیمی
۱- مطالعات کانی شناسی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها با روش‌های مناسب	۱- حفر ترانشه و چاهک به روش دستی و یا استفاده از کمپرسور	۱- شناسایی مناطق امیدبخش در نقشه‌های ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰,۰۰۰ رسوبات آبراهه‌ای و مشخص کردن محدوده منشا کانی‌سازی
۲- برداشت، تهیه و مطالعه ۱۵ نمونه به روش میکروسکوپی نوری از رگه‌های معدنی و محدوده اطراف آن برای شناسایی دقیق کانی‌ها	۲- برداشت ترانشه‌ها (دیواره و کف) و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۲۰۰	۲- برداشت نمونه کانی سنگین از رسوبات آبراهه‌ای منطقه به همراه نمونه‌های ژئوشیمیایی منطبق با مقیاس نقشه زمین‌شناسی
۳- انجام آزمایش کریستال شیمی بر روی ذرات پیریت و آرسنوپیریت همراه با کانی‌سازی در صورت وجود برای شناسایی و ردیابی احتمالی طلا	۳- مشخص کردن نقاط حفاری با استفاده از مطالعات مقدماتی ژئوفیزیک و نیز با توجه به نقشه زمین‌شناسی ساختمانی و موقعیت گسل‌های مرتبط با کانی‌سازی	
۴- انجام آزمون‌های فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی		

#### ۴-۴- دستورالعمل اکتشاف آنتیموان در مرحله اکتشاف عمومی

هدف از مرحله اکتشاف عمومی بررسی‌های سیستماتیک در محدوده‌های معدنی به منظور تعیین حدود کانسار است. در این مرحله از مطالعات به صورت سیستماتیک محدوده دقیق کانسار مشخص خواهد شد و وضعیت ماده معدنی در عمق و وضعیت پیوستگی آن باید تعیین شود. معیارها و روش‌های شش‌گانه این مرحله به شرح زیر است:

مرحله اکتشاف عمومی		
ژئوفیزیک	زمین‌شناسی	ژئومتیکس
۱- برداشت‌های الکترومغناطیس و مغناطیس هوایی یا زمینی در یک شبکه منظم ۵۰×۵۰ متر (در صورت عدم انجام در مرحله قبل)	۱- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵,۰۰۰ یا ۱:۲,۰۰۰	۱- رقومی کردن نقشه‌ها ۲- تلفیق داده‌ها به کمک GIS
۲- عملیات ژئوفیزیکی زمینی با روش IP و SP با در نظر گرفتن سنگ میزبان و کانی‌های غالب منطقه به مقیاس ۱:۵۰۰ برای شناسایی زون‌های سولفیدی آنتیموان	۲- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۵,۰۰۰ تا ۱:۲,۰۰۰	
	۳- تهیه نیمرخ زمین‌شناسی از منطقه معدنی مورد مطالعه به مقیاس ۱:۱,۰۰۰ و پیاده کردن موقعیت رگه‌های گرفته شده در حفاری بر روی نقشه	



مرحله اکتشاف عمومی		
تجزیه شیمیایی و کانی شناسی	حفاری	ژئوشیمی
۱- مطالعات کانی شناسی و تجزیه نمونه ها (نتایج باید به نحوی باشد که عیار حد و متوسط را بتوان با دقت ۰/۱ درصد تعیین کرد).	۱- پیاده کردن محل های حفاری عمقی بر روی نقشه زمین شناسی با در نظر گرفتن محل کانی سازی	۱- نقشه های موضوعی ژئوشیمیایی حداقل برای ۵ عنصر شامل Sb, Au, Ag, As, Hg با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ بر اساس نمونه برداری ژئوشیمیایی به روش نصف مغزه از مغزه های حفاری با طول ۱ متر برای هر نمونه و تجزیه عناصر (Hg, Sb, As, Ag, Au) به روش ICP-MS یا ICP-OES و یا AAS
۲- تجزیه شیمیایی حداقل ۱۰۰ نمونه سنگی از مغزه های حفاری برای عناصر Sb, Au, Ag, As, Pb, Zn, Bi, Cd, Hg به روش ICP-MS یا ICP-OES و یا AAS	۲- حفر ترانشه و چاهک به روش دستی و یا استفاده از کمپرسور عمود بر امتداد رگه معدنی	
۳- انجام آزمایش کریستال شیمی بر روی ذرات پیریت و آرسنوپیریت همراه با کانی سازی برای ردیابی احتمالی طلا	۳- برداشت ترانشه ها (دیواره و کف) و چاهک ها به مقیاس ۱:۲۰۰ یا ۱:۱۰۰ و برداشت نمونه	
۴- آزمایش های فرآوری در مقیاس پایه (آزمایش استحصال طلا بر روی حداقل ۳ نمونه)	۴- حفاری مغزه گیری حداقل ۳۰۰ متر برای هر رگه به همراه ترازبندی از عمق ۳۰ تا ۱۰۰ متر و اعماق بیشتر در صورت مثبت بودن	
	۵- تهیه لاگ حفاری و برداشت نمونه	

