

جمهوری اسلامی ایران
وزارت صنعت، معدن و تجارت

برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف طلا

شماره ردیف نشریه در انتشارات
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

۷۰۳



انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن
<http://www.ime.org.ir>

وزارت صنعت، معدن و تجارت
معاونت امور معادن و صنایع معدنی
دفتر نظارت امور معدنی
برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن
<http://www.mimt.gov.ir>
<http://www.minecriteria.ir>



انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن
(شماره ثبت ۹۹۶۶)

عنوان و نام پدیدآور :	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف طلا/ وزارت صنعت، معدن و تجارت، معاونت امور معادن و صنایع معدنی، دفتر نظارت امور معدنی، برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن.
مشخصات نشر :	تهران : سازمان نظام مهندسی معدن ایران، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری :	۱۰۴ ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول.
فروست :	سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور؛ ۷۰۳.
شابک :	سازمان نظام مهندسی معدن؛ ۷۵. ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۲۲-۵۰-۳
وضعیت فهرست‌نویسی :	۹۷۸-۶۰۰-۶۴۲۲-۵۰-۳
موضوع :	فیا
موضوع :	طلا - معدن و ذخایر معدنی
موضوع :	Gold mines and mining
شناسه افزوده :	سازمان نظام مهندسی معدن ایران
شناسه افزوده :	ایران. وزارت صنعت، معدن و تجارت. دفتر نظارت امور معدنی. برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن
رده‌بندی کنگره :	۱۳۹۵ ف۹/۴۱۰ TN
رده‌بندی دیویی :	۶۲۲/۳۴۲۲
شماره کتابشناسی ملی :	۴۵۰۶۳۴۷

فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف طلا

گردآورنده : برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن - وزارت صنعت، معدن و تجارت

ناشر : انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن

نوبت چاپ : اول

شمارگان : ۱۰۰۰ نسخه

قیمت : ۹۸/۵۰۰ ریال

تاریخ انتشار : زمستان ۱۳۹۴

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



وزارت صنعت، معدن و تجارت

تاریخ: ۱۳۹۵ / ۱ / ۱۰

شماره: ۷۰۱۷۶۴۱۵

پوست:

ابلاغیه

به استناد ماده ۱۰۷ آیین نامه اجرایی قانون معادن مصوب سال ۱۳۹۲ و بر پایه مفاد ماده ۳۲ قانون نظام مهندسی معدن مصوب سال ۱۳۸۱، تدوین و ترویج اصول و قواعدی که رعایت آن‌ها در طراحی، محاسبه و اجرای عملیات اکتشاف، تجهیز و بهره‌برداری معادن و کارخانه‌ها، بهره‌دهی مناسب فنی و صرفه اقتصادی ضروری است و همچنین بازنگری و تجدید نظر آن‌ها، بر عهده وزارت صنعت، معدن و تجارت است. صاحبان حرفه‌های مهندسی معدن، مکتشفان و بهره‌برداران معادن و کارخانه‌ها اعم از دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمان‌کاران و عوامل دیگر مکلف به رعایت مقررات فنی ابلاغ شده هستند و عدم رعایت آن‌ها تخلف از قانون محسوب می‌شود.

نشریه فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف طلا که به استناد مواد قانونی فوق‌الذکر تدوین شده است، توسط سازمان برنامه و بودجه کشور نیز با شماره ۷۰۳ در نوبت انتشار قرار دارد.

مقررات موضوع این نشریه تا زمان لازم‌الاجرا بودن به عنوان آزمایشی تلقی می‌شود. در این فاصله در صورتی که مهندسان و عوامل اجرایی، روش‌ها و دستورالعمل‌های بهتری در اختیار داشته باشند یا نظر اصلاحی درباره هر یک از مفاد آن داشته باشند، لازم است به وزارت صنعت، معدن و تجارت و یا سازمان نظام مهندسی معدن اطلاع دهند تا در صورت لزوم اصلاحیه یا متمم آن تدوین و ابلاغ شود.

با عنایت به مراتب یاد شده این مقررات یا اصلاح و تکمیل شده آن، از تاریخ ۱۳۹۶/۲/۱ لازم‌الاجرا خواهد بود.

جعفر جعفری
معاون امور معادن و صنایع معدنی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل پیشنهاد، مطالعه، طراحی، اجرای طرح‌های اکتشافی، بهره‌برداری و فرآوری مواد معدنی به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، کیفیت طراحی، اجرا و هزینه‌های مربوطه اهمیت ویژه‌ای دارد. برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی را در کلیه مراحل انجام عملیات معدنی مورد تاکید جدی قرار داده است.

با توجه به مراتب یاد شده، دفتر نظارت امور معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت با همکاری اساتید، صاحب‌نظران، متخصصان، دست‌اندرکاران بخش معدن کشور و با همکاری دفتر نظام امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و به استناد ماده ۱۰۷ آیین‌نامه اجرایی قانون معادن، مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران و ماده ۳۲ قانون نظام مهندسی معدن با در نظر داشتن موارد زیر اقدام به تهیه ضوابط، معیارها و دستورالعمل‌های مورد نیاز بخش معدن نموده است:

- استفاده از منابع معتبر و استانداردهای بین‌المللی

- بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، شرکت‌ها و واحدهای معدنی

- استفاده از تخصص‌ها و تجربه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران بخش‌های خصوصی و دولتی

- پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و ائتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور

- توجه به اصول و موازین مورد عمل موسسات تهیه‌کننده استاندارد

امید است نشریه "فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف طلا" گام موثری در زمینه یکسان‌سازی فعالیت‌های معدنی در کشور باشد. همچنین مجریان و دست‌اندرکاران بخش معدن با به کارگیری این نشریه، در راستای هماهنگ‌سازی و تکامل استانداردها مشارکت نمایند. حمایت مالی سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران در تهیه این نشریه نقش ارزنده‌ای داشته است.

شورای عالی برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

مجری طرح

جعفر سرقینی معاون امور معادن و صنایع معدنی - وزارت صنعت، معدن و تجارت

اعضای شورای عالی به ترتیب حروف الفبا

فرزانه آقا رمضانعلی	کارشناس ارشد مهندسی صنایع - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
عباسعلی ایروانی	کارشناس ارشد مدیریت کارآفرینی (کسب و کار) - وزارت صنعت، معدن و تجارت
بهروز برنا	کارشناس مهندسی معدن - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
محمد پریزادی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
عبدالعلی حقیقی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی
جعفر سرقینی	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
علیرضا غیاثوند	کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
هرمز ناصرینیا	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان نظام مهندسی معدن

اعضای کارگروه اکتشاف به ترتیب حروف الفبا

بهروز برنا	کارشناس مهندسی معدن - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
محمد پریزادی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
نعمت‌الله رشیدنژادعمران	دکترای پترولوژی - دانشگاه تربیت مدرس
ناصر عابدیان	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
عبدالمجید یعقوب‌پور	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی - دانشگاه خوارزمی

اعضای کارگروه تنظیم و تدوین به ترتیب حروف الفبا

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

طلا به صورت اولیه در تیپ‌های مختلف و شرایط متفاوت زمین‌شناسی تشکیل می‌شود. در سال‌های اخیر پیشرفت‌های زیادی در روش‌های اکتشافی طلا نظیر ژئوشیمی، ژئوفیزیکی، روش‌های پردازش داده‌ها، مدلسازی سه بعدی، تعیین عیار با تکرارپذیری و سطح اعتماد بالا و فرآوری طلا انجام گرفته است. با توجه به تنوع ذخایر طلا نیاز است که اکتشاف طلا بر اساس ویژگی‌های ژنتیکی هر رده از ذخایر طلا انجام گیرد. علاوه بر آن تعیین عناصر همراه، عناصر مزاحم و مباحث زیست‌محیطی باید با دقت بالا انجام شود.

اکتشاف، استخراج، فرآوری و استحصال طلا در ایران سابقه چندین هزار ساله دارد و ایرانیان روش‌های استحصال طلا را از هزاره دوم پیش از میلاد به خوبی می‌شناختند. آثار و نشانه‌های معدنی و تیپ‌های مختلف کانی‌سازی طلا مانند اپی‌ترمال، کوهزایی، پورفیری غنی از طلا، اسکارن و کارلین در زون‌های مختلف معدنی ایران نظیر سهندج- سیرجان، تکاب، اهر- ارسباران، طارم- هشتجین، معلمان- تربت حیدریه و شرق ایران شناخته شده است. در این نشریه ضمن ارائه معیارهای اکتشافی طلا سعی شده است کارآمدترین شیوه‌های اکتشاف طلا با در نظر گرفتن شرایط بومی به منظور کاهش ریسک عملیات اکتشافی ارائه شود. معیارهای تصمیم‌گیری برای توقف و یا ادامه عملیات اکتشافی و عناوین و سرفصل‌های مورد نیاز برای ارائه گزارش پایان عملیات اکتشافی نیز در این نشریه گنجانده شده است.

نشریه حاضر با عنوان **"فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف طلا"** در راستای اهداف وزارت صنعت، معدن و تجارت و در چارچوب برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن تهیه شده است و ضمن ارائه ویژگی‌های توصیفی و ژنتیکی انواع ذخایر طلا، روش‌های اکتشافی مناسب برای هر تیپ از کانی‌سازی‌های طلا را به تفکیک مراحل چهارگانه اکتشاف ارائه می‌دهد.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول - تیپ‌های مختلف کانسارهای طلا و معیارهای اکتشاف آن‌ها

۳	 ۱-۱- آشنایی
۳	 ۲-۱- ژئوشیمی طلا
۳	 ۳-۱- انواع کانسارهای طلا
۵	 ۱-۳-۱- کانسارهای طلای تیپ کارلین
۸	 ۲-۳-۱- کانسارهای طلای تیپ اپی‌ترمال
۱۵	 ۳-۳-۱- کانسارهای پورفیری غنی از طلا
۱۸	 ۴-۳-۱- کانسارهای طلای تیپ کوهزایی (پهنه‌های برشی)
۲۱	 ۵-۳-۱- کانسارهای طلای همراه با تیپ سولفید توده‌ای آتشفشان‌زاد
۲۴	 ۶-۳-۱- کانسارهای طلای تیپ اسکارن
۲۷	 ۷-۳-۱- کانسارهای طلای مرتبط با توده‌های نفوذی آلکالن احیایی
۲۹	 ۸-۳-۱- کانسارهای طلای تیپ پلاسری

فصل دوم - فهرست خدمات مرحله شناسایی

۳۵	 ۱-۲- آشنایی
۳۵	 ۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها، طراحی و برنامه‌ریزی
۳۶	 ۳-۲- بررسی معادن و اندیس‌های شناخته شده
۳۶	 ۴-۲- مطالعات زمین‌شناسی
۳۶	 ۵-۲- مطالعات سنجش از دور
۳۷	 ۶-۲- مطالعات ژئوشیمیایی
۳۷	 ۷-۲- مطالعات ژئوفیزیکی
۳۸	 ۸-۲- بازدید صحرایی و نمونه‌برداری از محدوده‌های امیدبخش و معرفی و الویت‌بندی محدوده‌های مناسب برای ادامه عملیات اکتشافی
۳۸	 ۹-۲- مطالعات تلفیقی
۴۲	 ۱۰-۲- تهیه گزارش نهایی مرحله شناسایی
۴۲	 ۱-۱۰-۲- چکیده
۴۲	 ۲-۱۰-۲- فهرست‌ها
۴۲	 ۳-۱۰-۲- مقدمه

۴۲	۲-۱۰-۴-اطلاعات کلی منطقه
۴۳	۲-۱۰-۵-زمین‌شناسی و فلززایی
۴۳	۲-۱۰-۶-مطالعات دورسنجی
۴۳	۲-۱۰-۷-مطالعات ژئوشیمیایی
۴۴	۲-۱۰-۸-مطالعات ژئوفیزیکی هوابردی
۴۴	۲-۱۰-۹-مطالعات تلفیقی
۴۴	۲-۱۰-۱۰-برآورد منبع در رده ۳۳۴
۴۴	۲-۱۰-۱۱-ارایه برنامه مرحله پی‌جویی
۴۴	۲-۱۰-۱۲-فهرست منابع
۴۴	۲-۱۰-۱۳-پیوست‌ها

فصل سوم- فهرست خدمات مرحله پی‌جویی

۴۹	۳-۱-آشنایی
۴۹	۳-۲-جمع‌آوری و ارزیابی داده‌ها
۴۹	۳-۳-برنامه‌ریزی انجام عملیات پی‌جویی
۴۹	۳-۴-مطالعات زمین‌شناسی
۵۰	۳-۵-مطالعات ژئوشیمیایی
۵۰	۳-۵-۱-طراحی شبکه نمونه‌برداری ژئوشیمیایی
۵۰	۳-۵-۲-عملیات صحرایی
۵۰	۳-۵-۳-آماده‌سازی و انجام آزمایش‌های ژئوشیمیایی
۵۰	۳-۵-۴-پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین
۵۰	۳-۵-۵-کنترل صحرایی
۵۱	۳-۵-۶-تعبیر و تفسیر نتایج
۵۱	۳-۶-مطالعات ژئوفیزیکی
۵۱	۳-۷-مطالعات تلفیقی
۵۱	۳-۸-حفریات اکتشافی
۵۵	۳-۹-ساختار گزارش نهایی مرحله پی‌جویی
۵۶	۳-۹-۱-چکیده
۵۶	۳-۹-۲-فهرست‌ها
۵۶	۳-۹-۳-مقدمه
۵۶	۳-۹-۴-خلاصه مستندات مرحله شناسایی
۵۶	۳-۹-۵-اطلاعات کلی منطقه

۵۶	 ۳-۹-۶- زمین شناسی
۵۷	 ۳-۹-۷- مطالعات ژئوشیمیایی
۵۷	 ۳-۹-۸- مطالعات ژئوفیزیکی
۵۷	 ۳-۹-۹- حفريات اکتشافی و نمونه برداری
۵۷	 ۳-۹-۱۰- مطالعات تلفیقی
۵۸	 ۳-۹-۱۱- مشخصات کانی شناسی، شیمیایی و تکنولوژیکی
۵۸	 ۳-۹-۱۲- ارزیابی عیار و تعیین ذخیره
۵۸	 ۳-۹-۱۳- بررسی های زیست محیطی
۵۸	 ۳-۹-۱۴- انجام مطالعات فرصت سنجی
۵۸	 ۳-۹-۱۵- نتیجه گیری و پیشنهادات
۵۹	 ۳-۹-۱۶- فهرست منابع
۵۹	 ۳-۹-۱۷- پیوست ها

فصل چهارم - فهرست خدمات مرحله اکتشاف عمومی

۶۳	 ۴-۱-۱- آشنایی
۶۳	 ۴-۲- جمع آوری و ارزیابی داده ها
۶۳	 ۴-۳- برنامه ریزی
۶۳	 ۴-۴- مطالعات زمین شناسی
۶۴	 ۴-۵- مطالعات ژئوشیمیایی
۶۴	 ۴-۶- مطالعات ژئوفیزیکی
۶۵	 ۴-۷- مطالعات تلفیقی
۶۵	 ۴-۸- حفريات اکتشافی
۶۶	 ۴-۸-۱- ترانشه
۶۶	 ۴-۸-۲- چاهک
۶۶	 ۴-۸-۳- گمانه
۶۶	 ۴-۸-۴- تونل های اکتشافی
۶۹	 ۴-۹- ساختار گزارش نهایی مرحله اکتشاف عمومی
۶۹	 ۴-۹-۱- چکیده
۶۹	 ۴-۹-۲- فهرست ها
۶۹	 ۴-۹-۳- مقدمه
۷۰	 ۴-۹-۴- خلاصه عملیات انجام شده در مراحل شناسایی و پی جویی و ارزیابی آن ها
۷۰	 ۴-۹-۵- اطلاعات کلی منطقه

۷۰	 ۶-۹-۴- زمین شناسی
۷۰	 ۷-۹-۴- مطالعات ژئوشیمیایی
۷۰	 ۸-۹-۴- مطالعات ژئوفیزیکی
۷۱	 ۹-۹-۴- حفريات اکتشافی و نمونه برداری
۷۱	 ۱۰-۹-۴- ویژگی های زون معدنی
۷۱	 ۱۱-۹-۴- تخمین ذخیره
۷۱	 ۱۲-۹-۴- نتایج مطالعات مهندسی و ژئوتکنیکی
۷۲	 ۱۳-۹-۴- نتایج مطالعات فرآوری در مقیاس پایه
۷۲	 ۱۴-۹-۴- مطالعات زیست محیطی
۷۲	 ۱۵-۹-۴- مطالعات پیش امکان سنجی
۷۲	 ۱۶-۹-۴- مطالعات تلفیقی و مستندسازی
۷۲	 ۱۷-۹-۴- ارایه برنامه مرحله اکتشاف تفصیلی
۷۲	 ۱۸-۹-۴- فهرست منابع
۷۲	 ۱۹-۹-۴- پیوست ها

فصل پنجم- فهرست خدمات مرحله اکتشاف تفصیلی

۷۷	 ۱-۵- اکتشاف تفصیلی
۷۷	 ۲-۵- جمع آوری و ارزیابی داده ها
۷۷	 ۳-۵- برنامه ریزی برای انجام عملیات اکتشاف تفصیلی
۷۷	 ۴-۵- مطالعات زمین شناسی
۷۸	 ۵-۵- مطالعات ژئوشیمیایی
۷۸	 ۶-۵- مطالعات ژئوفیزیکی
۷۸	 ۷-۵- حفريات اکتشافی
۷۸	 ۸-۵- آماده سازی و انجام تجزیه شیمیایی
۷۹	 ۹-۵- مطالعات کانی شناسی
۷۹	 ۱۰-۵- مطالعات فرآوری
۷۹	 ۱۱-۵- پردازش داده ها
۷۹	 ۱۲-۵- مدلسازی و تخمین ذخیره
۷۹	 ۱۳-۵- مطالعات مهندسی پایه
۸۰	 ۱۴-۵- مطالعات زیست محیطی
۸۰	 ۱۵-۵- تعبیر و تفسیر نتایج
۸۰	 ۱۶-۵- ساختار گزارش نهایی مرحله اکتشاف تفصیلی

۸۰	 ۵-۱۶-۱ - چکیده
۸۰	 ۵-۱۶-۲ - فهرست‌ها
۸۰	 ۵-۱۶-۳ - مقدمه
۸۰	 ۵-۱۶-۴ - خلاصه عملیات انجام شده در مرحله شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی
۸۰	 ۵-۱۶-۵ - اطلاعات کلی منطقه
۸۰	 ۵-۱۶-۶ - زمین‌شناسی
۸۱	 ۵-۱۶-۷ - عملیات اکتشافی
۸۱	 ۵-۱۶-۸ - برآورد ذخیره
۸۱	 ۵-۱۶-۹ - مطالعات آب‌شناسی و آب زمین‌شناسی
۸۲	 ۵-۱۶-۱۰ - نتایج مطالعات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک
۸۲	 ۵-۱۶-۱۱ - تکمیل و ارزیابی کلیه داده‌های مورد نیاز برای طراحی استخراج و ارزیابی خلاصه نتایج طراحی پایه در صورت لزوم
۸۲	 ۵-۱۶-۱۲ - نتایج مطالعات کانه‌آرایی در مقیاس پیشاهنگ
۸۲	 ۵-۱۶-۱۳ - نتایج مطالعات امکان‌سنجی
۸۲	 ۵-۱۶-۱۴ - نتایج مطالعات زیرساخت‌های فرهنگی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی
۸۲	 ۵-۱۶-۱۵ - نتایج مطالعات زیست‌محیطی
۸۲	 ۵-۱۶-۱۶ - نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۸۲	 ۵-۱۶-۱۷ - فهرست منابع
۸۲	 ۵-۱۶-۱۸ - پیوست‌ها

فصل ۱

تیپ‌های مختلف کانسارهای طلا و

معیارهای اکتشاف آنها

۱-۱- آشنایی

اکتشاف مواد معدنی نیاز به یک برنامه سازمان یافته دارد تا میزان ریسک را به حداقل برساند. اکتشاف ذخایر معدنی و انتخاب روش اکتشافی مناسب، به نوع ماده معدنی، تیپ کانسار مورد اکتشاف، ویژگی‌های زمین‌شناسی، شرایط اقلیمی، معیارهای زیست‌محیطی، منابع (انسانی، فنی و مالی)، مطالعات انجام شده قبلی و استراتژی ملی معدنی هر کشور بستگی دارد. هدف اصلی این گزارش، تهیه و تدوین ضوابط مورد استفاده در مراحل مختلف اکتشاف ذخایر طلا است.

برای تدوین و ارائه دقیق فنی و اجرایی ضوابط مرتبط با مراحل مختلف اکتشاف یک نوع کانسار خاص طلا، نیاز به در نظر گرفتن فاکتورهای متعددی است. برای پوشش جامع و کامل اهداف این گزارش، تهیه ضوابط مراحل مختلف اکتشاف در راستای چهار مرحله اصلی اکتشاف انجام گرفته است. مراحل چهارگانه اکتشاف ذخایر معدنی به ترتیب شامل شناسایی^۱، پی‌جویی^۲، اکتشاف عمومی^۳ و اکتشاف تفصیلی^۴ است.

قبل از اجرای عملیات اکتشاف ذخایر طلا در مراحل مختلف، شناخت و بررسی مدل‌های توصیفی و زایشی انواع کانی‌سازی طلا ضروری است. علاوه بر بررسی مدل‌های توصیفی و زایشی و تعیین معیارهای اکتشافی تیپ‌های مختلف کانی‌سازی طلا، شناخت ایالت‌های فلززایی ذخایر طلا و بررسی تاریخچه اکتشافات قبلی طلا در منطقه اهمیت دارد.

۱-۲- ژئوشیمی طلا

فراوانی طلا در پوسته جامد زمین ۲ میلی‌گرم در تن، در اقیانوس‌ها ۰/۰۱۲ میلی‌گرم در تن و در آب‌های شیرین حدود ۰/۰۳ میلی‌گرم در تن است. به طور متوسط مقدار طلا در سنگ‌های مافیک بیشتر از سنگ‌های فلسیک است.

تاکنون حدود ۵۰ کانی طلا دار شناخته شده که در این میان، طلای آزاد و الکتروم (آلیاژ طبیعی طلا و نقره) مهم‌ترین کانی‌های طلا دار هستند. همچنین، طلا به صورت آلیاژهایی با مس، بیسموت، جیوه و پالادیم تشکیل شده است. سلنیدها و تلوریدهای طلا، دیگر کانی‌های طلا دار شناخته شده در کانسارهای طلا هستند.

۱-۳- انواع کانسارهای طلا

مانند دیگر مواد معدنی فلزی و غیرفلزی، طلا نیز در تیپ‌های مختلفی یافت می‌شود. طبقه‌بندی انواع کانسارهای طلا بر اساس مدل‌های توصیفی، مدل‌های زایشی و معیارهای اکتشافی است. بدون مدلسازی انواع کانسارهای طلا، تخمین قابل قبولی از احتمال پیدایش یک تیپ کانسار خاص در یک ناحیه معین امکان‌پذیر نیست. در مدل‌های توصیفی، ویژگی‌های کلی کانسار (نوع سنگ میزبان، ساخت و بافت سنگ میزبان، سن، خاستگاه تکتونیکی، انواع و گسترش دگرسانی‌ها، ساخت و بافت کانسنگ، مشخصه‌های ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی، عیار، تناژ، شکل هندسی ذخیره، عناصر و کانی‌های اقتصادی همراه و نظایر آن) بدون در نظر گرفتن مسایل زایشی بررسی می‌شوند. در مدل‌های زایشی، فرآیندهای کانه‌سازی (خصوصیات فیزیکوشیمیایی سیالات کانه‌ساز، منشا

1- Reconnaissance

2- Prospecting

3- General exploration

4- Detailed exploration

طلای مرتبط با توده‌های نفوذی احيایي (شامل کانسار طلای مرتبط با توده نفوذی احيایي تیپ مزوزونال و اپی‌زونال، کانسار طلای همراه با سنگ میزبان (رسوبی)، طلای مرتبط با توده‌های نفوذی اکسیدان (شامل کانسار تیپ پورفیری غنی از طلا، اسکارن طلا و اپی‌ترمال طلا)، طلای مرتبط با کوهزایی در کمربند سنگ‌های سبز (طلای همراه با آهن نواری تیپ آلگوما، طلای رگه‌ای با میزبان کوارتز در کمربند سنگ‌های سبز، کانسار طلا با میزبان توربیدیتی)، کانسارهای طلای تیپ پلاسری (قدیم و جدید)، طلای تیپ کارلین و کانسار طلای تیپ سولفید توده‌ای غنی از طلا است (شکل ۱-۱).

- کانسارهای طلاي تپ کارلین

- کانسارهای طلائی تیپ ایی ترمال (سولفیداسیون پایین، متوسط و بالا)

- کانسارهای یورفیری غنی، از طلا

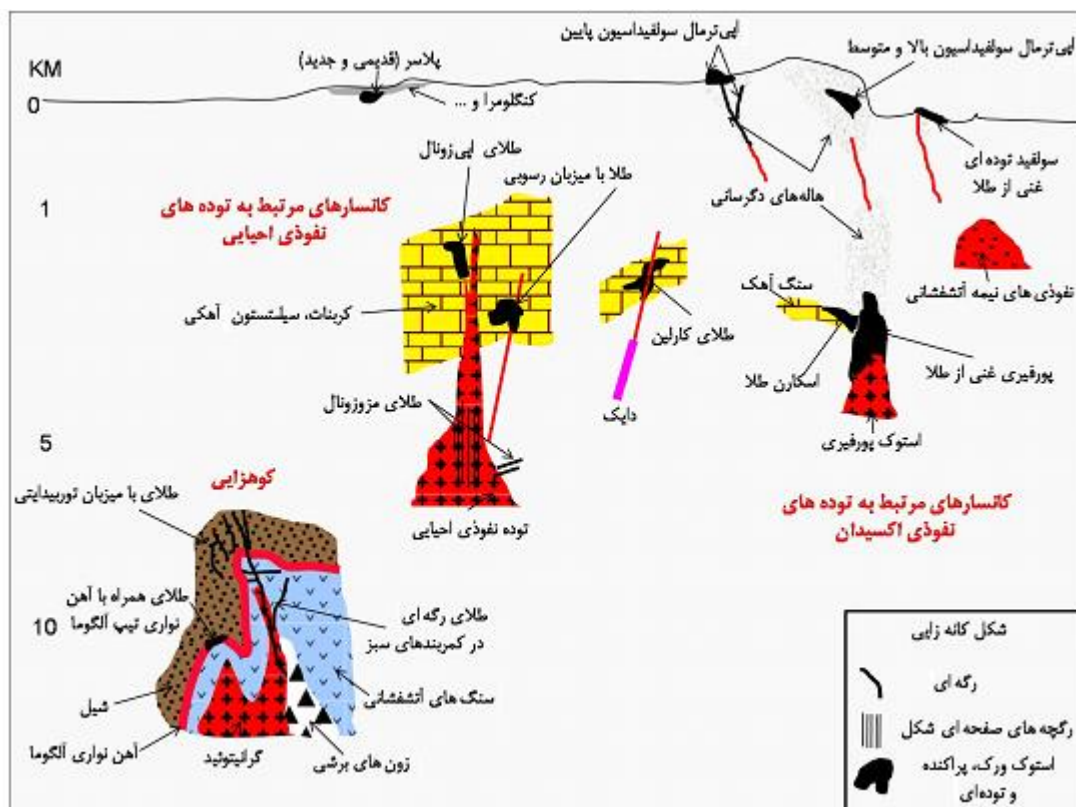
- کانسارهای طلای تیپ کوهزایی

- کانسارهای تیپ سولفید توده‌ای غنی از طلا

- کانسارهای طلائی تیپ اسکارن

- کانسارهای طلائی مرتبط با توده‌های نفوذی آلکالن احیایی (تیپ مزوزونال و اپی زونال)

- کانسارهای طلائی تیپ پلاسمی



شکل ۱-۱- مدلی شماتیک از انواع تپ‌های کانسارهای طلا و عمق جایگیری آن‌ها

۱-۳-۱- کانسارهای طلای تیپ کارلین

ذخایر طلای تیپ کارلین (طلای نامرئی) به ذخایر طلا- نقره (Au/Ag بالا) گفته می‌شود که در آن‌ها تمرکز طلا، نقره، سولفیدها و سولفوسالت‌های بسیار ریزبلور در سنگ‌های آهکی- شیلی کربن‌دار و ژاسپرویدی وابسته به آن‌ها به صورت پراکنده و یا رگه- رگچه‌ای در ساختار کانی‌های میزبان رخ داده است.

الف- مدل توصیفی

ویژگی‌های توصیفی کانسارهای طلای تیپ کارلین عبارتند از:

- سنگ میزبان این ذخایر شامل شیل‌های سیاه، سنگ آهک سیلتی (سیلتستون آهکی) کربن‌دار، سیلتستون آهکی و دولومیتی‌های حاوی آهن فعال و واکنش‌پذیر است که در اثر کربنات‌زدایی تخلخل و نفوذپذیری آن‌ها معمولاً افزایش یافته است.
- این تیپ کانسارها در ارتباط با محیط‌های کشتی با گسل‌های نرمال با شیب تند و عمیق (ساختارهای پوسته‌ای عمیق) هستند.

- ویژگی‌های ژئوشیمیایی و همبستگی با عناصری مانند Au, Ag, As, Sb, Fe, Hg, Tl

- کانی‌سازی طلای افشان و یا پراکنده

- کانی‌سازی طلا به صورت اپی‌ژنتیک و شکل نامنظم

- دگرسانی‌های رایج در این کانسارها شامل کربنات‌زدایی (دی‌کلسی‌فیکاسیون)، آرژیلیتی، سیلیسی و پیریتی شدن است. مرحله اصلی کانه‌زایی در ارتباط با دگرسانی‌های سیلیسی و پیریتی شدن است.

- طلای ناپیدا و به صورت ذرات در حد آنگستروم و محلول‌های جامد محصور در شبکه پیریت آرسنیک‌دار، اورپیمنت و رآلگار

- همیافتی فضایی با سنگ‌های آذرین، دایک‌ها و سیل‌های اسیدی (گرانودیوریت تا ریوداسیت)

- ارتباط نزدیک با تقاطع گسل‌ها، شکستگی‌ها، درزه‌ها و شکاف‌ها، چین‌ها و برش‌های موجود در سنگ‌های آهکی کربن‌دار فعال

- تشکیل زون ژاسپرویدی و سیلیسی به صورت کلاهکی بر روی افق کانسنگ اصلی

- پارائز کانی‌شناسی به ترتیب فراوانی شامل کوارتز، پیریت، رآلگار، اورپیمنت، سینابر، استینیت، اسفالریت، گالن، کالکوپیریت،

مولیبدنیت و فلوئوریت

- توزیع زمانی عموماً در مزوزویک (کرتاسه پسین) و سنوزویک

ویژگی‌های توصیفی کانسارهای طلای تیپ کارلین در جدول ۱-۱ ارائه شده است.

ب- مدل زایشی

تشکیل بیشتر ذخایر طلای تیپ کارلین با حرکت سیالات اسیدی در امتداد گسل‌های پرشیب و عمیق و نفوذ به سنگ میزبان و انحلال کربنات‌ها شروع می‌شود (مرحله اول). انحلال کربنات‌ها باعث ایجاد فضا برای ورود سیلیس، پیریت و ذرات طلا در مرحله دوم کانی‌سازی می‌شود. مرحله سوم کانی‌سازی شامل نهشت کانی‌های کلسیت و باریت و مرحله سوپرژن شامل کانی‌هایی است که در اثر هوازدگی تشکیل می‌شوند. مکانیزم نهشت طلا از محلول‌های گرمابی تحت تاثیر عواملی مانند جذب و احیا به وسیله کربن آلی در سنگ میزبان، اکسیداسیون، افزایش pH، کاهش فوگاسیته گوگرد، کاهش دما، جوشش و کاهش فشار است.

بعضی از ویژگی‌های مدل‌های زایشی کانسارهای طلای تیپ کارلین عبارتند از:

- ذخایر طلای تیپ کارلین در محدوده دمای سیالات اپی ترمال از منشا سیالات ماگمایی و جوی در مجاورت توده نفوذی و در سنگ‌های میزبان فعال تشکیل می‌شوند.
- حمل طلا با کمپلکس‌های بی‌سولفیدی انجام می‌شود.
- گسل‌های کششی و ماگماتیسم باعث توسعه چرخه گرمایی سیالات کانه‌ساز و تشکیل کانی‌سازی تیپ کارلین می‌شود.
- کانی‌سازی طلای کارلین با مدل زایشی حرکت آب‌های سطحی و تشکیل سیستم چرخه زمین‌گرمایی ناشی از حرارت ماگماتیسم در عمق در سنگ‌های مختلف عمدتاً رسوبی تشکیل می‌شود. افزایش نفوذپذیری در اثر عملکرد گسل‌های کششی و تشکیل زون‌های تراوا باعث تمرکز کانه‌سازی در اعماق کم پوخته زمین می‌شود. ویژگی‌های مدل زایشی کانسارهای طلای تیپ کارلین در جدول ۱-۲ ارائه شده است.

جدول ۱-۱- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای تیپ کارلین

ویژگی‌ها	توصیف
سنگ میزبان	سنگ‌های کربناته دریایی سیلتی دارای مواد آلی (۰/۵ درصد وزنی) با لامیناسیون نازک، سیلتستون آهکی کربن‌دار، دولومیت‌های دارای آهن فعال و واکنش‌پذیر و شیل‌های سیاه
ارتباط با سنگ‌های نفوذی	ارتباط با دایک و سیل‌های پورفیری فلسیک و ماگماتیسم فلسیک کالک‌آلکان
ساختارها	گسل‌های با شیب تند (ساختارهای پوسته‌ای عمیق)، چین‌ها، شکستگی‌ها و درزه‌ها
پاراژنز	پیریت، طلا، اورپیمنت، رآلگار، استینیت، سینابر، کوارتز، باریت، اسفالریت، گالن، کالکوپیریت، مولیبدنیت و فلوئوریت
ساخت و بافت کانسنگ	افشان و یا پراکنده
عناصر همراه	آرسنیک، جیوه، آنتیموان، تلور، سرب و روی
دگرسانی	کربنات‌زدایی، سیلیسی و پیریتی شدن
شکل هندسی	پراکنده و رگه-رگچه‌ای
محدوده سنی	مزوزویک (کرتاسه پسین) و سنوزویک
ویژگی‌های ژئوفیزیکی	زون سولفیدی افشان رسانای جریان الکتریکی، زون سیلیسی دارای مقاومت ویژه بالا
ویژگی‌های ژئوشیمیایی	همبستگی عناصر Au, Ag, As, Fe, Sb, Hg, Tl
محیط ژئودینامیکی	محیط‌های کششی با گسل‌های پرشیب و عمیق، ریف‌های محیط قاره‌ها
کانسارهای مرتبط	کانسارهای مس-مولیبدن پورفیری، کانسارهای باریت رگه‌ای
عیار	۰/۶ تا ۱۲ گرم در تن (عیار میانگین ۲/۵ گرم در تن)
عمق تشکیل	عمق معمول ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر
میزان ذخیره	۱۰۰,۰۰۰ تا ۱۵۰,۰۰۰,۰۰۰ تن (به طور متوسط ۱۰,۰۰۰,۰۰۰ تن)
نمونه ایران و جهان	زرشوران در استان آذربایجان غربی
	کارلین و گچل در غرب ایالت نوادا (امریکا) و جنوب چین

جدول ۱-۲- ویژگی‌های مدل زایشی کانسارهای طلای تیپ کارلین

ویژگی‌ها	توصیف
محیط تشکیل	ارتباط نزدیک با تقاطع گسل‌ها، مجموعه شکستگی‌ها، درزه‌ها، محور چین‌ها و برش‌های موجود در سنگ‌های آهکی کربن‌دار و واکنش‌دهنده (فعال)
ویژگی‌های سیال کانی‌ساز	معمولا در مرحله اصلی کانی‌سازی سیالات دارای دمای ۱۵۰ تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، حدود ۳ تا ۱۴ درصد وزنی نمک طعام و ۲ تا ۴ درصد مولی CO_2 و مقادیر کمی CH_4 هستند.
منشا طلا	ماگمایی و یا شستشو از واحدهای طلادار در طی صعود
مکانیزم‌های نشست طلا	جذب و احیا در اثر عملکرد کربن آلی در سنگ میزبان، اکسیداسیون، جوشش، اختلاط سیالات، کاهش فشار، کاهش دما، کاهش فوگاسیته گوگرد، افزایش pH و واکنش با سنگ میزبان
منشا سیال و گوگرد	منشا سیال (سیالات جوی، سیالات ماگمایی و سیالات دگرگونی)- منشا گوگرد (گوگرد موجود در مواد آلی)
کمپلکس حمل طلا	بی‌سولفیدی
ایزوتوپ پایدار	ایزوتوپ اکسیژن سیال در محدوده ۲+ تا ۴+ در هزار، هیدروژن ۱۲- تا ۱۴۰- در هزار، گوگرد ۴+ تا ۱۶+ در هزار
نوع و اندازه طلا	طلای ناپیدا با ابعاد ساب میکروسکوپی (۰/۱ تا ۰/۰۱ میکرومتر) به صورت انحلال جامد و یا کلوییدی در شبکه پیریت آرسنیک‌دار، آرسنوپیریت، اورپیمنت و رآلگار
منشا حرارت	توده‌های نفوذی آذرین، سیل و دایک‌های پورفیری فلسیک

پ- معیارهای اکتشافی

مهم‌ترین معیارهای اکتشافی شامل موارد زیر است:

- وجود سنگ‌های کربناته با لامیناسیون نازک، سنگ‌های سیلتی کلاستیک حاوی کربنات، کربن و شیل‌های دارای مواد آلی
- محیط‌های کششی با گسل‌های پرشیب و عمیق
- زون‌های گسلی کششی عمیق کنترل‌کننده جایگیری توده‌های نفوذی و مهاجرت سیالات کانه‌دار
- دگرسانی، سیلیسی شدن و تشکیل ژاسپیریوید به عنوان راهنمای اکتشافی و تمرکز عناصر هم‌پاراژنز طلا شامل As، Sb، Hg

و Ti

مهم‌ترین معیارهای اکتشافی این تیپ کانسارها در جدول ۱-۳ ارایه شده است.

جدول ۱-۳- معیارهای اکتشافی کانسارهای طلای تیپ کارلین

معیارهای اکتشافی	توضیحات
زمین‌شناسی	- تعیین سنگ‌های کربناتی دریایی سیلتی تا آرژیلیتی با لامیناسیون نازک همراه با ترکیبات تخریبی و تخلخل ناشی از انحلال کربنات‌ها - ماگماتیسم با ترکیب گرانودیوریت تا ریوداسیت کالک‌آلکانل گسترده که در سنگ‌های کربناته نفوذ کرده است. - سنگ میزبان غنی از مواد آلی (تا ۲۰ درصد نیز می‌رسد). - توالی شیل‌های سیاه رسوبی دارای پیریت و باریت - هاله‌های دگرسانی مرتبط با کانی‌سازی - رگه‌های کربناتی و کوارتز گرمابی در سنگ میزبان - نفوذپذیری اولیه و ثانویه سنگ میزبان - همراهی با سیستم‌های مس-مولبدن پورفیری و باریت رگه‌ای

ادامه جدول ۱-۳- معیارهای اکتشافی کانسارهای طلای تپ کارلین

معیارهای اکتشافی	توضیحات
زمین شناسی	- پیدایش کلاhek ژاسپرویدی و زونهای سیلیسی در بالای سطح کانی سازی شده - پی سنگ پوسته قاره ای آرکئن و پوشیده شده با توالی سیلیسی آواری دریایی و کربناتی و رسوبات کربناتی بر روی شیب قاره ای فعال و یا در حال فرورانش - توالی رسوبی پیریتی، باریتی، کربناتی و برخی سنگ ها در طی فرآیندهای غیراکسیدان اقیانوسی ته نشین شده اند. - توالی شامل شیل های سیاه فلزدار، باریت لایه ای و فلزات پایه با منشأ آتشفشانی - کانه زایی در جایی که غنی شدگی سنگ ها از طلا و یا بافرینگ سیالات گرمایی و در نتیجه وجود میزان کافی H_2S برای انتقال طلا است.
ساختاری	محیط های کششی با گسل های پرشیب و عمیق، پنجره های فرسایشی در امتداد تراست ها، ساختارهای عمیق پوسته ای، همبری توده های نفوذی، گسل ها و شکستگی های عمیق پوسته ای، توالی رسوبی تحت تاثیر تغییر شکل های نوع کششی و انقباضی، زون های شکستگی اصلی بین بلوک های پی سنگ، وجود گسل های راستالغز، چین ها با جهت یافتگی غیرعادی و جاگ های تاخیری، هم ترازای درچه های ساختمانی در طول این چین ها، یال های چین ها و ستیخ آنتی کلیتال ها
ژئوشیمیایی	- این ذخایر دارای نسبت بالای طلا به نقره هستند. - مقادیر بالایی از $As-sb-Hg-Ti \pm Ba \pm Te \pm Se \pm W$ و مقادیر بسیار کم عناصر $Mo-Cu-Zn-Bi$ - آنومالی ژئوشیمیایی سنگ یا خاک بین ۱۰۰-۲۰ میلی گرم در تن طلا مهم است. - آنومالی ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه ای ۲۰-۱۰ میلی گرم در تن طلا مهم است. - پخش و توزیع عناصر Te, Hg, Ti, Sb, As, Au به وسیله آب های زیرزمینی و هاله های نزدیک کانسار طلا - آنومالی گاز جیوه ممکن است در طول روباره تا سطح گسترش داشته باشد. - ژئوشیمی ژاسپرویدها و تعیین بارور و عقیم بودن آن ها با استفاده از نسبت های عناصر - پوشش گیاهی دارای تمرکز بالای طلا، آرسنیک و سایر عناصر ردیاب
ژئوفیزیکی	- داده های مگنتوتلوریک و گرانی سنجی نشان دهنده گسترش طولی زون های شکستگی نفوذپذیر عمیق - روش های مغناطیس سنجی هوایی و الکترومغناطیس هواپردی در تعیین موقعیت توده های نفوذی جایگزین شده در درون زون های شکستگی و تعیین همبری توده نفوذی، گسل و زون های دگرسانی - استفاده از روش مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی (IP-RS) در اکتشاف تفصیلی برای تشخیص زون های سولفیدی و سیلیسی در عمق - آنومالی منفی مغناطیسی در مورد سنگ های آذرین که تحت تاثیر دگرسانی آرژیلیکی و سولفیدی (پیریتیزاسیون) قرار گرفته باشند. - IP و CSAMT برای تشخیص سنگ های کربناته، گسل ها، عمق اکسیداسیون و احتمالا کانه زایی غنی از سولفید
ماهواره ای	داده های ماهواره ای TM و ASTER برای تشخیص زون های دگرسانی (کانی های رسی، سربست، آلونیت، ایلیت، اکسید آهن، زون سیلیسی و نظایر آن) و تشخیص ساختارهای خطی، حلقوی و واحد سنگی مرتبط با کانی سازی

۱-۳-۲- کانسارهای طلای تپ اپی ترمال

سیستم های گرمایی در اثر تغییرات شیمی فیزیکی ناگهانی (مانند جوشش، واکنش با سنگ های دیواره و اختلاط سیال) منجر به تشکیل ذخایر اپی ترمال می شوند. ذخایر اپی ترمال با ویژگی های عمق و دمای کم و حضور طلا، نقره، فلزات پایه، سولفوسالت های متنوع، جیوه، آنتیموان و کانی های رسی، آدولاریا، کلسیت، سیلیس و آلونیت مشخص می شوند. ذخایر اپی ترمال بر اساس ویژگی های محیط تشکیل و کانی شناسی رگه های کانه دار و زون های دگرسانی به سه زیر گروه سولفیداسیون پایین (نوع آدولاریا- سربست و یا LS)، سولفیداسیون متوسط (نوع IS) و سولفیداسیون بالا (نوع اسید- سولفات و یا HS) تقسیم شده اند.

کانسارهای طلای سولفیداسیون پایین، پیریت، پیروتیت، آرسنوپیریت و اسفالریت غنی از آهن دارند، در صورتی که کانسارهای طلای اپی‌ترمال سولفیداسیون بالا، کانی‌های پیریت، انارژیت، لوزونیت، تلوریدهای طلا، آلونیت و کوولیت دارند. ذخایر طلای تیپ اپی‌ترمال سولفیداسیون متوسط با کانی‌هایی مانند پیریت، تتراهدريت، تنانتیت، کالکوپیریت، گالن و اسفالریت با آهن کم مشخص می‌شوند.

ذخایر تیپ اپی‌ترمال از نظر شکل تنوع زیادی دارند که علت آن اختلاف زیاد نفوذپذیری در محیط نزدیک سطح زمین ناشی از اثر کنترل‌کننده‌های لیتولوژیکی و ساختاری است. ذخایر تیپ اپی‌ترمال سولفیداسیون پایین از نظر شکل هندسی به شکل رگه‌های کوچک، استوک‌ورک تا پراکنده وجود دارند. کانسنگ طلا در این ذخایر با کوارتز، آدولاریا یا کلسیت همراه است. یک هسته سیلیسی به همراه آلونیت شسته شده و برجا، میزبان اصلی کانسار طلای اپی‌ترمال سولفیداسیون بالا است. در قسمت خارج و بالای هسته مرکزی، کوارتز حفره‌دار و یک زون آرژیلیک پیشرفته (کوارتز، آلونیت، کائولینیت و گاه پیروفیلیت) مشاهده می‌شود. بافت از نوع انتشاری، جانیشینی، رگه‌ای و برش‌های گرمایی متغیر است. در ارزیابی اولیه اکتشافی ذخایر اپی‌ترمال باید نوع سولفیداسیون بالا، متوسط و یا پایین آن مشخص شود. به عنوان مثال در مواردی آب‌های اسیدی- سولفاته (بخار داغ) در نزدیک سطح کانسارهای سولفیداسیون پایین با دگرسانی آرژیلیک پیشرفته نوع سولفیداسیون بالا ممکن است اشتباه شود و فرآیند اکتشاف را به بیراهه ببرد. معیارهای اصلی برای تشخیص نوع کانسار اپی‌ترمال عبارتند از:

- منشا دگرسانی آرژیلیک پیشرفته (هیپوژن یا سوپرژن)

- ارتباط بین زون‌های دگرسانی و زون معدنی بالقوه

- تعیین کانی‌های شاخص کانی‌سازی

- تعیین محیط تکتونیکی

الف- مدل توصیفی

بعضی از ویژگی‌های مهم مدل توصیفی کانسارهای طلای اپی‌ترمال سولفیداسیون پایین عبارتند از:

- محلول‌های گرمابی حاوی آب‌های با منشا جوی و به مقدار کم ماگمایی

- وجود کانی‌های پیریت، اسفالریت غنی از آهن، آرسنوپیریت، کوارتز، آدولاریا، کلسیت و سریسیت

- سنگ میزبان بازالت، آندزیت و ریولیت پورفیری

- ارتباط با ساختارهای گسلی کشتی هم‌زمان و بعد از کمان، ساختارهای کشتی مرتبط به ریف‌های بعد از برخورد

ویژگی‌های کانسارهای اپی‌ترمال سولفیداسیون پایین در جدول ۱-۴ ارائه شده است.

بعضی از ویژگی‌های مهم مدل توصیفی کانسارهای طلای اپی‌ترمال سولفیداسیون متوسط عبارتند از:

- محلول‌های گرمابی حاوی آب‌های با منشا ماگمایی و جوی

- حضور کانی‌های فلزات پایه، سولفوسالت‌های متنوع، کربنات‌ها و سیلیکات‌های منگنز، تنانتیت و تتراهدريت

- سنگ میزبان آندزیت، داسیت، ریوداسیت پورفیری

- دگرسانی شاخص آرژیلیک حد واسط

- ارتباط با ساختارهای گسلی کشتی

- وجود بافت کراستیفرم متقارن و شکافه پرکن

- ویژگی‌های کانسارهای اپی‌ترمال سولفیداسیون متوسط در جدول ۱-۵ ارائه شده است.
- بعضی از ویژگی‌های مهم مدل توصیفی کانسارهای طلای اپی‌ترمال سولفیداسیون بالا عبارتند از:
- محلول‌های گرمابی حاوی آب‌های با منشا ماگمایی و به مقدار کم جوی
 - حضور کانه‌زایی مس، آرسنیک، آنتیموان و طلا
 - سنگ میزبان آندزیت پورفیری، داسیت و ریوداسیت پورفیری
 - دگرسانی کوارتز-آلوانیت شاخص
 - ارتباط با ساختارهای گسلی کششی و در بعضی موارد محیط‌های فشارشی زون‌های فرورانش
 - وجود کانی‌های مرحله سولفیداسیون بالا شامل کوولیت، کالکوسیت، لوزونیت و انارژیت و نادر بودن اسفالریت
 - وجود بافت جانیشینی و انتشاری
- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای اپی‌ترمال سولفیداسیون بالا در جدول ۱-۶ ارائه شده است.