#### ۴-۵- دستور العمل اکتشاف آنتیموان در مرحله اکتشاف تفصیلی

هدف از مرحله اکتشاف تفصیلی بررسی های سیستماتیک به منظور تعیین مشخصات دقیق سه بعدی کانسار است. در این مرحله کلیه مطالعات لازم برای تعیین مشخصات کانسار قبل از طراحی استخراجی انجام می شود. معیارها و روش های شش گانه این مرحله به شرح زیر است:

مرحله اکتشاف تفصیلی		
ژئوفیزیک	زمین شناسی	ژئومتیکس
۱- عملیات ژئوفیزیکی زمینی با روش IP و SP با در نظر گرفتن سنگ میزبان و کانی های غالب منطقه به مقیاس ۱:۱۰۰ برای شناسایی زون های سولفیدی آنتیموان	۱- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰ یا ۱:۲۰,۰۰۰	۱- تهیه نقشه ها به صورت رقومی
۲- برداشت های الکترومغناطیس و مغناطیس زمینی در یک شبکه منظم ۱۰۰×۱۰۰ متر (در صورت صلاح دید کارشناس خبره)	۲- نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰ تا ۱:۲۰,۰۰۰	۲- تلفیق و جمع بندی نتایج به کمک GIS
	۳- برداشت، تهیه و مطالعه ۴۰ نمونه مقطع میکروسکوپی از رگه های معدنی	
	۴- برداشت، آماده سازی و تجزیه نمونه های سنگی به روش خرده سنگی و کانالی عمود بر امتداد رگه با فاصله ۵ متر و تجزیه عناصر (Hg, Sb, As, Ag, Au) به روش ICP-MS یا ICP-OES و یا AAS	

مرحله اکتشاف تفصیلی		
ژئوشیمی	حفاری	تجزیه شیمیایی و کانی شناسی
<p>۱- نقشه‌های موضوعی ژئوشیمیایی حداقل برای ۵ عنصر شامل Sb, Au, Ag, As, Hg با مقیاس ۱:۱,۰۰۰ با استفاده از داده‌های حفاری و اطلاعات نمودار حفاری بر اساس نمونه‌برداری ژئوشیمیایی به روش نصف مغزه از مغزه‌های حفاری با طول ۱ متر برای هر نمونه و تجزیه عناصر (Hg, Sb, As, Ag, Au) به روش ICP-MS یا ICP-OES و یا AAS</p>	<p>۱- برداشت ترانسه‌ها (دیواره و کف) و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۲۰۰ یا ۱:۱۰۰ برداشت نمونه</p> <p>۲- حفاری نوع مغزه‌ای در یک شبکه منظم با فاصله ۱۰ تا ۲۵ متر (بسته به تغییر عیار) برای هر رگه و در هر محل به همراه ترازبندی از عمق ۳۰ تا ۱۰۰ متر و اعماق بیشتر در صورت مثبت بودن</p> <p>۳- تهیه نمودار حفاری و برداشت نمونه از مغزه‌ها با فاصله منظم ۱ متر (بسته به تغییر عیار)</p>	<p>۱- مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه نمونه‌ها (نتایج باید به نحوی باشد که عیار حد و متوسط را بتوان با دقت ۰/۱ درصد تعیین کرد).</p> <p>۲- تجزیه شیمیایی حداقل ۲۰۰ نمونه سنگی از مغزه‌های حفاری استخراج شده برای عناصر Sb, Au, Ag, As, Pb, Zn, Bi, Cd, Hg به روش ICP-MS یا ICP-OES و یا AAS</p> <p>۳- انجام آزمایش‌های فرآوری در مقیاس پیشاهنگ</p>