جدول ۱-۴- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای تپ اپی‌ترمال سولفیداسیون پایین

ویژگی‌ها	توصیف
سنگ میزبان	بازالت، آندزیت، ریولیت پورفیری، همراه با سنگ‌های آتشفشانی بایمدال بازالتی-ریولیتی
ارتباط با سنگ‌های نفوذی	حضور توده‌های نفوذی، سیل، دایک‌های کالک‌آلکان تا شوشونیتی
ساختارها	گسل پرشیب، زون‌های کششی زون فرورانش و ریف‌های پس از برخورد
پاراژنز	الکتروم، نقره آزاد، آرژانتیت، پیریت، کالکوپیریت، پیروتیت، آرسنوپیریت، اسفالریت، گالن، کانی‌های سلتید و تلورید (نادر)، کاتولینیت، کلریت، کوارتز کراستیفرم، کالسدونی، کلسیت تیغه‌ای، آدولاریا، سریسیت، باریت و فلوریت
ساخت و بافت کانسنگ	نواری، کراستیفرم، کلوفر، پرکننده فضای خالی و شانه‌ای
عناصر همراه	جیوه، آرسنیک، نقره، سلتیم، تلوریم و آنتیموان
دگرسانی	سیلیسی‌شدن (کوارتز کراستیفرم، کالسدونی)، مجموعه سریسیت-ایلیت-کاتولینیت، آرژیلیک حدواسط (کاتولینیت-ایلیت-مونت‌موریلونیت) و پروپیلیتیک (ایپیدوت، کلسیت و کلریت)
شکل هندسی	کانی‌سازی طلای رگه‌ای کوچک، استوک‌ورک و پراکنده
محدوده سنی	سنوزویک و به ندرت ژوراسیک و پالئوزویک
راهنماهای ژئوفیزیکی	پلاریزاسیون القایی (IP) برای تعیین زون‌های سولفیدی همراه با طلا در عمق، مغناطیس‌سنجی برای تعیین توده‌های آذرین نفوذی و زون‌های دگرسانی اکسید آهن در عمق
ویژگی‌های ژئوشیمیایی	مقادیر بالای Hg, Se, Te در سنگ و به طور محلی Mn و F, Ba, Pb, Zn, Cu, Sb, Hg, Ag, As, Au
محیط ژئودینامیکی	فرورانش با زاویه کم و حرارت ناشی از فعالیت‌های گرمابی و ساختارهای کششی
کانسارهای مرتبط	طلا-نقره چشمه آب گرم، ماسیوسولفید کروکو
عیار	معمولا بین یک تا ۴ گرم در تن
عمق	کمتر از یک کیلومتر
میزان ذخیره	معمولا تناژ بالا بیش از ۱۰۰ تن طلای خالص
نمونه ایران و جهان	قلعه زری، کانسارهای چالو، دارستان و آستانه (ترود-چاه‌شیرین)
	McLaughlin (California), Hishikari (Japan), Pajingo (Australia)

جدول ۱-۵- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای تیپ اپی ترمال سولفیداسیون متوسط

ویژگی‌ها	توصیف
سنگ میزبان	آندزیت، داسیت تا ریولیت
ارتباط با سنگ‌های نفوذی	وجود توده‌های نفوذی، سیل، دایک‌های کالک‌آلکان تا شوشونیتی
ساختارها	جزایر قوسی، حاشیه قاره‌ها و ساختارهای کششی
پاراژنز	نقره آزاد، آرژانتیت، پیریت، کالکوپیریت، گالن، اسفالریت، تتراندريت، تنانتیت، الکتروم، سولفوسالت‌های نقره و کادمیم، کاتولینیت، مونت موریلونیت، سیلیکات و کربنات منگنز، سریسیت، کلریت، کوارتز و فلوریت
ساخت و بافت کانسنگ	کراستيفرم، پرکننده فضای خالی
عناصر همراه	بیسموت، جیوه، کادمیم، سلیوم، تلورید و آنتیموان
دگرسانی	سیلیسی، آرژیلیک حد واسط، سریسیتی و پروپلیتی
شکل هندسی	رگه‌ای، نواری و استوک‌ورک
محدوده سنی	سنوزوییک
راهنماهای ژئوفیزیکی	پلاریزاسیون القایی (IP) برای تعیین زون‌های سولفیدی همراه با طلا در عمق، مغناطیس‌سنجی برای تعیین توده‌های آذرین نفوذی
ویژگی‌های ژئوشیمیایی	مقادیر بالای Hg, Se, Te, Mn, F, Ba, Pb, Zn, Cu, Sb, Ag, As, Au در سنگ و به طور محلی
محیط ژئودینامیکی	فرورانش
کانسارهای مرتبط	رگه‌های چندفلزی، کانسارهای غیرفلزی کاتولینیت و بنتونیت
عیار	بین ۱ تا ۵ گرم در تن و مقدار نقره بالا (میانگین ۴۵۰ گرم در تن)
عمق	کمتر از ۱/۵ کیلومتر
میزان ذخیره	بین ۱ تا ۱۰۰ تن طلا
نمونه ایران و جهان	گندی، ابوالحسنی و چشمه‌حافظ در زون تروند چاه‌شیرین Fresnillo District in Mexic

جدول ۱-۶- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای تیپ اپی ترمال سولفیداسیون بالا

ویژگی‌ها	توصیف
سنگ میزبان	سنگ‌های آتشفشانی بیرونی و نیمه‌عمیق متوسط تا اسیدی (آندزیت، داسیت، ریوداسیت تا ریولیت)
ارتباط با سنگ‌های نفوذی	سنگ‌های آذرین کالک‌آلکان تا شوشونیتی
ساختارها	گسل پرشیب، جزایر قوسی و حاشیه قاره‌ها، ساختارهای کششی و در بعضی موارد ساختارهای فشارشی
پاراژنز	الکتروم، نقره آزاد، آرژانتیت، انارژیت، لوزونیت، کالکوسیت، کوولیت، پیریت، تنانتیت، بورونونیت، کالکوپیریت، گالن، کانی‌های سلیوم و تلورید (نادر)، کاتولینیت، پیروفیلیت، سریسیت، کلریت، کوارتز پزودومورف، دیاسپور، کوارتز حفره‌دار، آلونیت، باریت، فلوریت و همتایت
ساخت و بافت کانسنگ	توده‌ای، نواری، رگه‌ای، انتشاری و جانشینی
عناصر همراه	بیسموت، جیوه، نقره و مس
دگرسانی	دگرسانی شاخص سیلیسی (کوارتز حفره‌دار شکل و دیاسپور)، دگرسانی آرژیلیک پیشرفته (آلونیت، کاتولینیت، پیروفیلیت) و به طور محلی آرژیلیک (سریسیت) و پروپیلیتیک (کلریت و اپیدوت)
شکل هندسی	کانی‌سازی طلای رگه‌ای (سیلیس حفره‌دار) و پراکنده و زون‌های برشی
محدوده سنی	سنوزوییک و به ندرت ژوراسیک و پالئوزوییک

ادامه جدول ۱-۶- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای تیپ اپی‌ترمال سولفیداسیون بالا

ویژگی‌ها	توصیف
راهنماهای ژئوفیزیکی	پلاریزاسیون القایی (IP) برای تعیین زون‌های سولفیدی همراه با طلا در عمق، مغناطیس‌سنجی برای تعیین توده‌های آذرین نفوذی و زون‌های دگرسانی اکسید آهن در عمق
ویژگی‌های ژئوشیمیایی	مقادیر بالای Hg, Se, Te, Mn, F, Ba, Pb, Zn, Cu, Sb, Hg, Ag, As, Au در سنگ و به طور محلی
محیط ژئودینامیکی	فرورانش (عمدتاً جزایر قوسی و کمتر در حاشیه قاره‌ها)
کانسارهای مرتبط	ذخایر طلا- نقره (سولفیداسیون حد واسطه و پایین)، مس- طلای پورفیری
عیار	معمولاً عیارهای بین یک تا ۱۰ گرم در تن
عمق	کمتر از ۲ کیلومتر
میزان ذخیره	بین ۱۰ تا ۱۰۰ تن طلا
نمونه ایران و جهان	گلوجه در استان زنجان
	Goldfield (Nevada), Lepanto (Philippines), Nansatsu and Iwato (Japan)

ب- مدل زایشی

ذخایر طلای تیپ اپی‌ترمال با شرایط فیزیکوشیمیایی سیال، زون‌های دگرسانی و کانی‌شناسی شاخص شناخته می‌شوند. در ذخایر نوع اپی‌ترمال سولفیداسیون پایین (سیستم ژئوترمال فعال) محلول‌های گرمابی دارای pH نزدیک به خنثی و سیالات عمیق (قلیایی) با سرعت کم به سمت بالا حرکت کرده و با سنگ‌های میزبان دگرسان در تعادل هستند. شوری سیالات ۰/۵ تا ۳ درصد وزنی معادل نمک طعام و در بعضی موارد غنی از گازهای CO₂ و H₂S هستند. هر جا که سیالات در سطح، در محل زون جوشش و چشمه‌های دارای سیالات با pH نزدیک به حالت خنثی تخلیه شوند باعث تشکیل ذخایر اپی‌ترمال سولفیداسیون پایین می‌شوند. ذخایر اپی‌ترمال سولفیداسیون پایین در فاصله نسبتاً دور از محل فوران‌های آتشفشانی تشکیل می‌شوند. ذخایر اپی‌ترمال سولفیداسیون بالا در نزدیکی توده نفوذی تشکیل شده و با ذخایر پورفیری نزدیک به خود ارتباط ژنتیکی دارند. سیالات مسوول کانی‌سازی سولفیداسیون بالا اسیدی و اکسیدان بوده و دما و شوری بالاتری نسبت به نوع سولفیداسیون پایین دارند. ذخایر نوع سولفیداسیون متوسط ویژگی‌های نزدیک‌تری به نوع سولفیداسیون بالا دارند ولی مرتبط به سیستم‌های پورفیری نیستند. طلا به صورت کمپلکس بی‌سولفیدی حمل شده و در اثر فرآیندهایی مانند جوشش، سرد شدن سیال، اختلاط سیال، واکنش با سنگ دیواره و رقیق‌شدگی ناپایدار شده و باعث ته‌نشست طلا می‌شود.

مدل‌های زایشی کانسارهای طلای اپی‌ترمال سولفیداسیون پایین، متوسط و بالا در جدول ۱-۷، ۱-۸ و ۱-۹ خلاصه شده است.

جدول ۱-۷- ویژگی‌های مدل زایشی کانسارهای طلای تیپ ایی ترمال سولفیداسیون پایین

ویژگی‌ها	توصیف
محیط تشکیل	- سطح بالایی سیستم گرمایی از عمق یک کیلومتر تا سطح چشمه آب گرم - سیستم شکستگی بزرگ‌مقیاس مانند گرابن‌ها، کالدرها و کمپلکس‌های گنبدی شکل - ساختارهای کشتی در محیط‌های آتشفشانی (گسل عادی پرشیب) - استوک‌ها و دایک‌های ساب‌ولکانیک در ساختارهای کم‌شیب و کشتی و جزایر قوسی و یا آتشفشان‌های آندزیتی در محدوده زون‌های فرورانش - همراهی با آتشفشان‌های بایمدال (بازالت-ریولیت)، مناطق واگرایی درون قاره‌ای (ریت‌ها)
ویژگی‌های سیال کانی‌ساز	سیال کانه‌ساز به صورت حاکم از نوع جوی و به مقدار کم ماگمایی است. دمای بین ۵۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد، شوری پایین ۰/۵ تا ۳ درصد وزنی معادل نمک طعام، سیال احیا و اسیدی
منشا طلا	ماگمایی، شستشو از سنگ‌های آتشفشانی در برگیرنده
مکانیزم نهشت طلا	اختلاط سیالات، کاهش ناگهانی فشار، کاهش فوگاسیته گوگرد و افزایش فوگاسیته اکسیژن، رقیق‌شدگی، کاهش دما، واکنش سیال با سنگ دیواره، کاهش دما (سرد شدن)، رقیق‌شدگی و فرآیند جوشش
منشا سیال و گوگرد	آب‌های جوی و به مقدار کمتر ماگمایی، منشا گوگرد سنگ‌های آتشفشانی دربرگیرنده
کمپلکس حمل طلا	کمپلکس‌های بی‌سولفیدی
ایزوتوپ پایدار	ایزوتوپ اکسیژن و هیدروژن محدوده آب‌های جوی را نشان می‌دهند. مقدار ایزوتوپ گوگرد ۱- تا ۱۲- در هزار است.
نوع و اندازه طلا	طلا (خالص و یا الکتروم) با ابعاد مختلف به صورت آزاد و یا ادخال در کانی‌های سولفیدی و یا اکسیدی (هماتیت) تشکیل می‌شود. سلتید و تلوریدهای طلا نیز دیده می‌شوند.
منشا حرارت	توده‌های نفوذی آذرین جایگزین شده در اعماق کم

جدول ۱-۸- ویژگی‌های مدل زایشی کانسارهای طلای تیپ ایی ترمال سولفیداسیون متوسط

ویژگی‌ها	توصیف
محیط تشکیل	سیستم شکستگی بزرگ‌مقیاس مانند گرابن‌ها، کالدرها و کمپلکس‌های گنبدی، ساختارهای کشتی در محیط‌های آتشفشانی (گسل عادی پرشیب)، ساختارهای کشتی در زون‌های فرورانش
ویژگی‌های سیال کانی‌ساز	اختلاط آب‌های ماگمایی و جوی، دمای ۱۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و شوری ۰/۱ تا ۸ درصد وزنی معادل نمک طعام (در مواردی تا ۱۸ درصد شوری نیز گزارش شده است)، سیال نسبتاً اسیدی و اکسیدان
منشا طلا	ماگمایی، شستشو از سنگ‌های آتشفشانی در برگیرنده
مکانیزم نهشت طلا	اختلاط سیالات ماگمایی و جوی، کاهش ناگهانی فشار، کاهش فوگاسیته گوگرد و افزایش فوگاسیته اکسیژن، رقیق‌شدگی، کاهش دما، رقیق‌شدگی و جوشش
منشا سیال و گوگرد	به طور عمده سیالات ماگمایی و به مقدار کمتری آب‌های جوی و منشا گوگرد ماگمایی و سنگ‌های آتشفشانی است.
کمپلکس حمل طلا	کمپلکس‌های بی‌سولفیدی
ایزوتوپ پایدار	ایزوتوپ اکسیژن و هیدروژن محدوده آب‌های جوی و نزدیک به محدوده ماگمایی را نشان می‌دهند. گوگرد ۱- تا ۱۰- در هزار
نوع و اندازه طلا	طلا (خالص و یا الکتروم) با ابعاد مختلف به صورت آزاد و یا ادخال در کانی‌های سولفیدی و یا اکسیدی (هماتیت) تشکیل می‌شود. سلتید و تلوریدهای طلا نیز دیده می‌شوند.
منشا حرارت	توده‌های نفوذی آذرین

جدول ۹-۱- ویژگی‌های مدل زایشی کانسارهای طلای تپ اپی ترمال سولفیداسیون بالا

ویژگی‌ها	توصیف
محیط تشکیل	محیط‌های کششی در زون‌های فرورانش و در مواردی همراه با محیط‌های فشارشی، محیط‌های ماگمایی- گرمایی نزدیک به سنگ‌های آتشفشانی جوان، در بخش مرکزی فعالیت‌های آذرین، نزدیک به توده‌های نفوذی کالک‌آلکان تا شوشونیتی، گسل‌های ناحیه‌ای معبر سیال بوده و گسل‌های جانبی منشعب شده از گسل اصلی محل کانه‌زایی هستند.
ویژگی‌های سیال کانی‌ساز	منشا سیال عمدتاً ماگمایی با مقدار کم سیال جوی، دمای تشکیل ۱۰۰ تا ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد و شوری ۰/۱ تا ۱۵ درصد وزنی معادل نمک طعام و در مواردی با شوری بیشتر که تا ۲۱ درصد نیز در کانسارهای مکزیکی گزارش شده است.
منشا طلا	ماگمایی
مکانیزم نهشت طلا	اختلاط سیالات ماگمایی و جوی، کاهش فوگاسیته گوگرد و افزایش فوگاسیته اکسیژن، رقیق‌شدگی، کاهش دما، کاهش ناگهانی فشار، افزایش pH و جوشش
منشا سیال و گوگرد	به طور عمده سیالات ماگمایی و به مقدار کمتری آب‌های جوی، منشا گوگرد نیز ماگمایی است.
کمپلکس حمل طلا	کمپلکس‌های بی‌سولفیدی و کلریدی
ایزوتوپ پایدار	ایزوتوپ‌های پایدار اکسیژن، هیدروژن و گوگرد (نزدیک به صفر) منشا ماگمایی بودن سیال و گوگرد را تایید می‌کند.
نوع و اندازه طلا	طلا (خالص و یا الکتروم) با ابعاد مختلف به صورت آزاد و یا ادخال در کانی‌های سولفیدی و یا اکسیدی (هماتیت) تشکیل می‌شود. سلنید و تلوریدهای طلا دیده می‌شود.
منشا حرارت	توده‌های نفوذی آذرین

پ- معیارهای اکتشافی

معیارهای اکتشافی مربوط به طلای اپی ترمال در جدول ۱-۱۰ ارائه شده است.

جدول ۱-۱۰- معیارهای اکتشافی کانسارهای طلای تپ اپی ترمال (سولفیداسیون پایین، متوسط و بالا)

معیارهای اکتشافی	توضیحات
زمین‌شناسی	- توده‌های نفوذی نیمه‌عمیق گرانیت، گرانودیوریت، کوارتزودیوریت، کوارتزودیوریت با ماهیت کالک‌آلکان تا شوشونیتی - وجود گسترده سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب بازالت تا ریولیت با ماهیت کالک‌آلکان تا شوشونیتی به عنوان میزبان کانه‌زایی - نفوذپذیری بالای سنگ‌های آتشفشانی - برش‌های هیدروترمال - دایک‌های با ترکیب حد واسطه سیلیسی شده و رگه‌های سیلیسی - رخداد کانسارهای سولفیداسیون بالا به همراه سیستم‌های پورفیری - فرآیندهای دگرسانی سوپرژن گسترده در اطراف رگه‌های کانی‌سازی شده به عنوان یک معیار مهم اکتشافی به کار می‌رود (انواع آرژیلیکی، سیلیسی، آلونیتی و اکسیدهای آهن).
ساختاری	- ساختارهای تکتونیکی کششی - ارتباط با ساختمان کالدرآ آتشفشانی - کمان‌های آتشفشانی مناطق فعال همگرا - ساختارهای خطی و حلقوی (به ویژه محل تلاقی آن‌ها) - ساختارهای تکتونیکی مرتبط با فرورانش

ادامه جدول ۱-۱۰- معیارهای اکتشافی کانسارهای طلای تیپ اپی ترمال (سولفیداسیون پایین، متوسط و بالا)

معیارهای اکتشافی	توضیحات
ژئوشیمیایی	هسته سیلیسی در کانسارهای سولفیداسیون پایین شامل عناصر Tl و As, Sb, Hg, Au, Ag
ژئوفیزیکی	- آنومالی منفی مغناطیسی در مورد سنگ‌های آذرینی که تحت تاثیر دگرسانی آرژیلیکی و سولفیدی (پیریتیزاسیون) قرار گرفته باشند. - استفاده هم‌زمان از روش‌های مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی (IP-RS) برای تشخیص زون‌های سولفیدی در عمق - مغناطیس‌سنجی، رادیومتری هوایی و گرانی‌سنجی برای تشخیص زون‌های دگرسان و سولفیدی - استفاده از روش مغناطیس‌سنجی برای تشخیص توده‌های نفوذی (منشا حرارت) و ساختارها - مقاومت‌سنجی و روش CSAMT برای تشخیص زون‌های رسی و سریسیتی
ماهواره‌ای	داده‌های ماهواره‌ای و راداری نوع SLAR برای تشخیص زون‌های دگرسانی (کانی‌های رسی، آلونیت، اکسید آهن و سیلیسی شدن) و برای تشخیص ساختارهای خطی، حلقوی و واحدهای سنگی مرتبط با کانی‌سازی

۱-۳-۳- کانسارهای پورفیری غنی از طلا

کانسارهای تیپ پورفیری، ذخیره بسیار بالا و عیار طلا و مس قابل بهره‌برداری دارند. ابعاد، عیار و نوع کانه‌زایی کانسارهای طلا و مس- طلای تیپ پورفیری تا حدی تابع ترکیب سنگ میزبان است. کانسارهای مس- طلای پورفیری را به دو نوع مونزونیتی و دیوریتی تقسیم کرده‌اند. با توجه به اینکه مدل دیوریتی مقدار طلای بالایی دارد در این قسمت این رده از کانسارها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

الف- مدل توصیفی

با در نظر گرفتن ویژگی‌های جهانی کانسارهای مس- طلای تیپ پورفیری، ویژگی‌های زیر برای این کانسارها ارایه شده است:

- خاستگاه تکتونیکی مرتبط با زون فرورانش (عمدتاً زون‌های فرورانش جزایر قوسی)
- سنگ میزبان آذرین درونی متوسط تا بازیک نیمه‌عمیق (سینیت، دیوریت، تونالیت و یا گرانودیوریت پورفیری کالک‌آلکان)
- دگرسانی منطقه‌ای سیلیسی، پتاسیک و پروپیلیتیک از مرکز به سمت خارج و نادر بودن زون سریسیتی و آرژیلیتی
- کانی‌های اصلی زون سوپرژن (کالکوسیت و کربنات‌های مس) و کانی‌های اصلی زون هیپوژن کالکوپیریت، بورنیت، طلا و

پیریت

ب- مدل زایشی

ذخایر تیپ پورفیری غنی از طلا با زون‌های دگرسانی گسترده و کانی‌شناسی شاخص شناخته می‌شوند. این کانسارها در قسمت فوقانی توده‌های نفوذی گرانیتوئیدی تشکیل می‌شوند. سیالات کانه‌ساز دارای منشا ماگمایی و به مقدار کمتر آب‌های جوی است و دما و شوری سیالات در این تیپ کانسارها بالا است و در مواردی به ترتیب به ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد و ۶۰ درصد وزنی معادل نمک طعام می‌رسد. فرآیندهایی مانند جوشش، سرد شدن سیال، اختلاط سیال و واکنش با سنگ دیواره در تشکیل این ذخایر نقش دارند. ویژگی‌های مدل‌های توصیفی و زایشی کانسارهای تیپ پورفیری غنی از طلا به ترتیب در جدول‌های ۱-۱۱ و ۱-۱۲ ارایه شده است.