# فصل پنجم

---

روندنمای خدمات اکتشافی و

معیارهای تصمیم‌گیری

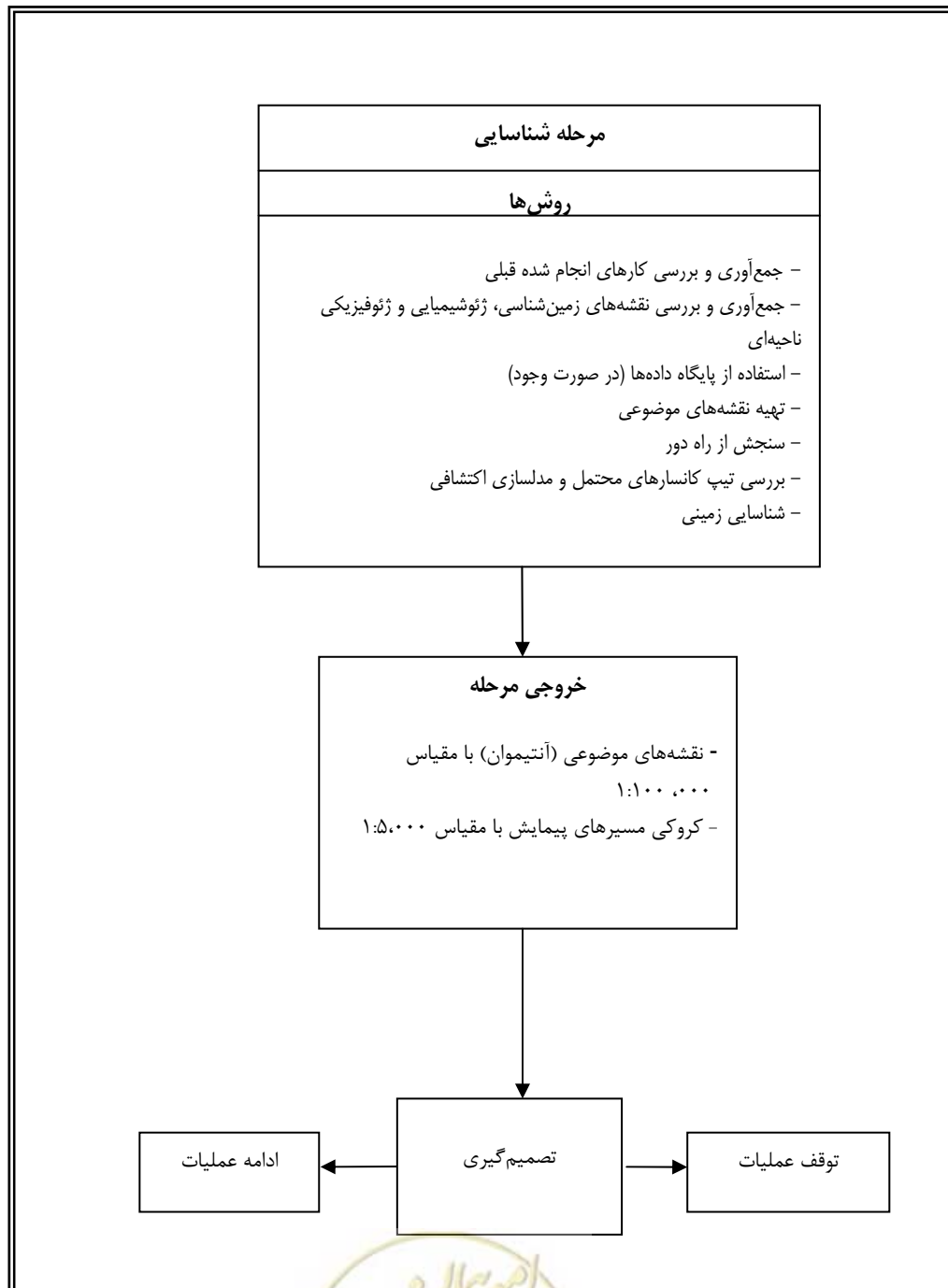






## ۱-۵- روندنمای مراحل و خدمات اکتشافی

روندنمای اکتشاف آنتیموان با در نظر گرفتن روش‌ها و خروجی در مراحل مختلف اکتشاف طی شکل‌های ۱-۵ تا ۴-۵ ارایه شده است.