جدول ۱-۱۱- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای تیپ پورفیری غنی از طلا

ویژگی‌ها	توصیف
سنگ میزبان	- سنگ میزبان اصلی دیوریت، گرانودیوریت، تونالیت و سینیت کالک‌آلکان - ماگمای نوع I از نوع اکسیداسیون بالا (منیتیت، اپلمنیت) - بافت پورفیری توده‌های نفوذی - وجود هورنبلند ماگمایی و منیتیت به عنوان کانی اپک و نبود موسکویت ماگمایی در توده نفوذی - فوگاسیته بالای اکسیژن و ایزوتوپ پایدار مثبت گوگرد در توده نفوذی - پورفیروبلاست‌ها شامل فلدسپات و کانی‌های مافیک $\pm$ کوارتز فنوکریستالین در یک زمینه آپلیتی تا آفانتیک
ارتباط با سنگ‌های نفوذی	ارتباط مستقیم (کانی‌سازی در توده نفوذی انجام می‌گیرد.)
ساختارها	- ارتباط با زون‌های گسلی اصلی - تشکیل در مرز صفحات همگرا در طول زمان و بلافاصله به دنبال فرورائش لیتوسفر اقیانوسی - در ارتباط با جزایر اقیانوسی - در ارتباط با ساختارهای گسلی فشارشی و حلقوی - مناطق ریفتی همزمان با ولکانیسم تیپ جزایر قوسی
پاراژنز	طلای آزاد، کالکوپریت، بورنیت، کالکوسیت، پیریت، منیتیت، گالن، مالاکیت، اکتینولیت، بیوتیت، کلریت، کوارتز، تورمالین، لیمونیت، کائولینیت و کلسیت
ساخت و بافت کانسنگ	بافت افشان و استوک‌ورک
عناصر همراه	مولیبدن، آنتیموان، آرسنیک و نقره
دگرسانی	زون پتاسیک و پروپیلیتی به عنوان زون‌های اصلی دگرسانی و به مقدار کمتر دگرسانی آرژیلیک متوسط و پیشرفته و دگرسانی سربستی
شکل هندسی	کانی‌سازی طلای پراکنده و پورفیری، استوک‌ورک‌های سیلیسی حاوی کالکوپریت، مالاکیت و طلا
محدوده سنی	عمده کانسارهای پورفیری به سن سنوزویک هستند، هر چند کانسارهایی در مزوزویک و پالئوزویک نیز گزارش شده است.
ویژگی‌های ژئوفیزیکی	- پلاریزاسیون القایی (IP) برای تعیین زون‌های سولفیدی همراه با طلا در عمق - مغناطیس‌سنجی برای تعیین هسته کانسار در ارتباط با حضور منیتیت، توده‌های آذرین نفوذی و زون‌های دگرسان اکسید آهن در عمق
ویژگی‌های ژئوشیمیایی	آنومالی Cu, Mo, Ag, B در مرکز کانه‌زایی و آنومالی Ba, Zn, Au, Sb, Se, Mn, Rb در حاشیه کانه‌زایی
محیط ژئودینامیکی	زون فرورائش جزایر قوسی و به مقدار کمتر فرورائش
کانسارهای مرتبط	کانسارهای اسکارن طلا، کانسارهای اپی‌ترمال سولفیداسیون بالا، کانسارهای سولفید توده‌ای طلا
عیار	معمولا عبارهای بسیار پایین طلا حدود ۰/۴ گرم در تن
عمق	بین ۱۰۰ متر تا بیش از ۲ کیلومتر (حداکثر تا ۵ کیلومتر)
میزان ذخیره	معمولا تناژ بالا با بیش از ۱۰۰ تن طلای خالص
نمونه ایران و جهان	کانسار پورفیری مس خونیک در بیرجند (ایران)
	Chuquicamata in Chile, Cerro Verde in Peru, Ajo in Arizona

جدول ۱-۱۲- ویژگی‌های مدل زایشی کنسارهای تیپ پورفیری غنی از طلا

ویژگی‌ها	توصیف
محیط تشکیل	- کانی‌سازی مرتبط با توده‌های نفوذی دیوریتی (در زمان سرد شدن و یا در ارتباط با سیستم گرمایی ناشی از توده نفوذی دیوریتی در سنگ‌های دیگر) - همراهی با نهشته‌های مس‌دار و دگرسانی پتاسیک - بخش فوقانی توده‌های نفوذی که با دایک‌ها در ارتباط بوده و دارای گسل‌های فراوانی است. - بخش فوقانی گنبد‌های باتولیتی
ویژگی‌های سیال کانی‌ساز	- سیال کانه‌ساز ماگمایی دارای شوری بالا (۳۰ تا ۷۰ درصد وزنی معادل نمک طعام) و دمای تشکیل ۴۰۰ تا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد - ارتباط نزدیک طلا با مس - نسبت‌های مشابه فلزات اصلی در سیال ماگمایی
منشا طلا	ماگمایی
مکانیزم نهشت طلا	جوشش، سرد شدن محلول‌ها و نهشت طلا و مس در استوک‌ها همزمان با دگرسانی نوع پتاسیک
منشا سیال و گوگرد	سیالات ماگمایی و جوی و منشا گوگرد ماگمایی است.
کمپلکس حمل طلا	کمپلکس کلریدی
ایزوتوپ پایدار	ایزوتوپ پایدار اکسیژن و هیدروژن نقش غالب سیال ماگمایی را تایید می‌کند.
نوع و ابعاد طلا	- به صورت آزاد و همراه با کالکوپیریت - ابعاد ذرات طلا معمولاً کمتر از ۱۰۰ میکرون
منشا حرارت	توده‌های نفوذی آذرین جایگزین شده در اعماق کم

پ- معیارهای اکتشافی

مهم‌ترین معیارهای زمین‌شناسی این تیپ کنسارها شامل موارد زیر است:

- کانه‌زایی همراه با سری منیتیت تیپ I است.
 - کانه‌زایی طلا با دگرسانی پتاسیک، رگچه‌های کوارتزی و بخشی از آن در زون دگرسان پروپلیتیک دیده می‌شود.
 - گسترش دگرسانی در این تیپ کنسارها وسیع بوده و شناسایی آن یک معیار اکتشافی مهم محسوب می‌شود.
 - به دلیل محتوای پیریت پایین و توانایی خنثی‌سازی کانی‌های پتاسیم‌دار، کلاهدک آهنی چندان گسترش ندارد.
- معیارهای اکتشافی مربوط به این کنسارها در جدول ۱-۱۳ ارائه شده است.

جدول ۱-۱۳- معیارهای اکتشافی کانسارهای تیپ پورفیری غنی از طلا

معیارهای اکتشافی	توضیحات
زمین شناسی	- توده‌های نفوذی دیوریتی دگرسان شده و آندزیت‌های با بافت پورفیری - رگه‌های استوک‌ورک سیلیسی حاوی طلا و کالکوپیریت - فرآیندهای دگرسانی سوپرژن به عنوان یک معیار مهم اکتشافی - منطقه‌بندی دگرسانی از پروپیلیتیک تا سیلیکات پتاسیم و در مواردی با وجود یک زون سربستی - وجود دگرسانی آرژلیک پیشرفته به عنوان پوشش سیستم پورفیری (رخمون در سطح) - توجه ویژه به استوک‌های پورفیری دگرسان شده (استوک‌ورک‌های رگه‌ای کوارتز در کانی‌سازی نوع پورفیری) - کمرندهای پلوتونیک کالک آلکالن زون‌های فرورانش - مجاورت با کانسارهای اسکارن طلا
ساختاری	- خاستگاه تکتونیک مرتبط با زون‌های فرورانش - ساختارهای فشارشی خطی و حلقوی (به ویژه محل تلاقی آن‌ها) - مناطق ریفی هم‌زمان با ولکانیسم تیپ جزایر قوسی
ژئوشیمیایی	- همراهی طلا، نقره، مولیبدن، آنتیموان و مس - دگرسانی پتاسیک و حضور منیتیت
ژئوفیزیکی	- آنومالی منفی مغناطیسی در مورد سنگ‌های آذرین که تحت تاثیر دگرسانی آرژلیک و سولفیدی (پیریتی شدن) قرار گرفته باشند. - استفاده هم‌زمان روش مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی (IP-RS) در اکتشاف برای تشخیص زون‌های سولفیدی نوع پراکنده همراه با طلا در عمق - آنومالی‌های مغناطیس‌سنجی هواپردی-زمینی به دلیل وجود منیتیت - زون‌های دگرسان به دلیل مقاومت پایین به روش الکتریکی قابل شناسایی است.
ماهورهای	داده‌های ماهواره‌ای برای تشخیص زون‌های دگرسانی (کانی‌های رسی، دگرسانی پتاسیک، اکسید آهن و سیلیسی شدن)، تشخیص ساختارهای خطی، حلقوی و واحد سنگی مرتبط با کانی‌سازی

۱-۳-۴- کانسارهای طلای تیپ کوهزایی (پهنه‌های برشی)

الف- مدل توصیفی

کانسارهای طلای کوارتزی رگه‌ای در کمرندهای سبز که به نام‌های دیگری مانند کانسارهای طلای مزوترمال، کانسارهای طلا در کمرندهای سبز و کانسارهای منحصرأ طلادار نیز شناخته می‌شوند، همگی به دلیل منشأ یکسان در رده کانسارهای طلای کوهزایی قرار می‌گیرند. کانسارهای طلای کوهزایی مرتبط به فرآیندهای فشارشی تا تکتونیک فرفشارشی در حاشیه صفحات همگرا و کوهزایی برخوردی هستند. کانسارهای طلای تیپ کوهزایی از نظر زمان در آرکئن و پروتروزوییک و به مقدار کمتر در فانروزوییک تشکیل می‌شوند. کانی‌های تشکیل دهنده اصلی این ذخایر شامل پیریت، منیتیت، لیمونیت، آرسنوپیریت و پیروتیت است. طلا به صورت آزاد و در حد میکرون همراه با پیریت، پیروتیت و آرسنوپیریت در زون و رگه‌های سیلیسی یافت می‌شود. کانی‌های باطله در کانسارهای طلای کوهزایی شامل آلپیت، کلریت، شلتیت، تورمالین، میکای سفید، آنکریت و دولومیت هستند.

ب- مدل زایشی

از نظر دما، سیالات کانه‌ساز در محدوده بین ۲۵۰ تا ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد (حد واسط بین طلای اپی‌ترمال و مس-طلای تیپ پورفیری) و در شرایط فشار متوسط تا نسبتاً بالا تشکیل می‌شوند. این ذخایر عمدتاً در پهنه‌های برشی و رگه‌های سیلیسی حاوی

اکسیدهای آهن و بیشتر در ارتباط با سنگ‌های دگرگونی (رخساره‌های شیست و به مقدار کمتر آمفیبولیت) و یا متاولکانیک (سنگ‌های ریولیتی دگرگون شده) تشکیل می‌شوند. سیالات آبی CO_2 و طلادار با شوری پایین معمولاً در طی مراحل پسین دگرشکلی و دگرگونی کمربند سنگ‌های سبز در مناطق برشی به سمت بالا حرکت کرده و در طی واکنش با سنگ‌های میزبان کانی‌سازی انجام می‌گیرد. ویژگی‌های توصیفی و زایشی این ذخایر در جدول‌های ۱-۱۴ و ۱-۱۵ ارائه شده است.

جدول ۱-۱۴- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای تیپ کوهزایی

ویژگی‌ها	توصیف
سنگ میزبان	- زون سیلیسی و برشی در سنگ‌های متاولکانیکی کمربندهای سبز (البته سایر سنگ‌ها مانند سنگ‌های آتشفشانی همچون بازالت، ریولیت و رسوبی هم ممکن است سنگ میزبان این نوع کانسارها باشد). - میزبان اصلی، رگه‌های سیلیسی حاوی اکسید آهن واقع در سنگ‌های متاولکانیکی و دگرگونی است. - همراهی طلا با سنگ‌های رخساره شیست سبز (همراهی طلا با رخساره بالاتر و پایین‌تر از شیست سبز هم دیده شده است).
ارتباط با سنگ‌های نفوذی	- نزدیکی و تماس با سنگ‌های گرانیتویدی در کمربند سنگ‌های سبز - توده‌های نفوذی فلسیک
ساختارها	- زون‌های فرورانش حاشیه قاره‌ها - ساختارهای اصلی کوهزایی در مقیاس پوسته زمین مرتبط با گسل‌های فرعی و پهنه‌های برشی - زون‌های برشی در امتداد گسل‌های پرشیب معکوس - گسل‌های فعال مستعد برای انتقال و تمرکز محلول‌های گرمایی کانه‌ساز - مرز بین دو واحد سنگی (مانند گرانیت و شیست) - ساختارهای راندگی (تراستی) - گسل و زون‌های برشی شکنا با زاویه کم - ساختارهای شعاعی - زون‌های ورقه ورقه شده - ساختارهای تاق‌دیسی
پاراژنز	طلای آزاد، پیروتیت، آرسنوپیریت، پیریت، منیتیت، کلریت، کوارتز، لیمونیت، تورمالین، دولومیت، آنکریت، آلپیت، میکای سفید (فوشسیت)، شلیت، کلسیت و رگه کوارتز طلادار دارای ۳ تا ۵ درصد سولفید آهن (پیریت، پیروتیت و آرسنوپیریت) و ۵ تا ۱۵ درصد کربنات (آنکریت، دولومیت و کلسیت)
ساخت و بافت کانسنگ	انتشاری، استوک‌ورک و پرکننده فضای خالی
عناصر همراه	نقره، روی، سرب، استینیت و مس
دگرسانی	کربناتی، سیلیسی، کلریتی و سرپسیتی شدن
شکل هندسی	رگه و رگچه‌ای شکل
محدوده سنی	آرکنن، پروتروزیوئیک و فانروزوئیک
ویژگی‌های ژئوفیزیکی	- پلاریزاسیون القایی (IP) برای تعیین زون‌های سولفیدی همراه با طلا در عمق - مغناطیس‌سنجی برای تعیین موقعیت کانسار مرتبط با دگرسانی منیتیتی، توده‌های آذرین نفوذی و زون‌های دگرسان شده اکسید آهن در عمق
ویژگی‌های ژئوشیمیایی	آنومالی مثبت As, B, Bi, Hg, Sb, Te, W
محیط ژئودینامیک	محیط‌های فشارشی در حاشیه صفحات همگرا و کوهزایی برخوردی
کانسارهای مرتبط	کانسارهای ایپی‌ترمال و پورفیری در سطوح کم‌عمق‌تر کانسارهای کوهزایی

ادامه جدول ۱-۱۴- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای تیپ کوهزایی

ویژگی‌ها	توصیف
عیار طلا	نسبت طلا به نقره یک تا ۱۰ و عیار میانگین طلا ۵ تا ۳۰ گرم در تن
عمق تشکیل	از عمق‌های ۲ تا ۳ کیلومتر تا عمق‌های ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر
میزان ذخیره	از یک تن طلا تا بیش از ۵۰ تن
نمونه ایران و جهان	طلاهای کوهزایی منطقه سقر- سردشت در سنگ‌های دگرگونی سندج- سیرجان
	Sabie-Pilgrim's in Transvaal Basin (Africa), Yilgarn Block, Western Australia

جدول ۱-۱۵- ویژگی‌های مدل زایشی کانسارهای طلای تیپ کوهزایی

ویژگی‌ها	توصیف
محیط تشکیل	- کانی‌سازی نوع اپی ژنتیک مرتبط با سیستم‌های پیچیده بزرگ مقیاس - کانی‌سازی در اثر تمرکز سیالات کانه‌ساز گرمابی مرتبط با فرآیند دگرگونی و تغییر شکل ناحیه‌ای در سنگ‌های آذرین آتشفشانی و درونی - کانی‌سازی در اعماق زیاد در زمان اوج و یا بعد از فرآیند دگرگونی تشکیل می‌شود. - کانی‌سازی در مواردی در مرز توده‌های نفوذی اسیدی- حد واسط و سنگ‌های دگرگونی تشکیل می‌شود (نوع آرکنن در کمر بند سنگ سبز آفریقا) - کانی‌سازی طلا همراه با رخساره شیست سبز
ویژگی‌های سیال کانی‌ساز	- سیال کانه‌ساز مرتبط با فرآیند دگرگونی و دارای شوری پایین تا متوسط (۴ تا ۶ درصد وزنی معادل نمک طعام) و دمای تشکیل ۲۵۰ تا ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد - pH نزدیک به خنثی و سیال احیاکننده - مقدار تقریبی ۵ مول CO₂ در سیال کانه‌زا
منشا طلا	منشا دگرگونی و یا ماگمایی
مکانیزم نهشت طلا	- منشا گرفتن سیالات کانه‌ساز مرتبط با فعالیت‌های دگرگونی در اعماق زیاد - تمرکز محلول‌های گرمابی کانه‌ساز طلا به وسیله گسل‌های عمیق و پهنه‌های برشی - نهشت طلا در زمان سرد شدن محلول‌های گرمابی کانه‌ساز و فرآیند سیلیسی شدن در محل پهنه‌های برشی
منشا سیال و گوگرد	سیالات عمیق پوسته‌ای که در نوع ماگمایی و دگرگونی آن ابهام وجود دارد. واحدهای آتشفشانی منشا گوگرد است.
کمپلکس حمل طلا	کمپلکس‌های تیوسولفات و بی‌سولفیدی
ایزوتوپ پایدار	ایزوتوپ پایدار اکسیژن سیال ۱۱ تا ۱۴ در هزار و ایزوتوپ پایدار هیدروژن ۷۰- تا ۳۰- در هزار که نوع سیالات عمیق پوسته‌ای را نشان می‌دهد.
نوع و ابعاد طلا	به صورت آزاد، همراه با پیریت، پیروتیت (در واحدهای آذرین دگرگون شده) و آرسنوپیریت (در واحدهای رسوبی دگرگون شده)
منشا حرارت	فرآیندهای دگرگونی و یا آذرین

پ- معیارهای اکتشافی

معیارهای اکتشاف ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی، زمین‌شناسی، ساختاری و دورسنجی این تیپ کانسارها در جدول ۱-۱۶ خلاصه شده است.

جدول ۱-۱۶- معیارهای اکتشافی کانسارهای طلای تیپ کوهزایی

معیارهای اکتشافی	توضیحات
زمین‌شناسی	- وجود سنگ میزبان مناسب - زون سیلیسی و برشی در سنگ‌های متاولکانیکی (البته در سایر سنگ‌ها مانند سنگ‌های آتشفشانی و رسوبی هم تشکیل می‌شوند). - سنگ میزبان اصلی رگه‌های سیلیسی حاوی اکسید آهن واقع در سنگ‌های متاولکانیکی و دگرگونی - ارتباط فضایی ذخایر طلا با توده‌های نفوذی اسیدی (گرانیت) و باتولیت‌های گرانیتی کمر بند ماگماتیسیم قوسی مرتبط با فرورانس (سیستم ماگماتیسیم قوسی حاشیه قاره‌ها) - سنگ‌های دگرگونی - کنترل‌کننده ساختاری در تمرکز کانی‌سازی رگه‌ای - دگرسانی غنی از نوع کربناتی و سیلیسی شدن - فرآیند متاسوماتیسیم به روی رسوبات کف دریا و متعاقبا شسته شدن و آزاد شدن طلا در اثر فرآیند دگرگونی و سپس نهشت کانی‌های طلا در امتداد گسل‌ها و تشکیل رگه‌های حاوی کانی‌سازی طلا - در گستره کمر بند سنگ‌های سبز آرکن
ساختاری	- در ارتباط با فرورانس و حاشیه قاره‌ها - ساختارهای فشارشی خطی و حلقوی (به ویژه محل تلاقی آن‌ها) - گسل‌های عمیق امتدادلغز - وجود ساختارها و زون‌های برشی شکنا - گسل‌های فرعی و زون‌های برشی مرتبط با ساختارهای اصلی - ساختارهای شعاعی، زون‌های ورقه ورقه شده و نزدیکی با ساختارهای عمیق پوسته‌ای - نزدیکی به ساختارهای تاقدیسی - زون‌های برشی در امتداد گسل‌های پرشیب معکوس - ساختارهای راندگی (تراستی) - مرز بین دو واحد سنگی (مانند گرانیت و شیست)
ژئوشیمیایی	- وجود مقادیر بالای طلا در آنومالی‌ها (۱۰۰ میلی گرم در تن) - همبستگی عناصر As, B, Bi, Hg, Sb, Te, W - آنومالی ژئوشیمیایی طلا در سنگ یا خاک بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی گرم در تن - آنومالی ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای معمولا ۱۰ تا ۲۰ میلی گرم در تن
ژئوفیزیکی	- استفاده از روش مغناطیس‌سنجی برای تعیین کانسارهای مرتبط با منیتیت - آنومالی منفی مغناطیسی در مورد سنگ‌های آذرین که تحت تاثیر دگرسانی سولفیدی (پیریتی شدن) قرار گرفته باشند. - استفاده هم‌زمان از روش‌های مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی (IP-RS) برای تشخیص زون‌های سولفیدی نوع پراکنده همراه با طلا در عمق
ماهواره‌ای	داده‌های ماهواره‌ای برای تشخیص زون‌های دگرسانی و ساختارهای خطی، حلقوی و واحد سنگی مرتبط با کانی‌سازی

۱-۳-۵- کانسارهای طلای همراه با تیپ سولفید توده‌ای آتشفشان‌زاد

این ذخایر در ارتباط با سنگ‌های آتشفشانی زیردریایی (ولکانوژن) تشکیل می‌شوند. کانسارهای سولفید توده‌ای آتشفشان‌زاد طلا دار به سه رده تیپ قبرسی، کروکو و بشی تقسیم شده که تیپ کروکو اهمیت بیشتری دارد. از نظر سنی تیپ قبرسی و کروکو مربوط به سنوزویک و تیپ بشی مربوط به پروتروزویک و سنوزویک است. تیپ قبرسی و بشی مرتبط با ریفتهای درون اقیانوسی

است که به ترتیب در سنگ میزبان آتشفشانی (بازالت بالشی و دایک دیابازی) و سنگ‌های رسوبی آواری جای می‌گیرند. تیپ کروکو در زون‌های فروران‌ش جزایر قوسی با سنگ میزبان ریولیت، داسیت و ریوداسیت تشکیل می‌شود.

الف- مدل توصیفی

ویژگی‌های توصیفی این ذخایر عبارتند از:

- مجموعه دگرسانی کوارتز-کلریت-سریسیت و آرژیلیک تا آرژیلیک پیشرفته
- کانی‌سازی عدسی شکل، استوک‌ورک، رگه‌ای و افشان
- وجود مقادیر بالای طلا در زون سیلیسی اطراف سولفیدهای توده‌ای
- محیط تکنونیک ریفت (قبرسی و بشی) و حوضه‌های پشت کمانی (کروکو)
- محیط فعالیت‌های آتشفشانی زیردریایی

ب- مدل زایشی

کانسارهای سولفید توده‌ای آتشفشان‌زاد طلادار عموماً نهشته‌های چینه‌سان سولفیدی هستند که به صورت توده‌ای و نیمه‌توده‌ای به وسیله سیالات گرمایی در کف و زیرکف دریا و در گستره وسیعی از محیط‌های زمین‌شناسی گذشته و حال به وجود می‌آیند. این کانسارها در توالی‌های چینه‌شناسی آتشفشانی-رسوبی همراه با سنگ‌های آتشفشانی به وجود می‌آیند. کانسارهای سولفید توده‌ای آتشفشان‌زاد طلادار محصول ورود و تخلیه شدن سیالات گرمایی به آب دریا در طول گسل‌های هم‌زمان با آتشفشان هستند که معمولاً هم از نظر مکانی و هم از نظر زمانی همراه با دهانه‌های آتشفشانی و یا گودال‌های ولکانوپلوتونیک مانند گرابن‌ها و کالدرها هستند. سه نوع کانسار سولفید توده‌ای آتشفشان‌زاد طلادار خصوصیات توصیفی و زایشی متفاوتی از لحاظ سنگ میزبان، محیط تشکیل، عناصر اقتصادی و هاله‌های دگرسانی دارند که در ادامه به آن‌ها اشاره شده است (جدول‌های ۱-۱۷ و ۱-۱۸).

جدول ۱-۱۷- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای تیپ سولفید توده‌ای آتشفشان‌زاد

ویژگی‌ها	توصیف
سنگ میزبان	- سنگ‌های آتشفشانی زیردریایی ریولیت، داسیت و ریوداسیت کالک‌آلکان و توده‌های نفوذی نیمه‌عمیق فلسیک در تیپ کروکو - دایک‌های دیابازی و بازالت‌های بالشی در تیپ قبرسی - سنگ‌های رسوبی آواری در تیپ بشی
ارتباط با سنگ‌های نفوذی	ارتباط مستقیم
ساختارها	رژیم‌های کششی در تیپ قبرسی و بشی و رژیم فشارشی در تیپ کروکو
پاراژنز	طلای آزاد، نقره، اسفالریت، گالن، کوولیت، پیریت، مارکاسیت، بورنیت، منیتیت، تتراهدريت، پیروتیت و کالکوپیریت
ساخت و بافت کانسنگ	دانه‌ریز، انتشاری، رگچه‌ای، لایه‌بندی تدریجی، برشی و توده‌ای
عناصر همراه	سرب، نقره، مس، روی، قلع، آهن و منگنز
دگرسانی	- آرژیلیک تا آرژیلیک پیشرفته (کائولینیت و پیروفیلیت) - گوسان (کلاهدک آهنی)، سیلیسی‌شدن و سریسیتی
شکل هندسی	ورقه‌ای، استرینگر، عدسی شکل و استوک‌ورک
محدوده سنی	تیپ قبرسی و کروکو مربوط به سنوزویک و تیپ بشی پروتروزویک و سنوزویک
ویژگی‌های ژئوفیزیکی	- پلاریزاسیون القایی (IP) برای تعیین عدسی‌های سولفیدی همراه با طلا در عمق - مغناطیس‌سنجی برای تعیین توده‌های آذرین نفوذی و زون‌های دگرسانی اکسید آهن در عمق

ادامه جدول ۱-۱۷- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای تیپ سولفید توده‌ای آتشفشان‌زاد

ویژگی‌ها	توصیف
ویژگی‌های ژئوشیمیایی	- آنومالی مثبت Zn, Mn, Fe و آنومالی منفی Ca-Na در تیپ قبرسی - همبستگی عناصر Pb, Ag, Ba, As, REE, Mo, Zn, Cu, Au در تیپ کروکو - آنومالی و همبستگی مثبت Ag, Co, Zn, Cu در تیپ بشی
محیط ژئودینامیکی	محیط تکتونیکی ریف‌های درون اقیانوسی برای تیپ بشی و قبرسی، حوضه‌های پشت کمانی و ریف‌ت در حاشیه‌های مخرب برای تیپ کروکو
کانسارهای مرتبط	چرت‌های غنی از آهن و منگنز همراه با تیپ قبرسی، منگنز ولکانوژن، اپی‌ترمال سولفیداسیون پایین و آهن نواری رسوبی تیپ آلگوما همراه با تیپ کروکو و ذخایر منگنز رسوبی همراه با تیپ بشی
عیار طلا	عیار ۲ تا ۱۵ گرم در تن
عمق تشکیل	عمق کم تا بیش از ۱۰۰۰ متر
میزان ذخیره	بین یک تا ۲۰ تن طلای خالص
نمونه ایران و جهان	مس، طلای تیپ قبرسی شیخ عالی- سولفیدهای توده‌ای زون تکنار و کانه‌زایی طلای باریکا Kidd Creek in Canada, Kuroko in Japan

جدول ۱-۱۸- ویژگی‌های مدل زایشی کانسارهای طلای تیپ سولفید توده‌ای آتشفشان‌زاد

ویژگی‌ها	توصیف
محیط تشکیل	- فعالیت آتشفشانی زیردریایی تولیتی در ریف‌های درون اقیانوسی در نوع قبرسی - فعالیت آتشفشانی زیردریایی محیط‌های کم اکسیژن و مرتبط با ساختمان کالدرا در زون‌های کششی درون کمانی و پشت کمانی - جزایر قوسی همراه با سنگ‌های ریولیتی و داسیتی در نوع کروکو - رسوبات دریایی عمیق همراه با فعالیت آتشفشانی زیردریایی تولیتی در ریف‌های درون اقیانوسی در نوع بشی
ویژگی‌های سیال کانی‌ساز	سیال کانه‌ساز مرتبط با فرآیند دگرگونی و دارای شوری پایین تا متوسط (۴ تا ۲۰ درصد وزنی معادل نمک طعام) و دمای تشکیل ۱۰۰ تا ۳۳۰ درجه سانتی‌گراد
منشا طلا	ماگمایی، پوسته اقیانوسی فرورانده در زیر پوسته قاره‌ای و سنگ‌های آتشفشانی
مکانیزم نهشت طلا	جوشش، واکنش با سنگ‌های دیواره و کاهش دما
منشا سیال و گوگرد	آب‌های اقیانوسی و جوی، واحدهای آتشفشانی منشا گوگرد است.
کمپلکس حمل طلا	کمپلکس‌های بی‌سولفیدی
ایزوتوپ پایدار	ایزوتوپ پایدار اکسیژن و هیدروژن سیال، نقش سیالات جوی و اقیانوسی را در کانه‌زایی تأیید می‌کنند.
نوع و ابعاد طلا	به صورت آزاد، الکتروم و یا به صورت تلورید و یا آزاد همراه با کالکوپیریت، پیریت، ارسنوپیریت، مارکاسیت و پیروتیت
منشا حرارت	فعالیت آتشفشانی زیردریایی و توده‌های آذرین

پ- معیارهای اکتشافی

معیارهای اکتشاف ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی، زمین‌شناسی، ساختاری و دورسنجی این کانسارها در جدول ۱-۱۹ ارائه شده است.

جدول ۱-۱۹- معیارهای اکتشافی کانسارهای طلای تیپ سولفیدهای توده‌ای آتشفشان‌زاد

معیارهای اکتشافی	توضیحات
زمین‌شناسی	- محیط آتشفشانی زیردریایی - سنگ‌های آذرین فلسیک کالک‌آلکالن (ریولیت، داسیت و ریوداسیت) - کانی‌سازی نوع عدسی شکل و یا استوک‌ورکی - مجموعه دگرسانی کوارتز-کلریت-سرسیت و آرژیلیک پیشرفته - ساخت جریانی، پیروکلاستیک و لایه‌ای در سنگ‌های آتشفشانی در تیپ کروکو - فعالیت آتشفشانی زیردریایی تولیتی - سنگ‌های آتشفشانی دایک‌های دیابازی و بازالت‌های بالشی - لایه غنی از آهن در سطح - دگرسانی کربناتی، سرسیتی و کلریتی در تیپ قبرسی - دگرسانی زئولیت، مونت‌موریونیت و کلریت - ولکانیسم زیر دریایی تولیتی همراه با واحدهای رسوبی آواری متورق - وجود پیریت کلوفرم در تیپ بشی
ساختاری	محیط تکتونیکی ریفتی (قبرسی و بشی) و حوضه‌های درون کمانی و پشت کمانی (کروکو)
ژئوشیمیایی	- حضور چرت‌های غنی از آهن و منگنز، حضور لایه‌های غنی از آهن - آنومالی مثبت Fe, Mn, Zn و آنومالی منفی Ca-Na در تیپ قبرسی - همبستگی عناصر Pb, Ag, Ba, As, REE, Mo, Zn, Cu, Au - متاسوماتیسم شدید کلسیم و منیزیم در تیپ کروکو - آنومالی و همبستگی مثبت Ag, Co, Zn, Cu - آنومالی مثبت طلا و سرب در زون گوسان در تیپ بشی
ژئوفیزیکی	- استفاده از داده‌های رادیومتری برای تشخیص زون‌های آرژیلیک پیشرفته - استفاده هم‌زمان از روش مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی (IP-RS) برای تشخیص زون‌های سولفیدی در عمق
ماهورهای	- داده‌های ماهواره‌ای برای تشخیص زون‌های دگرسانی آرژیلیکی - تشخیص ساختارهای خطی و واحدهای سنگی مرتبط با کانی‌سازی

۱-۳-۶- کانسارهای طلای تیپ اسکارن

این کانسارها در ارتباط فضایی مس-طلای تیپ پورفیری در سنگ‌های آهکی مجاور توده‌های نفوذی کم‌عمق تشکیل شده و معمولاً بسیار کوچک هستند. کانسارهای طلای اسکارن به طور عمده در کمرندهای زون فرورانش جزایر قوسی و یا زون بازشدگی پشت کمر بند قوسی در مجاورت توده‌های نفوذی دیوریتی، کوارتز دیوریتی و سینیتی با سنگ‌های کربناته تشکیل شده‌اند.

الف- مدل توصیفی

مهم‌ترین ویژگی‌های این تیپ از کانسارهای طلا به شرح زیر است:

- این کانسارها به شکل‌های لایه‌ای، عدسی و رگه‌ای بوده و بافت‌های توده‌ای، گرانوبلاستیک، پورفیروبلاستیک تا هورنفلسی دارند.

- کانسارهای اسکارن از نظر کانی‌شناسی بخش‌های سیلیکاتی و کربناتی پیچیده و از کانه‌های فلزی ساده هستند. کالکوپیریت، پیریت، پیروتیت، طلا (الکتروم)، آرسنوپیریت، اسفالریت، منیتیت، گالن، تلوریدها، بیسموت (یا بیسموتینیت)، هماتیت (یا اسپیکولاریت)، مولیبدنیت، هدلیت و شللیت مهم‌ترین کانه‌های فلزی در اسکارن‌های طلا دار هستند.

- طلا به صورت ذرات دانه‌ریز، به صورت آزاد و یا الکتروم در بین کانی‌ها و یا به حالت ادخال، داخل سولفیدها (کانی‌های بیسموت‌دار به ویژه تلوریدهای بیسموت‌دار) تشکیل شده است.

ب- مدل زایشی

توده‌های نفوذی گرانودیوریت، دیوریت و گرانیتی دمای بالا زمانی که در سنگ‌های کربناته (کلسیت و دولومیت) نفوذ می‌کنند در اثر واکنش با آن‌ها موجب کانه‌زایی در توده نفوذی و سنگ میزبان آهکی می‌شوند. این اسکارن‌ها از نوع کلسیم‌دار و منیزیم‌دار هستند. غالب اسکارن‌های طلا از نوع کلسیک و در ارتباط با کانسارهای مس پورفیری مناطق جزایر قوسی هستند. اسکارن‌های طلا نوع منیزیم‌دار عمدتاً با کانسارهای مولیبدن پورفیری و یا تنگستن پورفیری در ارتباط هستند و به شکل‌های لایه‌ای (چینه‌کران)، عدسی، حالت رگه‌ای و بافت‌های توده‌ای، گرانوبلاست، پورفیروبلاست تا هورنفلس دیده می‌شوند. طلا در این کانسارها به صورت ذرات دانه ریز آزاد در بین کانی‌ها و یا به حالت اذخال داخل سولفیدها تشکیل شده است. طلا اکثراً با کانی‌های بیسموت‌دار به ویژه تلوریدهای بیسموت‌دار یافت می‌شوند. مدل توصیفی و زایشی این تیپ ذخایر در جدول ۱-۲۰ و ۱-۲۱ ارائه شده است.

جدول ۱-۲۰- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای تیپ اسکارن

ویژگی‌ها	توصیف
سنگ میزبان	سنگ‌های کربناتی (کلسیت و دولومیت) و به مقدار کمتر شیل و کنگلومرا
ارتباط با سنگ‌های نفوذی	توده‌های نفوذی، دایک‌ها، سیل‌ها و استوک‌های پورفیری فلسیک (گرانودیوریت، گرانیت و دیوریت)، کانسارهای طلا در ارتباط با توده‌های مافیک احيایی
ساختارها	زون فروانش جزایر قوسی و یا زون بازشدگی پشت کمربند قوسی، فعالیت‌های ماگمایی در محیط حاشیه قاره‌ای
پاراژنز	کالکوپیریت، پیریت، پیروتیت، طلا (طلای نقره‌دار)، آرسنوپیریت، اسفالریت، منیتیت، گالن، تلوریدها، بیسموت (یا بیسموتینیت)، هماتیت (یا اسپیکولاریت)، مولیبدنیت، هدلثیت و شلیت- کانی‌شناسی سیلیکاته گارنت (آندرادیت و گروسولار)، پیروکسن (دیوپسید و هدنبرژیت)، ایدوکراز، ولاستونیت، اسکاپولیت، آمفیبول، کلریت و اپیدوت
ساخت و بافت کانسنگ	جانشینی، توده‌ای، پراکنده، رگه‌ای و عدسی
عناصر همراه	بیسموت، تلوریم، سرب، مس، نقره، آرسنیک و کبالت
دگرسانی	دگرسانی پیشرونده و دمای بالا متشکل از کانی‌های بدون آب گارنت و پیروکسن و دگرسانی پسروده متشکل از کانی‌های آبدار اپیدوت، آمفیبول و کلریت همراه با کانی‌های سولفیدی که از سیال با دما و شوری کمتر تشکیل شده است.
شکل هندسی	لایه‌ای، عدسی و رگه‌ای
محدوده سنی	کامبرین تا میوسن (کانسارهای قدیمی‌تر از کامبرین نیز گزارش شده است).
ویژگی‌های ژئوفیزیکی	دارای آنومالی مغناطیسی بوده و به دلیل زون‌های سولفیدی روش پلاریزاسیون القایی IP در اکتشاف آن‌ها موثر است.
ویژگی‌های ژئوشیمیایی	همراهی عناصر Au, Ag, Cu, As, Pb, Bi, Co, Sb, Te, Se, Cd
محیط ژئودینامیکی	کمربندهای زون فروانش جزایر قوسی و یا زون بازشدگی پشت کمربند قوسی
کانسارهای مرتبط	مس- مولیبدن پورفیری- تنگستن پورفیری
عیار طلا	۳ تا ۱۰ گرم در تن طلا
عمق تشکیل	یک تا ۳ کیلومتر
میزان ذخیره	یک تا ۱۵ تن طلای خالص
نمونه ایران و جهان	اسکارن مس- طلا مزرعه British Columbia in Canada, Red Dome in Australia

جدول ۱-۲۱- ویژگی‌های مدل زایشی کانسارهای طلای تیپ اسکارن

ویژگی‌ها	توصیف
محیط تشکیل	کمرندهای زون فرورانس جزایر قوسی و یا زون بازشدگی پشت کمر بند قوسی
ویژگی‌های سیال کانی‌ساز	محلول‌های گرمابی کانه‌ساز کانسارهای طلای اسکارن دارای دما بالا (حدود ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد) با منشأ ماگمایی و شوری بسیار بالا (۳۰ تا ۷۰ درصد معادل نمک طعام) و سیال اخیایی
منشأ طلا	منشأ ماگمایی
مکانیزم نهشت طلا	واکنش با سنگ میزبان
منشأ سیال و گوگرد	منشأ سیال، ماگمایی و مقدار کمتر جوی و اختلاط این دو سیال است. منشأ گوگرد نیز ماگمایی است.
کمپلکس حمل طلا	کلریدی
ایزوتوپ پایدار	ایزوتوپ پایدار اکسیژن (۵ تا ۸ در هزار) و هیدروژن (۷۰- تا ۷۸- در هزار) در مرحله پیشرونده نشان از نقش سیالات ماگمایی دارد. مطالعات ایزوتوپی در مرحله پسرونده اختلاط با آب‌های جوی را تایید کرده است.
نوع و ابعاد طلا	ذرات دانه‌ریز، به صورت آزاد و یا الکتروم در بین کانی‌ها و یا به حالت ادخال داخل تلوریدهای بیسموت‌دار
منشأ حرارت	توده نفوذی

پ- معیارهای اکتشافی

یکی از محیط‌های مناسب برای اکتشاف اسکارن‌های طلادار، اسکارن‌های موجود در اطراف نهشته‌هایی است که در آن‌ها مس عنصر کانساری اصلی است. علاوه بر آن، در مناطقی که رگه‌های فلزات پایه بخش اصلی کانسار را تشکیل می‌دهند، اسکارن‌ها باید مورد پی‌جویی قرار گیرند. بسیاری از اسکارن‌های طلادار همانند اسکارن‌های آهن، آرسنیک، مس، بیسموت و آنتیموان هاله‌های ژئوشیمیایی و پاراژنهای مشابهی نسبت به کانسارهای سولفیدی چندفلزی از نوع رگه‌ای- جانشینی دارند. معیارهای اکتشاف ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی، زمین‌شناسی، ساختاری و دورسنجی این کانسارها در جدول ۱-۲۲ ارائه شده است.

جدول ۱-۲۲- معیارهای اکتشافی کانسارهای طلای تیپ اسکارن

معیارهای اکتشافی	توضیحات
زمین‌شناسی	- در ارتباط با نفوذی‌های پورفیری مس (در سطح فوقانی توده‌های پورفیری مس تشکیل می‌شود). - سنگ‌های آذرین نفوذی از نوع دیوریت، گرانیت و گرانودیوریت تزریق شده در توالی‌های کربناتی - سنگ‌های مرتبط با اسکارن‌های طلادار نسبت به سایر انواع آن سیلیس کمتری داشته و از نظر مقادیر آلومینا، قلیایی‌ها و کلسیم، اسکارن‌های طلادار بیش‌ترین شباهت را با گرانیتوئیدهای مربوط به اسکارن‌های مس و آهن نشان می‌دهند. - اسکارن‌های طلادار به صورت پوششی (ماتتو) چینه‌کران (استراتاباند) در افق‌های کربناتی مناسب توسعه می‌یابند. - هاله‌های مجاورتی کانسارهای اسکارن شامل هورنفلس‌های بیوتیتی و پیروکسن-گارنت است. - گارنت در نزدیک توده نفوذی، جریان محلول‌های نفوذی و جریان محلول‌های گرمابی و نوع پیروکسن دور از توده نفوذی تشکیل می‌شود. - اسکارن‌های طلادار منطقه‌بندی بارزی را نشان می‌دهند که شامل کانی‌های ولاستونیت، دیوپسید، هیدرژنیت و گروسولار- آندرادیت است. در این مجموعه ممکن است مجموعه کانی‌های دگرگونی قهقرایی شامل کلریت، اپیدوت، ترمولیت و اکتینولیت نیز یافت شود.
ساختاری	- کمرندهای زون فرورانس جزایر قوسی و یا زون بازشدگی پشت کمر بند قوسی - در سیستم درزه‌ها و شکستگی‌ها و در مجاورت نواحی برشی شده - در مقیاس محلی، دایک‌های غنی از طلا و نواحی لولای تاقدیس‌ها یکی از مهم‌ترین ساختمان‌های کنترل‌کننده این تیپ کانسارها و هاله‌های دگرسانی آن‌ها است.

ادامه جدول ۱-۲۲- معیارهای اکتشافی کانسارهای طلای تیپ اسکارن

ویژگی‌ها	توصیف
ژئوشیمیایی	- منطقه‌بندی ژئوشیمیایی از مرکز به طرف پیرامون آن دیده می‌شود. این منطقه‌بندی ژئوشیمیایی در زون مرکزی شامل کانی‌سازی $Ag, Cu \pm Au$ که گاهی به صورت مس پورفیری یا استوک‌های دیگر است، در زون میانی شامل کانی‌سازی اسکارن طلا دار و یا سایر انواع کانی‌سازی طلا و در زون خارجی شامل کانی‌سازی $Au \pm Ag + Zn + Pb$ است. - بالا بودن مقدار طلا در فلزات پایه و آهنی استخراج شده از یک سیستم اسکارنی - شناسایی زون ژاسپروید در اسکارن‌های طلا
ژئوفیزیکی	آنومالی مغناطیسی و گرانی‌سنجی به ترتیب به دلیل حضور پیرویت یا منیتیت و گالن و روش پلاریزاسیون القایی IP به دلیل وجود کانی‌های سولفیدی پیرویت، پیریت و آرسنوپیریت
ماهواره‌ای	داده‌های ماهواره‌ای برای تشخیص زون‌های دگرسانی و توده‌های نفوذی

۱-۳-۷- کانسارهای طلای مرتبط با توده‌های نفوذی آلکانل احیایی

الف- مدل توصیفی

این دسته از کانسارهای طلا در ریف‌های درون قاره‌ای و ریف‌های پشت کمربندهای قوسی، همراه با آلکالی‌فلدسپات سینیت، سینیت فوئیددار و ملانوسینیت‌ها به ویژه در گسل‌های کششی و دهانه‌های آتشفشانی یافت می‌شوند. این کانسارها به صورت مجموعه رگه‌های صفحه‌ای، استوک‌ورک و افشان هستند و به ندرت به حالت برشی دیده می‌شوند. دگرسانی در این کانسارها به صورت زون‌های کوارتز-آدولاریا، سربیسیت-پیریت و کربنات-ایلیت مشاهده می‌شود و کانی‌سازی شامل پیریت، گالن، اسفالریت، تلوریدهای طلا دار، کالکوپیریت، سولفوسالت‌ها، منیتیت و طلای آزاد است. از نظر میزان ذخیره و عیار بسیار متغیر بوده و تا ۷۰ میلیون تن کانسنگ طلا با عیار یک تا ۱۸ گرم در تن در آن‌ها گزارش شده است. کانسارهای طلای اپی‌زونال و مزوزونال مرتبط با توده نفوذی احیایی، طلای جانیشینی در سنگ‌های غیرکربناته و کانسارهای طلای نوع برشی نیز در این رده از کانسارها قرار دارند.

ب- مدل زایشی

این رده از کانسارها در ارتباط با توده‌های نفوذی احیایی بوده و در حاشیه صفحات همگرا، ریف‌های درون قاره‌ای و ریف‌های پشت کمربندهای قوسی تشکیل می‌شوند. خصوصیات فیزیکی‌وشیمیایی سیالات در این رده از کانسارها غنی از دی‌اکسید کربن بوده و دارای دمای ۲۰۰ تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد و شوری ۱ تا ۶ درصد معادل وزنی نمک طعام هستند. با توجه به عمق تشکیل و فاصله با توده نفوذی احیایی به دو رده اپی‌زونال و مزوزونال تقسیم شده‌اند (شکل ۱-۱). مدل توصیفی و زایشی این تیپ ذخایر در جدول‌های ۱-۲۳ و ۱-۲۴ ارائه شده است.

جدول ۱-۲۳- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای تیپ مرتبط با توده‌های نفوذی آلکانل احیایی

ویژگی‌ها	توصیف
سنگ میزبان	گرانیت، آلکالی‌فلدسپات سینیت، سینیت فوئیددار و ملانوسینیت‌ها (در سنگ‌های آتشفشانی- رسوبی نیز گزارش شده است).
ارتباط با سنگ‌های نفوذی	نفوذی‌های فلسیک و حد واسط آلکانل احیایی
ساختارها	گسل‌های کششی و دهانه‌های آتشفشانی، تاقدیس‌های بزرگ و شکستگی پوسته‌ای
پاراژنز	مقدار سولفید کمتر از ۵ درصد و کانه‌های فلزی شامل پیریت، گالن، اسفالریت، تلوریدهای طلا دار، کالکوپیریت، سولفوسالت‌ها، منیتیت و طلای آزاد
ساخت و بافت کانسنگ	انتشاری، رگه و رگچه‌ای
عناصر همراه	تنگستن، بیسموت، مولیبدن، آنتیموان، قلع، نقره و مس
دگرسانی	گسترش محدود داشته و شامل دگرسانی سدی، پتاسیک، کوارتز-آدولاریا، سربیسیت-پیریت و کربنات-ایلیت

ادامه جدول ۱-۲۳- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای تپ مرتب با توده‌های نفوذی آلکالن احیایی

ویژگی‌ها	توصیف
شکل هندسی	رگه‌ای، استوک‌ورک، برشی و افشان
محدوده سنی	فانروزوییک
ویژگی‌های ژئوفیزیکی	به خاطر وجود توده‌های نفوذی دارای آنومالی مغناطیسی بالا است.
ویژگی‌های ژئوشیمیایی	آنومالی مثبت Au±Bi, As, W, Mo, Sb, Te
محیط ژئودینامیکی	حاشیه صفحات همگرا، ریفتهای درون قاره‌ای و ریفتهای پشت کمرندهای قوسی، محیطهای کمانی و مناطق تکتونیک کششی، کمرندهای کوهزایی (همزمان با برخورد و پس از برخورد)
کانسارهای مرتبط	قلع و تنگستن پورفیری، قلع و مولیبدن همراه با گرانیتوئیدها
عیار طلا	عیار یک تا ۳ گرم در تن در نوع انتشاری و یک تا ۱۸ گرم در تن در نوع رگه‌ای
عمق تشکیل	سطوح فوقانی توده‌های نفوذی (راس توده نفوذی) یک تا ۳ کیلومتر
میزان ذخیره	۲۰ تا ۷۰ میلیون تن کانسنگ طلادار
نمونه ایران و جهان	کانه‌زایی طلا در منطقه کوه‌دم اردستان در استان اصفهان
	Timbarra, Burraga, Kidston

جدول ۱-۲۴- ویژگی‌های مدل زایشی کانسارهای طلای تپ مرتب با توده‌های نفوذی آلکالن احیایی

ویژگی‌ها	توصیف
محیط تشکیل	حاشیه صفحات همگرا، ریفتهای درون قاره‌ای و ریفتهای پشت کمرندهای قوسی همراه با توده‌های نفوذی اسیدی و حدواسط آلکالن احیایی
ویژگی‌های سیال کانی‌ساز	سیالات با دمای ۲۰۰ تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد و شوری یک تا ۶ درصد معادل وزنی نمک طعام با مقدار قابل توجه دی‌اکسید کربن (CO ₂)
منشا طلا	ماگمایی
مکانیزم نهشت طلا	سردشدن، اختلاط با آب‌های جوی و واکنش با سنگ‌های دیواره
منشا سیال و گوگرد	سیال ماگمایی با مقادیر کم سیالات جوی، منشا گوگرد ماگمایی است.
کمپلکس حمل طلا	کمپلکس‌های کلریدی و بی‌سولفیدی
ایزوتوپ پایدار	ایزوتوپ پایدار اکسیژن بیشتر از ۱۲ در هزار و برای گوگرد ۰٫۵+ تا ۲۰- در هزار متغیر است.
نوع و ابعاد طلا	طلای ریزبلور در ساختمان آرسنوپیریت و به صورت آزاد
منشا حرارت	توده‌های نفوذی

پ- معیارهای اکتشافی

معیارهای اکتشاف ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی، زمین‌شناسی، ساختاری و دورسنجی این کانسارها در جدول ۱-۲۵ ارایه شده است.