شکل ۱-۵- روندنمای اکتشاف آنتیموان در مرحله شناسایی

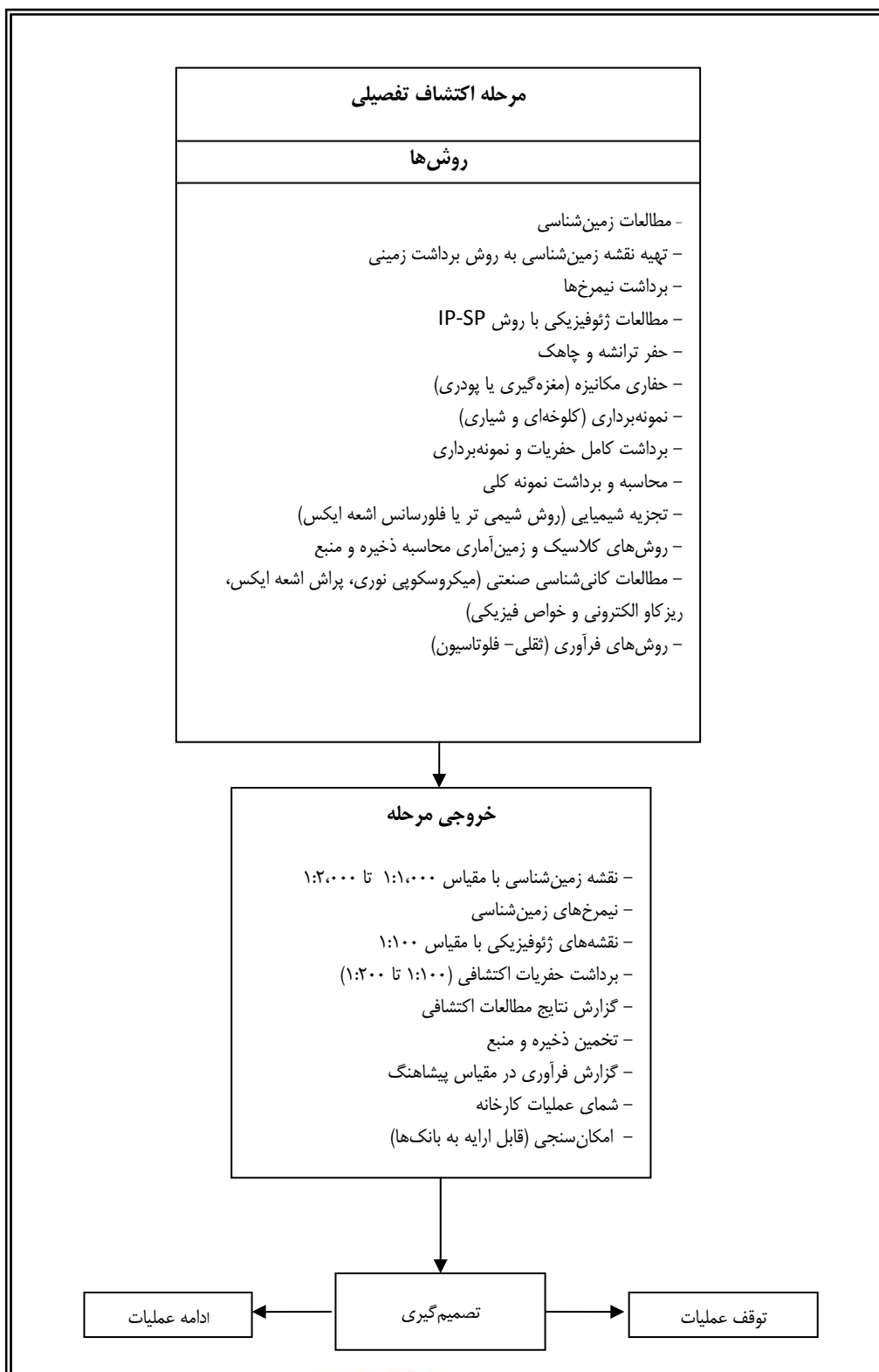


شکل ۵-۲- روندنمای اکتشاف آنتیموان در مرحله پی جویی



شکل ۵-۳- روندنمای مرحله اکتشاف عمومی آنتیموان





شکل ۵-۴- روندنمای اکتشاف تفصیلی آنتیموان



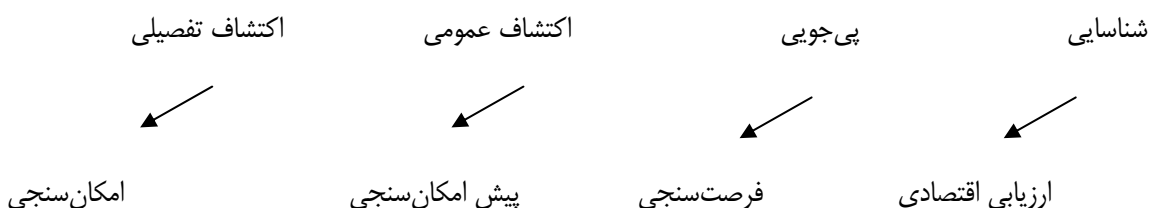
## ۲-۵- معیارهای تصمیم‌گیری

با توجه به نشریه "دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی" سه معیار در تصمیم‌گیری برای ادامه برنامه‌های اکتشافی موثر است. این معیارها شامل معیارهای اقتصادی، امکان‌سنجی و اکتشافی است. با در نظر گرفتن ویژگی‌های ذخایر آنتیموان معیارهای اساسی در جدول ۱-۵ ارائه شده است. در مرحله شناسایی و پی‌جویی تصمیم ادامه یا توقف عملیات با توجه به سطح اطمینان کم به داده‌ها مشکل است و باید توسط کارشناس صلاحیت دار با تجربه کافی تعیین شود.

جدول ۱-۵- معیارهای عمومی تصمیم‌گیری برای ادامه یا توقف عملیات اکتشافی

معیارهای اقتصادی	معیارهای امکان‌سنجی	معیارهای اکتشافی
- قیمت آنتیموان	- تکنولوژی و هزینه استخراج	- حجم ذخیره
- میزان عرضه و تقاضا در بازارهای جهانی	- تکنولوژی و هزینه فرآوری	- عیار
- مواد جایگزین	- امکان دستیابی به محصول با کیفیت مناسب با راندمان تولید بالا	- میزان کانی‌های مزاحم درگیر بسیار ریزبلور (سیلیکات‌ها، کوارتز، کلسیت، سولفیدهای سرب، روی و مس)
- میزان سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها	- هزینه‌های زیرساخت‌ها	- میزان عناصر مزاحم
- با توجه به این که آنتیموان فلزی راهبردی و استراتژیک در ساخت سلاح‌های نظامی است افزایش قیمت و تقاضای آن در هنگام جنگ اجتناب ناپذیر است.	- هزینه حمل و نقل	- وزن مخصوص