جدول ۱-۲۵- معیارهای اکتشافی کانسارهای طلای تیپ مرتبط با توده‌های نفوذی آلکالن احیایی

معیارهای اکتشافی	توضیحات
زمین‌شناسی	- سنگ‌های ماگمایی حدواسط (۶۰ تا ۷۰ درصد سیلیس) نوع I - گرانیتوئیدهای به شدت تفریق یافته و پتاسیم بالای نوع I فلسیک (۷۰ تا ۷۶ درصد سیلیس)، غنی‌شدگی در REE, Nb, Th, U, Y در گرانیتوئیدها و تهی‌شدگی در Ti, P, Sr, Fe, Mg - گرانیتوئیدها پرآلمینوس
ساختاری	- کنترل‌کننده‌های ساختاری برای جایگیری توده نفوذی - زون‌های فروران - گسل‌های کششی - تاقدیس‌های بزرگ
ژئوشیمیایی	- مشخصات ژئوشیمیایی و پتروگرافی گرانیتوئیدها به عنوان کلید اصلی اکتشافات محسوب می‌شود. - همراهی کانه‌زایی تنگستن و قلع و کانه‌زایی مولیبدن، تنگستن، بیسموت و طلا در رسوبات رودخانه‌ای - آنومالی رسوبات رودخانه‌ای و خاک برای عناصر طلا، آرسنیک، بیسموت، مولیبدن و آنتیموان - مقادیر فلزات پایه در این کانسارها متغیر است و نمی‌تواند ملاک اکتشافی باشد.
ژئوفیزیکی	- توده‌های نفوذی به وسیله مغناطیس‌سنجی هواپردی به بهترین روش مشخص می‌شوند. - زون‌های گرایزنی توریم و پتاسیم بالا دارد و به وسیله تصاویر رادیومتریکی شناسایی می‌شود.
ماهواره‌ای	تصاویر ماهواره‌ای برای شناسایی زون‌های دگرسان، توده‌های نفوذی و ساختارهای مرتبط به کانه‌زایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۳-۸- کانسارهای طلای تیپ پلاسری

الف- مدل توصیفی

تمرکز طلای آزاد و آلیاژهای گروه پلاتین به صورت دانه‌های ریز و یا به ندرت به صورت قطعه درشت (ناگت طلا) در گراول، ماسه، سیلت، رس و هم‌ارزهای سخت شده آن‌ها در محیط‌های آبرفتی، بادرفتی، ساحلی و یخچالی مشتق شده از فرسایش سنگ‌های عمدتاً فلسیک تا متوسط موجب تشکیل کانسارهای پلاسری طلا می‌شود. ذخایر طلای تیپ پلاسری به دو نوع قدیمی (آرکئن و پروتروزوییک) و عهد حاضر (سنوزوییک) تقسیم می‌شوند. محیط‌های تشکیل ذخایر طلای پلاسری متنوع است.

ب- مدل زایشی

رخدادهایی که در توالی رسوبی ذخایر طلای پلاسری ثبت شده است، نشانگر افت جریان ناگهانی و متغیر مرحله فرسایش سیلابی تا مرحله نهایی تجمع و رسوب‌گذاری است. محیط رسوب‌گذاری ذخایر پلاسری معمولاً طبیعت رودخانه‌ای دارند و حمل و نقل پیوسته به وسیله رودخانه‌های کم‌عمق متوقف می‌شود. تشکیل ذخایر طلای پلاسری در ارتباط با تحولات پوسته‌ای، طبیعت اتمسفر زمین، واحدهای سنگی در محل‌های منشأ طلا (ارتفاعات)، درجه و شدت هوازدگی، کنترل‌کننده‌های ساختاری و فرآیندهای هیدرودینامیکی محیط رسوب‌گذاری است.

پلاسرها بر اساس محیط تشکیل، عامل تمرکز و فاصله حمل به انواع زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

- پلاسره‌های واریزه‌ای: این پلاسرها بیشتر بر جا هستند و فاصله حمل آن‌ها کمتر از ۱۰۰۰ متر است.
- پلاسره‌های آبرفتی: دارای فاصله حمل بیش از یک تا چند کیلومتر هستند.
- پلاسره‌های ساحلی: کانی‌های حمل شده از منشأ فاصله زیادی دارند.

مدل توصیفی و زایشی این تیپ ذخایر در جدول‌های ۱-۲۶ و ۱-۲۷ ارائه شده است.

جدول ۱-۲۶- ویژگی‌های مدل توصیفی کانسارهای طلای تیپ پلاسری

ویژگی‌ها	توصیف
سنگ میزبان	رسوبات آبرفتی و کنگلومرا با قطعات تخریبی کوارتز، ماسه، ماسه‌سنگ و سیلت
ارتباط با سنگ‌های نفوذی	بزرگ‌ترین کانسارها بر روی پی‌سنگ گرانیتی کمربندهای سبز تشکیل شده‌اند.
ساختارها	ساختارهای موثر در تغییر شیب ناگهانی مسیر حمل
پاراژنز	کانی‌های طلای آزاد و ناگت طلا، آلیاژهای پلاتین- آهن، اسمیم، ایریدیم، کوارتز، چرت، زیرکن، کرومیت، پیریت، مونازیت و اورانینیت
ساخت و بافت کانسنگ	طلای بسیار دانه ریز پراکنده و آزاد
عناصر همراه	عناصر گروه پلاتین، اورانیم، زیرکن و کرومیت
دگرسانی	دگرسانی شاخصی ندارد.
شکل هندسی	به صورت نامنظم، کانال‌های با شکل نامنظم کشیده شده در امتداد سواحل، به شکل بادبزنی
محدوده سنی	پلاسره‌های قدیمی در آرکئن و پروتروزیویک و پلاسره‌های جدید در سنوزویک گسترش دارند.
ویژگی‌های ژئوفیزیکی	آنومالی رادیواکتیو به دلیل وجود اورانیم
ویژگی‌های ژئوشیمیایی	آنومالی قوی عناصر Fe, Cu, Sb, Hg, As, Ag, Au
محیط ژئودینامیکی	محیط کراتونی دارای عملکرد فرسایش مکانیکی شدید، کنگلومرای ترشیاری تشکیل شده در امتداد مناطق عمده گسلی، ارتباط با ساختمان‌های گرابنی، ریفترینگ کراتونی یا حاشیه کراتونی
کانسارهای در ارتباط با آن‌ها	ماسه‌سنگ‌های سیاه رنگ حاوی ایلمنیت، منیتیت و کرومیت، مونازیت پلاسری، طلای رگه‌ای مرتبط به کمربندهای سبز و طلای پورفیری
عیار طلا	۲ تا ۱۰ گرم در تن طلا
عمق تشکیل	مناطق سطحی
میزان ذخیره	به طور میانگین ۳۰ تن در هر کیلومتر مربع
نمونه ایران و جهان	کوه‌زر (دامغان)، زرمهر (تربت حیدریه)، تکنار (بردسکن)، زرین (اردکان) و آستانه (اراک) Moeda, Pongola Witwatersrand

جدول ۱-۲۷- ویژگی‌های مدل زایشی کانسارهای طلای تیپ پلاسری

ویژگی‌ها	توصیف
محیط تشکیل	آبرفت‌های پر انرژی که از شیب آن به یکباره کاسته شود، پایین دست آبشارها، نقاط پرشیب رودخانه‌ها، جلو سدها و تخته سنگ‌ها در مسیر رودخانه‌ها، سواحل اقیانوس، پادگانه‌های آبرفتی در درون قاره‌ها و در ارتباط با گرابن‌ها
منشا طلا	کانسارهای طلای رگه‌ای در کمربندهای سبز، گرانیت‌های طلادار و سایر ذخایر با رخنمون و دارای طلای آزاد
مکانیزم نهشت طلا	جدایش ثقلی در اثر کاهش جریان حمل‌کننده ذرات طلا و رسوبات
حمل طلا	طلا همراه با رسوبات به وسیله نیروی آب حمل می‌شود.
نوع و ابعاد طلا	طلای دانه ریز فلسی، ناگت طلا، دانه‌های پهن شده و گرد شده طلا، ابعاد طلا از ۵ تا ۱۰۰ میکرون متغیر است.

پ- معیارهای اکتشافی

معیارهای اکتشاف ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی، زمین‌شناسی، ساختاری و دورسنجی این کانسارها در جدول ۱-۲۸ ارایه شده است.

جدول ۱-۲۸- معیارهای اکتشافی کانسارهای طلای تیپ پلاسری

معیارهای اکتشافی	توضیحات
زمین‌شناسی	- وجود سنگ منشا مناسب حاوی عناصر و کانی‌های سنگین - وجود شرایط آزادسازی کانی‌های پلاسری از سنگ منشا - وجود محیط مناسب برای تمرکز کانی‌های سنگین پلاسری - مناطق با کاهش سطح توپوگرافی و دشت‌های مرتبط با سازند حاوی طلا - جورشدگی کامل در ذرات ریز تا جورشدگی متوسط در ذرات و تکه‌های دارای اندازه درشت - پلاسرهای دارای رخساره با ابعاد ماسه دارای رنگ خاکستری مات، دانه درشت و جنس آرنایت حاوی کوارتز هستند. - جورشدگی خوب تا بسیار خوب رسوبات - در زیر سازندهای آهن‌دار نوع سوپریور - وجود لایه‌بندی متقاطع عظیم - وجود سطح لایه‌بندی جدایش ذرات درشت و ریز در اثر فعال بودن جریان آب و یا موج
ساختاری	- وجود ساختارهای گسلی حاشیه کراتون‌ها - تله‌های موجود در قاعده نهشته‌های گراولی، تله‌های موجود در کف رودخانه‌ها (هر عاملی مانند دایک، لایه‌بندی و شکستگی که جریان آب را قطع کند). - همراه با دگرشیبی‌های حاشیه‌ای - وجود کانال‌های سطحی در سطوح دگرشیبی وسیع موجود در پادگانه‌های آبرفتی
ژئوشیمیایی	آنومالی قوی عناصر Fe, Cu, Sb, Hg, As, Ag, Au، تمرکز کانی‌های منیتیت، کرومیت، ایلمنیت، پیریت، زیرکن، گارنت و روتیل، مقدار نقره در ناگت‌های طلا به طرف منشا پلاسر - لایه‌های کربن‌دار در محیط کم انرژی قاعده پادگانه دارای اورانینیت و طلای ریز دانه
ژئوفیزیکی	استفاده از رادیومتری به دلیل همراهی با عناصر پرتوزا مانند اورانیم و توریم
ماهواره‌ای	استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای شناسایی رسوبات ضخیم و منشا اصلی کانه‌زایی در منطقه

فصل ۲

فهرست خدمات مرحله شناسایی

۱-۲- آشنایی

مراحل اکتشاف ذخایر طلا در چهار مرحله اصلی به شرح شناسایی، پی‌جویی، اکتشاف عمومی و اکتشاف تفصیلی انجام می‌گیرد. مرحله شناسایی برای آثاریابی و دستیابی به پتانسیل معدنی در مقیاس ناحیه‌ای (۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰) و با استفاده از مطالعات زمین‌شناسی، کانی‌سازی (مدل‌های توصیفی و زایشی کانسارهای شناخته شده در منطقه مورد مطالعه و ایالت‌های فلززایی)، دورسنجی، ژئوفیزیک هوابردی، ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای، بلگ و داده‌های ژئوشیمیایی غیرسیستماتیک سنگی انجام می‌گیرد. بررسی‌ها به طور عمده به صورت مطالعات دفتری همراه با بازدیدهای صحرایی برای کنترل زمینی محدوده‌های امیدبخش است. هدف از این مرحله معرفی مناطق امیدبخش و دارای کانی‌سازی طلا برای ادامه فعالیت‌های اکتشافی به منظور رسیدن به یک پتانسیل معدنی است. زون‌های ساختاری- فلززایی مستعد برای انواع کانی‌سازی‌های طلا (ابی‌ترمال، اسکارنی، سولفید توده‌ای، رگه‌ای و نظایر آن) بر اساس داده‌های موجود شناسایی و الویت‌بندی می‌شوند. در پایان مطالعات دفتری به منظور راستی‌آزمایی با نمونه‌برداری سطحی و محدود از سنگ، رسوبات آبراهه‌ای، بلگ و مقایسه محدوده‌های امیدبخش با معادن مشابه و اندیس‌های شناخته شده در نواحی اطراف منطقه امیدبخش، نتایج تا حد ممکن از نظر کمی بررسی می‌شود. در صورت مناسب بودن، مناطق امیدبخش با اولویت‌بندی برای ادامه عملیات اکتشاف در مرحله پی‌جویی معرفی می‌شود. مراحل کار، روش‌های مورد استفاده و چک‌لیست مرحله شناسایی در جدول‌های ۱-۲ و ۲-۲ ارایه شده است.

۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها، طراحی و برنامه‌ریزی

در این گام باید اقدامات زیر انجام گیرد:

الف- جمع‌آوری داده‌ها

- جمع‌آوری و بررسی کلیه نقشه‌های زمین‌شناسی، ساختاری، ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰
- بررسی داده‌های ماهواره‌ای TM, ASTER و Landsat و تعیین ساختارهای خطی، حلقوی و زون‌های دگرسانی
- جمع‌آوری نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰

ب- مطالعات دفتری

- گردآوری و مطالعه کلیه گزارش‌ها، مستندات، نقشه‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده به منظور شناخت ایالت‌های فلززایی، تیپ کانسارهای مورد انتظار، تعیین معیارها و عوامل موثر در شکل‌گیری زایشی آن‌ها
- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ساختاری، ماهواره‌ای، توپوگرافی، ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و پراکندگی ذخایر و نشانه‌های موجود در مقیاس ناحیه‌ای

پ- طراحی و برنامه‌ریزی

- بررسی نوع کانسار محتمل در منطقه و مدلسازی با استفاده از تئوری‌های اکتشافی (خصوصیات مدل زایشی و توصیفی انواع تیپ کانسارهای طلای شرح داده شده در فصل اول)
- بررسی اقتصادی و پیش‌بینی آینده برای توجیه اقتصادی
- برنامه زمان‌بندی اجرایی

- بررسی‌های قانونی و حقوقی

۲-۳- بررسی معادن و اندیس‌های شناخته شده

یکی از اطلاعات تاثیرگذار در شناسایی ذخایر طلا، تهیه نقشه ذخایر و اندیس‌های شناخته شده طلا و عناصر همراه آن‌ها است. چنانچه در منطقه تحت شناسایی، معادن و یا اندیس‌های شناخته شده طلا وجود داشته باشد، در اولین فرصت حتی قبل از پردازش و بررسی داده‌های دیگر، باید از این اندیس‌ها بازدید به عمل آید و یا اطلاعات آن‌ها در صورت موجود بودن دقیقاً بررسی شود. اطلاعات به دست آمده از بازدید و بررسی‌ها و یا مطالعات قبلی باید به عنوان یک مدل در تعیین معیارهای اکتشافی ویژه منطقه (نوع کانی‌سازی، نوع سنگ میزبان، نوع ساختارهای کنترل‌کننده کانی‌سازی، نوع سیستم دگرسانی و واحدهای سنگی دارای ارتباط مستقیم و غیرمستقیم با کانی‌سازی) مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۴- مطالعات زمین‌شناسی

در این مرحله از نقشه‌های پایه مانند نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و توزیع ذخایر و نظایر آن‌ها برای مطالعات اکتشافی استفاده می‌شود. از نقشه‌های توپوگرافی در زمین‌مرجع کردن^۱، یافتن راه‌های دسترسی و تهیه مدل ارتفاعی رقومی^۲ استفاده می‌شود. از نقشه‌های زمین‌شناسی برای شناسایی واحدهای سنگی از نظر ساخت، بافت و ماهیت ترکیبی، تفکیک و ارتباط آن‌ها با یکدیگر، عوارض تکتونیکی و زون‌های دگرسان شده و نقش آن‌ها در کانی‌سازی استفاده می‌شود. کاربردهای مطالعات زمین‌شناسی در شناسایی ذخایر طلا عبارتند از:

الف- تعیین موقعیت مکانی، زمانی و ترکیب واحدهای سنگی مختلف

ب- تعیین موقعیت مکانی، زمانی و نوع ساختارها مانند چین‌خوردگی‌ها و گسل‌ها

پ- تعیین موقعیت مکانی و نوع محدوده‌های دگرسانی

ت- تعیین سن نسبی گسل‌ها و عملکرد آن‌ها

ث- تعیین سن نسبی واحدهای سنگی و ارتباط آن‌ها با کانی‌سازی

۲-۵- مطالعات سنجش از دور

روش‌های دورسنجی، انجام مطالعات اکتشافی در یک محدوده وسیع را با دقت مناسب، سرعت بالا و هزینه کم امکان‌پذیر می‌سازد. در شناسایی ذخایر طلا مهم‌ترین داده‌های ماهواره‌ای، داده‌های فراطیفی ASTER و چندطیفی لندست TM و ETM هستند. در اجرای عملیات شناسایی ذخایر طلا، مطالعه تصاویر ماهواره‌ای، یکی از مهم‌ترین روش‌های شناسایی کم‌هزینه و با دقت مناسب است که انجام آن قبل از سایر بررسی‌ها توصیه می‌شود.

1- Georeferencing

2- DEM

با استفاده از روش‌های پردازش داده‌های ماهواره‌ای می‌توان عوارض را آشکار و کارآیی تصویر حاصل را زیاد کرد. در اکتشاف ذخایر معدنی از روش‌های مختلف آشکارسازی برای تفکیک و تشخیص شواهد کنترل‌کننده کانی‌سازی (تیپ سنگ‌شناسی، ساختارهای زمین‌شناسی و دگرسانی) استفاده می‌شود. برای اطلاعات بیشتر به نشریه ۶۱۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با عنوان "فهرست خدمات و راهنمای مطالعات دورسنجی در اکتشاف مواد معدنی" مراجعه شود. مراحل مطالعات دورسنجی ذخایر طلا عبارتند از:

- الف- نوع و ویژگی‌های داده‌های دورسنجی
- ب- روش و مبانی برداشت داده‌های دورسنجی
- پ- انجام تصحیحات رادیومتری و هندسی
- ت- پردازش داده‌های دورسنجی و آشکارسازی تصاویر ماهواره‌ای
- ث- تفکیک واحدهای سنگی، ساختارهای خطی و حلقوی در ارتباط با کانی‌سازی طلا
- ج- تفکیک زون‌های دگرسانی و ارتباط آن‌ها با کانی‌سازی
- چ- تفسیر داده‌های دورسنجی و تعیین مناطق امیدبخش

۲-۶- مطالعات ژئوشیمیایی

در صورت شناسایی مناطق امیدبخش به منظور کنترل و راستی‌آزمایی (با نظر کارشناس خبره) می‌توان به صورت بسیار محدود مطالعات ژئوشیمیایی به شرح زیر را انجام داد:

- الف- طراحی شبکه نمونه‌برداری ژئوشیمیایی
- ب- عملیات صحرایی نمونه‌برداری ژئوشیمیایی (رسوبات آبراهه‌ای، کانی سنگین و بلگ به تعداد محدود)
- پ- آماده‌سازی نمونه‌ها، روش تجزیه و نتایج تجزیه نمونه‌ها
- ت- تعیین دقت نتایج
- ث- مطالعات آماری پایه
- ج- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی
- چ- تعبیر و تفسیر داده‌های ژئوشیمیایی و معرفی محدوده‌های امیدبخش ژئوشیمیایی

۲-۷- مطالعات ژئوفیزیکی

مطالعات ژئوفیزیکی در مرحله شناسایی، استفاده از روش‌های هواپردی در مقیاس ناحیه‌ای است و در صورتی که چنین داده‌هایی از قبل وجود داشته باشد از آن استفاده خواهد شد. روش‌های شناسایی ژئوفیزیکی ذخایر طلا در مقیاس ناحیه‌ای بر اساس معیارهای مختلفی مانند محیط پیدایش این ذخایر، مشخصات ژئوفیزیکی سنگ درونگیر کانسار و همچنین ویژگی‌های زمین‌شناسی ساختمانی است. استفاده از برداشت‌های مغناطیس‌سنجی و رادیومتری ناحیه‌ای در تشخیص الگوهای خطی، حلقوی و متقاطع گسل‌ها بسیار

موثر است. برداشت‌های مغناطیس‌سنجی، الکترومغناطیسی و گرانی‌سنجی هوابردی در تعیین همبری نفوذی‌ها، واحدهای سنگی، گسل‌ها و هاله‌های دگرسانی توصیه می‌شود. کاربردهای مطالعات ژئوفیزیک هوابردی در شناسایی ذخایر طلا عبارتند از:

- الف- تفسیر داده‌های ژئوفیزیک هوابردی متناسب با تیپ خاص کانی‌سازی طلا
- ب- تعیین و شناسایی دگرسانی‌ها بر اساس داده‌های مغناطیس‌سنجی و رادیومتری هوابردی
- پ- شناسایی ساختارها به کمک داده‌های مغناطیسی هوابردی
- ت- شناسایی سنگ‌های آذرین نفوذی به کمک داده‌های مغناطیس‌سنجی هوابردی
- ث- شناسایی دگرسانی‌های اکسید آهن به کمک مغناطیس‌سنجی هوابردی

۸-۲- بازدید صحرایی و نمونه‌برداری از محدوده‌های امیدبخش و معرفی و الویت‌بندی محدوده‌های مناسب برای ادامه عملیات اکتشافی

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، هاله‌های دگرسانی و رگه‌های معدنی
- ت- مشاهدات توصیفی مناطق دارای پتانسیل
- ث- نمونه‌برداری از سنگ، رخنمون‌های کانه‌زایی، دگرسانی، رسوبات آبراهه‌ای و کانی سنگین به صورت محدود

۹-۲- مطالعات تلفیقی

در این مرحله لایه اطلاعاتی پایه زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیک هوابردی و دورسنجی مورد بررسی قرار می‌گیرد و پس از پردازش و تلفیق این اطلاعات، محدوده‌های امیدبخش اکتشافی مشخص می‌شود. در این مرحله اقدامات زیر انجام می‌گیرد:

- الف- تلفیق نتایج مطالعات دفتری و بازدیدهای صحرایی
- ب- مطالعه و بررسی نمونه‌های برداشت شده اعم از مطالعات میکروسکوپی و تجزیه شیمیایی
- پ- پردازش داده‌ها و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در سیستم GIS و تعیین مناطق امیدبخش و اولویت‌بندی آن‌ها برای ادامه عملیات اکتشافی

- ت- کنترل مناطق امیدبخش با مناطق حفاظت شده در حال بهره‌برداری و نظایر آن
- ث- بررسی‌های عمومی مناطق از نظر راه‌های دسترسی، وضعیت توپوگرافی و شرایط آب و هوایی
- ج- ارایه برنامه در مناطق امیدبخش

جدول ۲-۱- معیارهای اکتشافی مورد استفاده در مرحله شناسایی انواع تیپ کانسارهای طلا (معرفی مناطق امیدبخش در مقیاس

(۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰)

تیپها معیارها	کارلین	ابی ترمال (LS, MS, HS)	پورفیری غنی از طلا	کوهزایی
زمین شناسی	- استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ در تعیین سنگ میزبان کربناته (حاوی مواد آلی) و شیل، واحد سنگی آذرین حد واسط ترشیری (موتور حرارتی)، واحدهای سنگی دگرسان (کربنات‌زدایی، سیلیسی شدن و آرژیلیک) - تعیین تقاطع گسل‌ها، تاقدیس‌ها، ساختارهای عمیق پوسته‌ای، محیط‌های کششی با گسل‌های پرشیب و عمیق	- استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ در تعیین سنگ میزبان توده‌های نیمه‌عمیق داسیتی، آندزیتی، ریبولیتی با بافت پورفیری (ترشیری)، واحدهای آتشفشانی و توده‌های نفوذی آلکان و یا کالک‌آلکان حد واسط (موتور حرارتی)، دگرسانی‌های سیلیسی، سربستی و آلونیتی - تعیین گسل‌های اصلی و عمیق کششی، تقاطع گسل‌ها، مرزها و ساختارهای حلقوی (کالدرا) و خطی در محیط‌های تکتونیکی همگرا	- استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ در تعیین توده‌های میزبان گرانودیوریت، دیوریتی و مونزونیت پورفیری و توده‌های نفوذی دیگر کالک‌آلکان، دگرسانی‌های سیلیسی، آرژیلیک و پتاسیک - تعیین خاستگاه تکتونیکی مرتبط با فرورانش - تعیین ساختارهای فشارشی، خطی، حلقوی و محل تلاقی آن‌ها	- استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ در تعیین توده‌های گرانیتی، متاولکانیکی، سنگ بستر، زون‌های دگرسانی حاوی اکسیدهای آهن - تعیین ساختارهای اصلی کوهزایی (در ایران ساختارهای پهنه سنج- سیرجان) - تعیین زون حاشیه قاره‌ها، ساختارهای فشارشی، خطی و محل تلاقی آن‌ها، گسل‌های عمیق امتدادلغز و پهنه‌های برشی
دورسنجی	- TM و ASTER: تفکیک واحدهای سنگی، تعیین دگرسانی‌های آرژیلیک، سربستی، آلونیتی، ایلیتی و سیلیسی - امواج مرئی و نزدیک به مادون قرمز برای تشخیص ساختارهای خطی، حلقوی و واحد سنگی مرتبط با کانی‌سازی - امواج حرارتی مادون قرمز (TMS) برای تعیین زون کربناتی سنگ میزبان سیلیسی شده (ژاسپروید)	- TM و ASTER: تفکیک واحدهای سنگی، تعیین دگرسانی‌های آرژیلیک، تعیین ساختمان‌های امیدبخش مانند ساختارهای خطی و حلقوی (کالدرا) در مقیاس مناسب - تصاویر دورسنجی در باندهای مرئی و مادون قرمز برای تشخیص رخنمون واحدهای آرژیلیکی و سیلیسی شده	- TM و ASTER: تفکیک واحدهای سنگی، تعیین دگرسانی‌های آرژیلیک و پتاسیک - تعیین زون‌های سولفیدی مناسب	- TM و ASTER: تفکیک واحدهای سنگی، تعیین دگرسانی‌های اکسیدهای آهن، ساختارهای خطی در مقیاس مناسب - داده‌های ماهواره‌ای لندست برای تشخیص توده نفوذی و زون‌های برشی
ژئوشیمیایی	- نمونه‌برداری غیرسیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای و بلگ - تجزیه نمونه‌ها به روش مناسب - تعیین زون‌های ژاسپرویدی - تهیه نقشه‌های آنومالی مجموعه عناصر همراه (طلا، آرسنیک، آنتیموان، جیوه و تلور)	- نمونه‌برداری غیرسیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای و بلگ و زون‌های دگرسانی - تجزیه نمونه‌ها به روش مناسب - تهیه نقشه‌های موقعیت نمونه‌ها، تهیه آنومالی تک عنصری (آرسنیک، تلور، نقره، جیوه، آنتیموان، سرب، روی و مس) و هاله مرکب در مقیاس مناسب	- نمونه‌برداری غیرسیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای و بلگ و زون‌های دگرسانی - تجزیه نمونه‌ها به روش مناسب - تهیه نقشه‌های موقعیت نمونه‌ها و تهیه آنومالی تک عنصری (طلا، مس، آنتیموان و نقره) و هاله مرکب در مقیاس مناسب	- نمونه‌برداری غیرسیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای و بلگ و زون‌های دگرسانی - تجزیه نمونه‌ها به روش مناسب - تهیه نقشه‌های موقعیت نمونه‌ها و تهیه آنومالی تک عنصری (آرسنیک، تنگستن، تلور، جیوه، آنتیموان و مس) و هاله مرکب در مقیاس مناسب

ادامه جدول ۲-۱- معیارهای اکتشافی مورد استفاده در مرحله شناسایی انواع تیپ کانسارهای طلا (معرفی مناطق امیدبخش در مقیاس

(۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰)

تیپها معیارها	کارلین	ایپی ترمال (Ls, Ms, Hs)	پورفیری غنی از طلا	کوهزایی
ژئوفیزیکی	- گرانی سنجی هواپردی (تعیین محدوده توده‌های نفوذی بزرگ) - مغناطیس سنجی هواپردی (تعیین ساختارهای عمیق و محل تقاطع آن‌ها، تعیین وضعیت توده‌های نفوذی) - الکترومغناطیس هواپردی (تعیین سنگ میزبان کربناته و شیلی حاوی مواد آلی، ثبت آنومالی بالا در زون‌های سولفیدی بزرگ) - رادیومتری هواپردی (تفکیک واحدهای شیلی، کربناته و زون‌های سیلیسی)	- گرانی سنجی هواپردی (تعیین توده‌های نفوذی پنهان) - مغناطیس سنجی هواپردی (تعیین ساختارهای عمیق و آنومالی‌های با شدت بالا در مناطق با شدت پایین، تعیین مراکز آتشفشان‌های ریولیتی، آندزیتی و داسیتی) و ساختمان‌های کالدرا - الکترومغناطیس هواپردی (آنومالی در زون‌های آرژیلیک شده) - رادیومتری هواپردی (تشخیص پتاسیم در دگرسانی سریستی)	- گرانی سنجی هواپردی (تعیین توده‌های نفوذی پنهان، زون‌های دگرسان شده و سولفیدی) - مغناطیس سنجی هواپردی (تعیین ساختارهای خطی عمیق، دگرسانی منیتیت و توده‌های نفوذی) - الکترومغناطیس هواپردی (آنومالی در زون‌های سولفیدی) - رادیومتری هواپردی (تشخیص پتاسیم در دگرسانی پتاسیک)	- گرانی سنجی هواپردی (تعیین توده‌های نفوذی پنهان) - مغناطیس سنجی هواپردی (تعیین ساختارهای عمیق، توده‌های آذرین نفوذی و اکسید آهن در عمق) - رادیومتری هواپردی (ثبت درصد بالای پتاسیم در زون‌های دگرسانی و کانی‌سازی)
تلفیقی	تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای معرفی مناطق امیدبخش در سیستم اطلاعات جغرافیایی	تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای معرفی مناطق امیدبخش در سیستم اطلاعات جغرافیایی	تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای معرفی مناطق امیدبخش در سیستم اطلاعات جغرافیایی	تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای معرفی مناطق امیدبخش در سیستم اطلاعات جغرافیایی
زمین‌شناسی	- استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ (یا ۱:۲۵۰۰۰۰) در تعیین سنگ میزبان برای هر یک از انواع ماسیوسولفیدها و دگرسانی‌های سیلیسی، کلریتی و سریستی - استفاده از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ در تعیین گسل‌های اصلی، تقاطع گسل‌ها در محیط‌های تکتونیکی همگرا و شناسایی افولیت‌ها، گنبدی‌های ریولیتی و سیستم‌های گسلی با شیب تند	- استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ (یا ۱:۲۵۰۰۰۰) برای شناسایی رخنمون توده‌های نفوذی، دایک‌ها، سیل‌ها و استوک‌های مافیک احیایی و واحدهای کربناتی به عنوان سنگ میزبان - تعیین لولای تاقدیس‌ها به عنوان یکی از ساختمان‌های کنترل‌کننده این تیپ کانسارها و هاله‌های دگرسانی آن‌ها - شناسایی کمربندهای زون فروانش جزایر قوسی و یا زون بازشدگی پشت کمر بند قوسی	- استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ (یا ۱:۲۵۰۰۰۰) برای شناسایی توده‌های نفوذی احیایی - شناسایی کنترل‌کننده‌های ساختاری برای جایگیری توده نفوذی - شناسایی زون‌های فروانش، گسل‌های کششی و تاقدیس‌های بزرگ	- استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰۰ (یا ۱:۲۵۰۰۰۰) و اندیس‌های معدنی در تعیین مناطق آبرفتی، رودخانه‌های قدیمی و ذخایر معدنی شناخته شده - تعیین حاشیه کراتون‌ها، گسل‌های رانده و زون‌های فرسایشی

ادامه جدول ۲-۱- معیارهای اکتشافی مورد استفاده در مرحله شناسایی انواع تیپ کانسارهای طلا (معرفی مناطق امیدبخش در مقیاس

۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰)

تیپها معیارها	ماسیوسولفید غنی از طلا	اسکارن طلا	طلای مرتبط با توده‌های نفوذی آلکالن احیایی	طلای تیپ پلاسری
دورسنجی	TM و ASTER: تفکیک واحدهای سنگی، تعیین دگرسانی‌های آرژیلیک، سریسیتی و سیلیسی شدن - داده‌های IR برای شناسایی زون کلریتی	TM و ASTER: تفکیک واحدهای سنگی و دگرسانی - داده‌های ماهواره‌ای لندست برای تشخیص الگوهای ساختمانی	TM و ASTER: تفکیک واحدهای سنگی، تعیین دگرسانی‌های رسی، سریسیتی و سیلیسی شدن	TM و ASTER: تفکیک واحدهای سنگی منشأ طلای پلاسری، تعیین آبرفت‌ها و ساختارهای مناسب - تصویر ماهواره‌ای با طول موج مرئی و نزدیک مادون قرمز برای تشخیص محیط‌های آبرفتی - استفاده از رادیومتری برای تعیین عناصر پرتوزای در پلاسرها
ژئوشیمیایی	- نمونه‌برداری غیرسیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای و بلگ - نمونه‌برداری از زون دگرسانی (رسوبات غنی از آهن و تهی از منگنز، کلسیم و سدیم) - آنومالی ژئوشیمیایی منگنز، آهن، مس، سرب، روی و کبالت - نمونه‌برداری لیپری - روش لیتوژئوشیمیایی برای نقشه‌برداری مناطق با افزایش آهن و منیزیم و کاهش سدیم و کلسیم	- نمونه‌برداری غیرسیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای و بلگ - نمونه‌برداری از واحدهای کانی‌سازی و زون دگرسانی - آنومالی ژئوشیمیایی طلا، آنتیموان، آرسنیک و کادمیم - شناسایی منطقه‌بندی اسکارنها	- نمونه‌برداری غیرسیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای و بلگ - نمونه‌برداری از زون دگرسانی - آنومالی ژئوشیمیایی تنگستن، آرسنیک، آنتیموان، تلور و بیسموت	- نمونه‌برداری غیرسیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای و بلگ - تجزیه نمونه‌ها، تهیه نقشه‌های موقعیت نمونه‌ها، آنومالی تک عنصری و هاله مرکب در مقیاس مناسب
ژئوفیزیکی	- الکترومغناطیس و مغناطیس هواپردی برای شناسایی پیرویتیت و منیتیت - گرانی‌سنجی هواپردی برای شناسایی توده نفوذی - استفاده از داده‌های رادیومتری هواپردی برای تشخیص زون‌های آرژیلیک پیشرفته	- الکترومغناطیس و مغناطیس هواپردی برای کشف محل توده نفوذی - گرانی‌سنجی هواپردی (تعیین محدوده توده‌های نفوذی بزرگ و هاله‌های دگرسان)	مغناطیس‌سنجی هواپردی برای شناسایی ساختمان‌های برشی و توده‌های نفوذی - گرانی‌سنجی هواپردی (تعیین محدوده توده‌های نفوذی بزرگ و هاله‌های دگرسان) - روش رادیومتری برای شناسایی زون گرایزی شدن	- مغناطیس‌سنجی هواپردی با دقت بالا (تعیین آبرفت‌های حاوی منیتیت و طلا)

ادامه جدول ۲-۱- معیارهای اکتشافی مورد استفاده در مرحله شناسایی انواع تیپ کانسارهای طلا (معرفی مناطق امیدبخش در مقیاس

۱:۵۰۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰)

تیپ‌ها معیارها	ماسیوسولفید غنی از طلا	اسکارن طلا	طلای مرتبط با توده‌های نفوذی آلکان احیایی	طلای تیپ پلاسری
تلفیقی	تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شاهدهای وزنی برای معرفی مناطق امیدبخش در سیستم اطلاعات جغرافیایی	تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای معرفی مناطق امیدبخش در سیستم اطلاعات جغرافیایی	تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای معرفی مناطق امیدبخش در سیستم اطلاعات جغرافیایی	تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شاهدهای وزنی برای معرفی مناطق امیدبخش در سیستم اطلاعات جغرافیایی

۲-۱۰- تهیه گزارش نهایی مرحله شناسایی

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

۲-۱۰-۱- چکیده

خلاصه گزارش مرحله شناسایی به صورت یک یا دو صفحه شامل هدف، کلیات، شاخص‌های زمین‌شناسی، مطالعات ژئوشیمیایی، ژئوفیزیک هوابردی، ماهواره‌ای، برداشت‌های صحرایی محدود و معرفی مناطق امیدبخش، الویت‌بندی آن‌ها و پیشنهادات برای ادامه عملیات اکتشافی است.

۲-۱۰-۲- فهرست‌ها

الف- فهرست مطالب

ب- فهرست شکل‌ها

پ- فهرست جدول‌ها

۲-۱۰-۳- مقدمه

انواع کانسارهای طلا و تعیین معیارهای اکتشاف کانی‌سازی طلای موجود در ناحیه مورد مطالعه

۲-۱۰-۴- اطلاعات کلی منطقه

الف- موقعیت جغرافیایی

ب- وضعیت آب و هوایی

پ- راه‌های دسترسی و امکانات زیربنایی برای عملیات اکتشافی

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

۲-۱۰-۵- زمین شناسی و فلززایی

- الف- زمین شناسی ناحیه‌ای شامل زمین شناسی، چینه شناسی و تکتونیک
- ب- زمین شناسی معادن و اندیس‌های شناخته شده شامل زمین شناسی، چینه شناسی، تکتونیک و زمین شناسی ساختمانی، نوع ذخیره، هندسه آن، توزیع عیار و حجم ذخیره
- پ- طبقه بندی زایشی پتانسیل‌های طلا
- ت- ماگماتیسم، دگرگونی و دگرسانی
- ث- زمین شناسی اقتصادی (ایالت‌های فلززایی، اندیس‌های معدنی شناخته شده، نوع و کنترل کننده‌های کانی سازی ناحیه‌ای، سنگ میزبان، انواع دگرسانی در ارتباط با کانی سازی طلا در ناحیه مورد مطالعه)
- ج- ارایه نقشه و الگوی فلززایی (کمی یا توصیفی)

۲-۱۰-۶- مطالعات دورسنجی

- الف- نوع داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده
- ب- روش و مبانی برداشت داده‌های دورسنجی
- پ- تصحیحات هندسی و رادیومتری
- ت- روش‌های آشکارسازی تصاویر ماهواره‌ای
- ث- پردازش داده‌ها برای تعیین واحدهای سنگی در رابطه با کانی سازی
- ج- پردازش داده‌ها برای تعیین ساختارهای کنترل کننده کانی سازی
- چ- پردازش داده‌ها برای تعیین زون‌های دگرسانی مرتبط با کانی سازی
- ح- تفسیر نقشه‌های ساختاری، لیتولوژیکی و دگرسانی
- خ- تلفیق نتایج و کنترل آن با سایر داده‌های موجود
- د- تفسیر داده‌های دورسنجی و تعیین مناطق امیدبخش

۲-۱۰-۷- مطالعات ژئوشیمیایی

- الف- طراحی شبکه نمونه برداری ژئوشیمیایی (روش‌های رسوبات آبراهه‌ای، کانی سنگین، بلگ و لیتوژئوشیمیایی)
- ب- عملیات صحرایی نمونه برداری ژئوشیمیایی (رسوبات آبراهه‌ای، کانی سنگین، بلگ و لیتوژئوشیمیایی به تعداد محدود)
- پ- آماده سازی نمونه‌ها، روش تجزیه و نتایج تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی
- ت- تعیین دقت و صحت نتایج تجزیه نمونه‌ها
- ث- مطالعات آماری پایه
- ج- پردازش داده‌ها
- چ- تهیه نقشه‌های آنومالی تک عنصری و هاله‌های مرکب
- ح- تعبیر و تفسیر نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی و معرفی محدوده‌های امیدبخش ژئوشیمیایی

۲-۱۰-۸- مطالعات ژئوفیزیکی هوابردی

- الف- نوع داده‌های ژئوفیزیکی
- ب- روش و مبانی برداشت و ویژگی‌های داده‌های ژئوفیزیکی
- پ- تصحیحات داده‌های ژئوفیزیکی
- ت- پردازش داده‌ها و تهیه نقشه‌های آنومالی ژئوفیزیکی مکان مرجع
- ث- شناسایی ساختارها، سنگ‌های آذرین نفوذی و دگرسانی‌ها به کمک داده‌های ژئوفیزیک هوابردی
- ج- تهیه نقشه‌های آنومالی
- چ- تفسیر نتایج و تعیین محدوده‌های امیدبخش ژئوفیزیکی

۲-۱۰-۹- مطالعات تلفیقی

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

۲-۱۰-۱۰- برآورد منبع در رده ۳۳۴

۲-۱۰-۱۱- ارایه برنامه مرحله پی‌جویی

- الف- تعیین معیارهای تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی مناطق امیدبخش برای مرحله پی‌جویی
- ب- معرفی روش کار بهینه برای برداشت‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی
- پ- ارایه برنامه زمانبندی- هزینه مرحله پی‌جویی

۲-۱۰-۱۲- فهرست منابع

- الف- منابع فارسی
- ب- منابع انگلیسی

۲-۱۰-۱۳- پیوست‌ها

- الف- لیست کارهای انجام شده و هزینه‌های مربوطه
- ب- نتایج تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی (با سربرگ شرکت)

- پ- نتایج مطالعات پتروگرافی، کانی‌شناسی و مینرالوگرافی (مطابق با نشریه شماره ۶۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با عنوان "دستورالعمل آماده‌سازی، تهیه نمونه و مطالعه میکروسکوپی و سیالات درگیر برای نمونه‌های اکتشافی")
- ت- نیمرخ‌های پیمایش‌های زمین‌شناسی انجام شده و تعیین محل نمونه‌برداری برای تجزیه شیمیایی، کانی‌شناسی دستگاهی (پراش اشعه ایکس و یا میکروسکوپ الکترونی)، پتروگرافی و مینرالوگرافی
- ت- داده‌های خام ماهواره‌ای و ژئوفیزیکی هواپردی
- ث- نقشه‌های تلفیقی مناطق مستعد کانی‌سازی
- ج- نقشه‌ها و جدول‌های تکمیلی
- گزارش به صورت لوح فشرده و کاغذی ارایه شود.

جدول ۲-۲- چک‌لیست مرحله شناسایی ذخایر طلا

نوع عملیات	مقیاس	اهداف
نقشه توپوگرافی (اصل نقشه و رقمی شده)	۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰	به عنوان نقشه پایه، تعیین راه‌های دسترسی و تهیه DEM
نقشه زمین‌شناسی (اصل نقشه و رقمی شده)	۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰	تعیین کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی (لیتولوژیکی، دگرسانی و ساختاری ناحیه‌ای)
نقشه پراکندگی ذخایر و اندیس‌های معدنی به تفکیک تیپ ذخیره	۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰	تعیین پراکندگی تیپ‌های مختلف کانی‌سازی طلا و ارتباط آن با واحدهای زمین‌شناسی
داده‌های ماهواره‌ای ETM، TM و یا ASTER	۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ (دقت مکانی ۱۵ تا ۳۰ متر بر روی زمین)	تعیین کنترل‌کننده‌های خاص کانی‌سازی (سنگ میزبان، توده‌های نفوذی، دگرسانی و ساختاری ناحیه‌ای)
داده‌های ژئوفیزیکی هواپردی مغناطیس‌سنجی، رادیومتری، الکترومغناطیسی و گرانی‌سنجی هوایی	۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰	تعیین کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی نظیر لیتولوژی، دگرسانی و ساختارهای ناحیه‌ای، آنومالی‌های ژئوفیزیکی
داده‌های ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای، بلگ و کانی سنگین	۱:۱۰۰۰۰۰	تعیین مناطق آنومالی ژئوشیمیایی تک عنصری و هاله مرکب (آنومالی مناسب طلا، تمرکز ۵۰ ppb > در رسوبات آبراهه‌ای، ۵ ppb > در نمونه‌های بلگ)
تهیه بانک اطلاعاتی در محیط GIS	۱:۱۰۰۰۰۰	امکان پردازش سریع و با دقت بالا، دسترسی آسان
مطالعات تلفیقی	۱:۱۰۰۰۰۰	تلفیق و تفسیر اطلاعات و اولویت‌بندی مناطق امیدبخش
مطالعات صحرایی و نمونه‌برداری محدود (سنگی، آبراهه‌ای، کانی سنگین و بلگ) و تجزیه شیمیایی آن‌ها	۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰	تعیین مناطق امیدبخش (زون‌های کانی‌سازی طلادار)
گزارش نهایی اکتشاف مرحله شناسایی همراه با پیشنهاد برای اکتشاف مرحله پی‌جویی همراه با نقشه محدوده یا محدوده‌های امیدبخش	۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰	اولویت‌بندی مناطق امیدبخش

فصل ۳

فهرست خدمات مرحله پی جویی

۳-۱- آشنایی

در مرحله پی جویی، مطالعات اکتشاف سطحی در مناطق امیدبخش برای تعیین محدوده‌های کانی‌سازی و دارای پتانسیل‌های معدنی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ انجام می‌گیرد. در این مرحله عملیات اکتشافی در محدوده‌های امیدبخش تعیین شده در مرحله شناسایی متمرکز می‌شود. در صورت امیدبخش بودن نتایج ژئوفیزیکی در مواردی ممکن است با نظر کارشناس خبره تا سه حلقه گمانه در برخی محدوده‌های امیدبخش حفر شود. مراحل و چک‌لیست اکتشاف مرحله پی جویی در ادامه ارائه شده است (جدول ۳-۱ و ۳-۲).

۳-۲- جمع‌آوری و ارزیابی داده‌ها

الف- جمع‌آوری و مطالعه کلیه گزارش‌های موجود، از جمله گزارش مرحله شناسایی
 ب- جمع‌آوری نقشه‌ها و نیمرخ‌های زمین‌شناسی مرحله شناسایی
 پ- تحلیل داده‌های اکتشافی، تعبیر و تفسیر نتایج مرحله شناسایی
 ت- جمع‌آوری نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰
 ث- تحلیل داده‌ها و تعیین محدوده‌های مناسب برای عملیات پی جویی
 بر اساس گزارش‌های مرحله شناسایی و داده‌های جمع‌آوری شده ارزیابی کامل انجام می‌گیرد و اهداف و برنامه‌ریزی بر اساس این نتایج انجام می‌شود.

۳-۳- برنامه‌ریزی انجام عملیات پی جویی

در این مرحله برنامه‌ریزی لازم برای انجام مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی، حفاریات اکتشافی، نمونه‌برداری، آماده‌سازی، آزمایش‌های لازم بر روی نمونه‌ها و تعبیر و تفسیر نتایج و ارائه به صورت گزارش نهایی انجام می‌گیرد.

۳-۴- مطالعات زمین‌شناسی

در این مرحله نقشه‌های پایه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ بر اساس نقشه‌های توپوگرافی و داده‌های ماهواره‌ای به صورت رقومی تهیه می‌شود. در نقشه‌های زمین‌شناسی تهیه شده نکات مهم زیر را باید در نظر گرفت:

الف- تعیین واحدهای سنگی به ویژه سنگ میزبان کانی‌سازی طلا از نظر ساخت، بافت، ماهیت ترکیبی و ارتباط آن‌ها با یکدیگر
 ب- تعیین گسترش آثار و توده‌های معدنی
 پ- بررسی واحدهای ساختاری، عناصر تکتونیکی و نقش آن‌ها در کانی‌سازی و مناطق کانه‌دار
 ت- بررسی نوع دگرسانی و زون‌های دگرسان عقیم و کانه‌دار
 ث- ارزیابی و برداشت آثار عملیات اکتشافی- معدنی پیشین و محل نمونه‌ها
 ج- وضعیت هندسی، شیب و امتداد سنگ میزبان و ماده معدنی
 چ- مشخص کردن محل نمونه‌های برداشت شده برای مطالعات آزمایشگاهی (کانی‌شناسی و مینرالوگرافی)

۳-۵- مطالعات ژئوشیمیایی

مطالعات ژئوشیمیایی اکتشافی بسته به تیپ کانی‌سازی به صورت مطالعات رسوبات آبراهه‌ای، کانی‌سنگین، بلگ و لیتوژئوشیمیایی انجام می‌گیرد.