	- هزینه نیروی انسانی	- وضعیت ساختاری و شکل نامنظم کانی‌سازی
		- عمق کانی‌سازی

برای تصمیم‌گیری ادامه و یا توقف عملیات می‌توان از یکی از دو روش زیر استفاده کرد:  
روش اول: با استفاده از نتایج مطالعات امکان‌سنجی انجام شده در پایان هر مرحله از عملیات اکتشافی مطابق عملیات زیر:



روش دوم: استفاده از نظر کارشناس خبره<sup>۱</sup> که بر اساس معیارهای کیفی و در نظر گرفتن وضعیت ذخایر مشابه انجام می‌گیرد، که منظور از کارشناس خبره فرد دارای حداقل ۱۰ سال سابقه اکتشافی در مورد ماده معدنی مورد نظر و پانزده سال در مواد معدنی مشابه است.

---

1. Qualified person



## 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](http://nezamfanni.ir) قابل دستیابی می‌باشد.

امور نظام فنی



Islamic Republic of Iran  
Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

# List Of Services For Sb Ore Exploration

**No. 595**

Office of Deputy for Strategic Supervision    Ministry of Industry, Mine and Trade

Department of Technical Affairs

Deputy office of Mining Affairs and Mineral  
Industries

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

Nezamfanni.ir

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

**2013**





## این نشریه:

فهرست خدمات و معیارهای لازم برای شناخت و اکتشاف کانسارهای آنتیموان 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 چهارگانه مطالعات اکتشاف آنتیموان از دیگر موارد مندرج در این نشریه است.