۳-۵-۱- طراحی شبکه نمونه‌برداری ژئوشیمیایی

در این مرحله شبکه نمونه‌برداری به شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

الف- تعداد ۳ تا ۵ نمونه ژئوشیمیایی برای رسوبات آبراهه‌ای و کانی‌سنگین در هر کیلومتر مربع

ب- تعداد ۵ تا ۱۰ نمونه لیتوژئوشیمیایی در هر کیلومتر مربع

پ- تعداد ۵ تا ۱۰ نمونه در کل محدوده برای روش بلگ

۳-۵-۲- عملیات صحرایی

الف- نمونه‌برداری با استفاده از نقشه توپوگرافی و زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰

ب- شماره‌گذاری، کدگذاری و تعیین محل نمونه‌ها بر روی زمین و نقشه پایه

پ- بسته‌بندی و ارسال نمونه‌ها به همراه نمونه‌های تکراری و نمونه‌های مرجع به آزمایشگاه برای تجزیه شیمیایی طلا و عناصر هم‌پاراژنر (بسته به نوع کانی‌سازی)

۳-۵-۳- آماده‌سازی و انجام آزمایش‌های ژئوشیمیایی

در این مرحله نمونه‌های تهیه شده برای انجام آزمایش‌ها به شرح زیر آماده می‌شود:

الف- آماده‌سازی نمونه‌ها و تجزیه ۴۴ عنصری به روش ICP-OES یا ICP-MS و قال‌گذاری برای طلا

ب- آماده‌سازی و مطالعه نمونه‌های کانی‌سنگین و معرفی کانی‌های کانسار ساز و سنگ‌ساز و استفاده از میکروسکوپ الکترونی در

صورت نیاز

پ- آماده‌سازی و تجزیه ژئوشیمیایی نمونه‌های بلگ

۳-۵-۴- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین

بعد از دریافت نتایج از آزمایشگاه و انجام آزمون‌های کنترل صحت و دقت، نتایج به روش‌های آماری پردازش و بر اساس آن

نقشه‌های آنومالی عناصر، تهیه و محدوده‌های امیدبخش ژئوشیمیایی معرفی می‌شوند.

۳-۵-۵- کنترل صحرایی

این مرحله شامل موارد زیر است:

الف- برداشت نمونه‌های کنترلی ژئوشیمیایی (رسوبات آبراهه‌ای، لیتوژئوشیمیایی و کانی‌سنگین)

ب- برداشت نمونه‌های سنگی برای مطالعات کانی‌شناسی و پتروگرافی از محدوده امیدبخش

پ- تجزیه کلیه نمونه‌های برداشت شده کنترلی برای طلا به روش قال‌گذاری و عناصر هم‌پاراژن به روش ICP-OES, ICP-MS یا AAS

۳-۵-۶- تعبیر و تفسیر نتایج

پس از تعبیر و تفسیر نتایج بر اساس نقشه‌های ژئوشیمیایی تک عنصری و چند عنصری محدوده‌های امیدبخش طلا با توجه به نوع کانی‌سازی برای حفريات سطحی و مطالعات چکشی تعیین می‌شود.

۳-۶- مطالعات ژئوفیزیکی

مهم‌ترین روش‌های ژئوفیزیکی در پی‌جویی ذخایر طلا (که در شرایط خاص و با توجه به معیارهای اکتشاف تیپ‌های خاص کانی‌سازی طلا در یک منطقه انجام می‌گیرد) عبارت از مغناطیس‌سنجی و الکترومغناطیس هوابردی با ارتفاع پرواز کمتر از ۱۰۰ متر و فاصله نیمرخ‌های برداشت بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر برای تعیین ساختارها، توده‌های نفوذی و یا نیمه‌عمیق و واحدهای سنگی مرتبط با کانی‌سازی طلا است. عملیات ژئوفیزیک زمینی شامل مغناطیس‌سنجی و مقاومت ویژه در حد اجرای چند نیمرخ برای پی‌بردن به منطقه کانی‌سازی در عمق و انتخاب روش بهینه مورد استفاده توصیه می‌شود. در شرایط خاص روش‌های برداشت زمینی پلاریزاسیون القایی، مقاومت‌سنجی (IP/RS)، مغناطیس‌سنجی زمینی با چگالی پایین برای تعیین زون‌های با شدت مغناطیس خاص و همچنین زون‌های سولفیدی و یا سیلیسی استفاده می‌شود. برداشت مغناطیس‌سنجی زمینی و یا مقاومت‌سنجی (IP/RS) بر روی نیمرخ‌های ۲۰۰ متری و با فاصله ایستگاه برداشت ۵۰ متری در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ توصیه می‌شود. با استفاده از داده‌های برداشت شده در روش‌های یاد شده می‌توان آنومالی‌ها را تشخیص داد.

۳-۷- مطالعات تلفیقی

در این مرحله کلیه نتایج حاصل از مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی به روش‌های هم‌پوشانی (منطق فازی یا اوزان شاخص و سایر روش‌ها) با هم تلفیق و زون‌های آنومالی طلا مشخص می‌شود. هدف از مطالعات تلفیقی تعیین زون‌های اصلی کانی‌سازی برای انتخاب محل حفريات اکتشافی است. مطالعات تلفیقی با توجه به مدل‌های توصیفی و مفهومی و معیارهای اکتشافی ویژه، در مورد هر نوع از کانسارهای طلا به طور جداگانه انجام می‌شود.

۳-۸- حفريات اکتشافی

نوع کانی‌سازی احتمالی بر اساس مطالعاتی مانند دورسنجی، زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی، محل، نوع و حجم حفريات اکتشافی مشخص می‌شود. حفر ترانشه و چاهک، در مناطقی که به نظر می‌رسد کانی‌سازی طلا به وسیله واریزه‌ها پوشیده شده باشد و همچنین برای مشخص کردن نوع کانی‌سازی در اعماق کم (حدود ۱۵ متر)، مورد استفاده قرار می‌گیرد. حفر یک یا چند ترانشه و چاهک با توجه به تیپ کانی‌سازی رگه‌ای و یا افشان عمود بر زون کانی‌سازی برای دستیابی به رخنمون زون کانی‌سازی و نمونه‌برداری انجام می‌گیرد. پس از حفر ترانشه و چاهک بر روی محدوده‌های امیدبخش طلا، ضمن برداشت حفريات از آن‌ها به

صورت سیستماتیک نمونه‌برداری شده و نمونه‌ها برای عنصر طلا و عناصر هم‌پارازنز مورد تجزیه شیمیایی قرار می‌گیرد. در صورت امیدبخش بودن در مواردی ممکن است با نظر کارشناس خبره تا سه حلقه گمانه در برخی محدوده‌های امیدبخش حفر شود.

جدول ۳-۱- معیارهای اکتشافی مورد استفاده در مرحله پی‌جویی تیپ‌های کارلین، اپی‌ترمال، پورفیری غنی از طلا و کوهزایی (معرفی مناطق امیدبخش در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰)

تیپ‌ها معیارها	کارلین	اپی‌ترمال (LS, MS, HS)	پورفیری غنی از طلا	کوهزایی
زمین‌شناسی	- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین آبراهه‌ها، جاده‌ها و نظایر آن - تهیه نقشه زمین‌شناسی و اکتشاف چکشی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین سنگ میزبان کربناته (حاوی مواد آلی) و شیل، واحد سنگی و زون‌ها و رگه‌های دگرسانی (کربنات‌زدایی، آرژیلیک، سیلیسی)، زون‌های کانی‌سازی، گسل‌های کششی، تقاطع گسل‌ها، تاقدیس، محل لولای چین‌ها	- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین آبراهه‌ها، جاده‌ها و نظایر آن - تهیه نقشه زمین‌شناسی و اکتشاف چکشی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین سنگ میزبان ولکانو کلاستیک و توده‌های نیمه‌عمیق و نفوذی آلکان و کالک‌آلکان (موتور حرارتی)، دگرسانی‌های گسترده سیلیسی، آرژیلیک، سریسیتی و آلونیتی، رگه‌های سیلیسی و زون‌های کانی‌سازی، گسل‌های اصلی و عمیق کششی، ساختارهای کالدرا	- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین آبراهه‌ها، جاده‌ها و نظایر آن - نقشه زمین‌شناسی و اکتشاف چکشی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین توده‌های نفوذی پورفیری، دگرسانی (آرژیلیک، پتاسیک، سیلیسی و سریسیتی)، ساختارهای خطی (گسل‌ها) و حلقوی و محل تلاقی آن‌ها، زون استوک‌ورک	- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین آبراهه‌ها، جاده‌ها و نظایر آن - تهیه نقشه زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین واحدهای سنگی (توده‌های گرانیته، متاولکانیکی، سنگ گرانیتی، پتاسیک، سیلیسی و گسل‌های کانی‌سازی، پهنه‌های برشی، رگه‌های سیلیسی، ساختارهای خطی و محل تلاقی آن‌ها، گسل‌های امتدادلغز
ژئوشیمیایی	- نمونه‌برداری سیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای، بلگ، لیتوژئوشیمیایی (لبیری) و کانی سنگین در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای شناسایی زون ژاسپرویدی، زون دگرسان و آنومالی مثبت آنتیموان، آرسنیک، طلا و جیوه	- نمونه برداری سیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای، بلگ، لیتوژئوشیمیایی (لبیری) و کانی سنگین در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای شناسایی زون گسترده دگرسانی در اطراف رگه‌های کانه‌زا، شناسایی آنومالی مثبت طلا، جیوه، نقره، آرسنیک، سرب، روی و مس - شناسایی شواهدی برای جوشش سیال در منطقه	- نمونه‌برداری سیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای، بلگ، لیتوژئوشیمیایی (لبیری) و کانی سنگین در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای شناسایی زون دگرسان در اطراف توده نفوذی کانه‌زایی شده - تعیین آنومالی مثبت آرسنیک، طلا، مس، مولیبدن، آنتیموان	- نمونه‌برداری سیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای، بلگ، لیتوژئوشیمیایی (لبیری) و کانی سنگین در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای تعیین آنومالی مثبت بیسموت، طلا، آنتیموان، آرسنیک و مولیبدن - تعیین هاله‌های دگرسان اطراف کانه‌زایی به ویژه سریسیتی و کلریتی

ادامه جدول ۳-۱- معیارهای اکتشافی مورد استفاده در مرحله پی جویی تیپ‌های کارلین، اپی ترمال، پورفیری غنی از طلا و کوهزایی (معرفی مناطق امیدبخش در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰)

تیپ‌ها معیارها	کارلین	اپی ترمال (LS, LS, HS)	پورفیری غنی از طلا	کوهزایی
ژئوفیزیکی	- مغناطیس‌سنجی زمینی (چگالی پایین) و یا هواپردی با چگالی بالا (تعیین ساختارهای عمیق و محل تقاطع آن‌ها، چین‌خوردگی شدید، تعیین توده‌های نفوذی) - الکترومغناطیس هواپردی با چگالی بالا (تعیین سنگ میزبان کربناته و شیلی حاوی مواد آلی) - پلاریزاسیون القایی و مقاومت‌سنجی برای تعیین زون‌های سولفیدی، رگه و پوش سنگ سیلیسی	- مغناطیس‌سنجی زمینی (چگالی پایین) و یا هواپردی با چگالی بالا (تعیین ساختارهای کالدر، تعیین زون‌های دگرسانی و تعیین مراکز آتشفشان‌های ریولیتی، آندزیتی و داسیتی) - الکترومغناطیس هواپردی با چگالی بالا برای شناسایی سنگ میزبان - روش پلاریزاسیون القایی برای شناسایی زون سولفیدی - روش مقاومت ویژه برای رگه‌های سیلیسی شده و کانه‌زایی شده	- مغناطیس‌سنجی زمینی (چگالی پایین) و یا هواپردی با چگالی بالا (تعیین ساختارهای عمیق و توده‌های آذرین نفوذی) - الکترومغناطیس هواپردی با چگالی بالا برای تعیین زون‌های سولفیدی، رگه و پوش سنگ سیلیسی و پهنه‌های برشی - روش VLF برای شناسایی زون‌های برشی	- مغناطیس‌سنجی زمینی (چگالی پایین) و یا هواپردی با چگالی بالا (تعیین ساختارهای عمیق و توده‌های آذرین نفوذی) - الکترومغناطیس هواپردی با چگالی بالا برای تعیین زون‌های سولفیدی، رگه و پوش سنگ سیلیسی و پهنه‌های برشی - روش VLF برای شناسایی زون‌های برشی
حفاری	حفر ترانشه و چاهک و نمونه‌برداری از آن‌ها و در مواردی حفر گمانه محدود	حفر ترانشه و چاهک عمود بر رگه‌های کانی‌سازی شده و نمونه‌برداری از آن‌ها	حفر ترانشه و چاهک روی توده نفوذی و زون‌های دگرسان و نمونه‌برداری از آن‌ها و در مواردی حفر گمانه محدود	حفر ترانشه و چاهک بر روی توده نفوذی و نمونه‌برداری از آن‌ها
تلفیقی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای تعیین مناطق امیدبخش (زون کانی‌سازی) برای کارهای اکتشافی بعدی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای تعیین مناطق امیدبخش (زون کانی‌سازی) برای کارهای اکتشافی بعدی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای تعیین مناطق امیدبخش (زون کانی‌سازی) برای کارهای اکتشافی بعدی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای تعیین مناطق امیدبخش (زون کانی‌سازی) برای کارهای اکتشافی بعدی

جدول ۳-۲- معیارهای اکتشافی مورد استفاده در مرحله پی‌جویی انواع تیپ‌های ماسیوسولفید غنی از طلا، اسکارن، مرتبط با توده‌های نفوذی آلکالن احیایی و پلاسری (معرفی مناطق امیدبخش در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰)

تیپ‌ها معیارها	ماسیوسولفید غنی از طلا	اسکارن طلا	طلای مرتبط با توده‌های نفوذی آلکان احیایی	طلای تیپ پلاسری
زمین‌شناسی	- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین آبراهه‌ها، جاده‌ها و نظایر آن - تهیه نقشه زمین‌شناسی و اکتشاف چکشی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین سنگ میزبان توالی افیولیتی و واحدهای آتشفشانی سنگ میزبان، دگرسانی (سریسیتی، کلریتی و کربناتی)، زون‌ها و عدسی‌های کانی‌سازی، ساختمان‌های مساعد کانی‌سازی شده برای هر یک از انواع ماسیوسولفید	- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین آبراهه‌ها، جاده‌ها و نظایر آن - تهیه نقشه زمین‌شناسی و اکتشاف چکشی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین سنگ میزبان کربناته، توده‌های نفوذی، زون‌های کانی‌سازی، تقاطع گسل‌ها، لولای چین	- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین آبراهه‌ها، جاده‌ها و نظایر آن - استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای شناسایی توده‌های نفوذی احیایی، کنترل‌کننده‌های ساختاری برای جایگیری توده نفوذی، زون‌های فرورانش، گسل‌های کششی و تاقدیس‌های بزرگ	- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین آبراهه‌ها، جاده‌ها و نظایر آن - نقشه زمین‌شناسی و اکتشاف چکشی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و تعیین مناطق آبرفتی، رودخانه‌های قدیمی و ذخایر و معادن شناخته شده منطقه، ماسه‌سنگ و گراول (حاوی قطعات کوارتز)، ماسه‌های ساحلی، سنگ منشأ مناسب و مناطق دارای افت توپوگرافی، محل ترانشه و چاهک‌ها
	ژئوشیمیایی	- نمونه‌برداری سیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای، بلگ، لیتوژئوشیمیایی (لبری) و کانی سنگین در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای شناسایی زون عدسی شکل، زون دگرسان کلریتی و آنومالی مثبت اکسید پتاسیم به اکسید سدیم و اکسید منیزیم به اکسید کلسیم به طرف زون کانه‌زایی (دگرسانی کلریتی و سریسیتی شدن)	- نمونه‌برداری سیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای، بلگ، لیتوژئوشیمیایی (لبری) و کانی سنگین در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای شناسایی زون غنی از گارنت و پیروکسن، از واحدهای کانی‌سازی و زون دگرسانی و آنومالی مثبت طلا، آنتیموان، آرسنیک، کادمیم - شناسایی زون ژاسپیروید در اسکارن‌های طلا	- نمونه‌برداری سیستماتیک رسوبات آبراهه‌ای، بلگ، لیتوژئوشیمیایی (لبری) و کانی سنگین در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای شناسایی زون کانه‌زایی، توده نفوذی، زون دگرسانی و آنومالی ژئوشیمیایی تنگستن، آرسنیک، آنتیموان، تلور و بیسموت

ادامه جدول ۳-۲- معیارهای اکتشافی مورد استفاده در مرحله پی جویی انواع تیپ‌های ماسیوسولفید غنی از طلا، اسکارن، مرتبط با توده‌های نفوذی آلکالن احیایی و پلاسری (معرفی مناطق امیدبخش در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰)

تیپ‌ها / معیارها	کارلین	ابی ترمال (LS, MS, HS)	پورفیری غنی از طلا	کوهزایی
ژئوفیزیکی	- الکترومغناطیس هوابردی با چگالی بالا (تعیین سنگ میزبان مناسب) - مغناطیس‌سنجی زمینی (چگالی پایین) و یا هوابردی با چگالی بالا (تعیین زون‌های مینیتیتی و پیرویتیتی، تعیین توده‌های نفوذی) - پلاریزاسیون القایی و مقاومت‌سنجی برای تعیین زون‌های سولفیدی با توجه به بالا بودن سولفید در این کانسارها	- مغناطیس‌سنجی زمینی برای تعیین ساختارها و محل تقاطع آن‌ها و تعیین توده‌های نفوذی - الکترومغناطیس هوابردی با چگالی بالا برای تعیین سنگ میزبان کربناته - پلاریزاسیون القایی و مقاومت‌سنجی برای تعیین زون‌های سولفیدی	- مغناطیس‌سنجی زمینی برای تعیین ساختارها و محل تقاطع آن‌ها، توده‌های نفوذی و زون‌های دگرسان - پلاریزاسیون القایی و مقاومت‌سنجی برای تعیین زون‌های سولفیدی، رگه و پوش سنگ سیلیسی - روش VLF برای شناسایی زون‌های برشی	- مغناطیس‌سنجی هوابردی با دقت بالا (تعیین آبرفت‌های حاوی مینیتیت و طلا)، روش لرزه‌ای برای تعیین عمق آبرفت‌ها - روش مغناطیس‌سنجی زمینی برای تعیین مرز حوضه - روش رادیواکتیویته برای شناسایی توریم و اورانیوم موجود در کانی‌های پلاسری
حفاری	حفر ترانشه و چاهک روی توده نفوذی و زون‌های دگرسان و نمونه‌برداری از آن‌ها	حفر ترانشه و چاهک روی توده نفوذی و زون‌های دگرسان و نمونه‌برداری از آن‌ها	حفر ترانشه و چاهک روی توده نفوذی و زون‌های دگرسان و نمونه‌برداری از آن‌ها	حفر ترانشه و چاهک و نمونه‌برداری از آن‌ها
تلفیقی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای تعیین مناطق امیدبخش (زون کانی‌سازی) برای کارهای اکتشافی بعدی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای تعیین مناطق امیدبخش (زون کانی‌سازی) برای کارهای اکتشافی بعدی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای تعیین مناطق امیدبخش (زون کانی‌سازی) برای کارهای اکتشافی بعدی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای تعیین مناطق امیدبخش (زون کانی‌سازی) برای کارهای اکتشافی بعدی

۳-۹- ساختار گزارش نهایی مرحله پی جویی

سرفصل‌ها و بخش‌های گزارش مرحله پی جویی در مناطق امیدبخش ذخایر طلا به صورت زیر توصیه می‌شود:

۳-۹-۱- چکیده

چکیده شامل هدف اصلی، خلاصه‌ای از موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی، زمین‌شناسی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک و حفريات اکتشافی انجام شده و نتایج حاصل به همراه تعیین تیپ کانی‌سازی، پارامترهای هندسی دوبعدی و عیار تقریبی منبع، هزینه‌های انجام شده و پیش‌بینی مراحل و هزینه‌های مرحله اکتشاف عمومی است.

۳-۹-۲- فهرست‌ها

الف- فهرست مطالب

ب- فهرست شکل‌ها

پ- فهرست جدول‌ها

۳-۹-۳- مقدمه

مقدمه شامل هدف از انجام پروژه، چگونگی انجام عملیات اکتشافی، نمونه‌برداری و نتایج کلی تجزیه‌های شیمیایی و کانی‌شناسی است.

۳-۹-۴- خلاصه مستندات مرحله شناسایی**۳-۹-۵- اطلاعات کلی منطقه**

الف- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

ب- وضعیت آب و هوایی

پ- زیرساخت‌ها

ت- وضعیت اجتماعی

۳-۹-۶- زمین‌شناسی

الف- زمین‌شناسی ناحیه‌ای

ب- زمین‌شناسی محدوده‌های مورد بررسی

- چینه‌شناسی، پتروگرافی سنگ‌های دارای رخنمون در محدوده مورد بررسی، زمین‌ساخت، زمین‌شناسی ساختمانی، دگرسانی،

کانی‌سازی با بیان نوع و کنترل‌کننده‌های آن

- نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ و نیمرخ‌های زمین‌شناسی (در مورد ذخایر رگه‌ای بخش کانی‌سازی با مقیاس بزرگتر جداگانه برداشت

شود).

پ- زمین‌شناسی اقتصادی

۳-۹-۷- مطالعات ژئوشیمیایی

- الف- طراحی شبکه نمونه‌برداری و انتخاب روش نمونه‌برداری رسوبات آبراهه‌ای، لیتوژئوشیمیایی، کانی‌سنگین و بلگ
- ب- برداشت نمونه‌ها
- پ- آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی و کانی‌شناسی نمونه‌ها
- ت- تعیین دقت و صحت نتایج تجزیه شیمیایی
- ث- مطالعات آماری پایه
- ج- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی، کانی‌سنگین و بلگ
- چ- تهیه نقشه‌های آنومالی تک عنصری و هاله مرکب مکان مرجع و کانی سنگین
- ح- تفسیر آنومالی‌ها، تعیین مناطق امیدبخش و الویت‌بندی آن‌ها

۳-۹-۸- مطالعات ژئوفیزیکی

- الف- نوع عملیات و اهداف آن
- ب- روش برداشت داده‌های ژئوفیزیکی
- پ- تصحیحات داده‌های ژئوفیزیکی
- ت- پردازش داده‌ها، تهیه نیمرخ‌ها و نقشه‌های آنومالی ژئوفیزیکی
- ث- تفسیر آنومالی‌ها و تعیین خصوصیات ژئوفیزیکی سنگ میزبان و کانی‌سازی
- ج- تعیین گسترش عمقی کانی‌سازی
- چ- مدلسازی ژئوفیزیکی کانی‌سازی

۳-۹-۹- حفريات اکتشافی و نمونه‌برداری

- الف- نوع حفريات شامل ترانشه و چاهک (در مواردی حفاری مغزه‌گیری محدود)
- ب- برداشت زمین‌شناسی حفريات و تهیه نیمرخ و ستون چینه‌شناسی آن
- پ- نمونه‌برداری
- ت- آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی برای طلا و عناصر هم‌پاراژن آن
- ث- بررسی روند غلظت طلا و عناصر هم‌پاراژن

۳-۹-۱۰- مطالعات تلفیقی

- الف- تهیه بانک اطلاعاتی (توصیفی و مکانی)
- ب- پردازش داده‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفريات اکتشافی
- پ- تعیین مدل تلفیقی بهینه
- ت- تلفیق داده‌ها در سیستم GIS

- ث- تهیه نقشه تلفیقی و تعیین گسترش دوبعدی زون کانی‌سازی
- ج- تعیین و اولویت‌بندی زون‌های کانی‌سازی برای مرحله اکتشاف عمومی

۳-۹-۱۱- مشخصات کانی‌شناسی، شیمیایی و تکنولوژیکی

- الف- روش نمونه‌برداری و تعداد نمونه‌ها
- ب- نتایج تجزیه شیمیایی
- پ- نتایج تجزیه کانی‌شناسی
- ت- بررسی توزیع عیار و تیپ کانسنگ
- ث- تهیه نمونه معرف
- ج- مطالعات فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی
- چ- ارزیابی نتایج و بررسی روش تغلیظ‌پذیری

۳-۹-۱۲- ارزیابی عیار و تعیین ذخیره

- الف- مدلسازی رفتار عیار
- ب- ارزیابی عیار طلا و عناصر هم‌پاراژنر
- پ- تخمین ذخیره حداقل به دو روش (اختلاف نتیجه دو روش نباید بیشتر از ده درصد باشد).
- ت- تعیین منبع معدنی در رده ۳۳۳

۳-۹-۱۳- بررسی‌های زیست‌محیطی

- الف- پتانسیل تولید زهاب اسیدی
- ب- کنترل پساب و باطله‌ها
- پ- ارزیابی زیست‌محیطی مقدماتی روش فرآوری

۳-۹-۱۴- انجام مطالعات فرصت‌سنجی

۳-۹-۱۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- الف- خلاصه کارهای انجام شده و ارایه نتایج آن
- ب- تعیین مدل زایشی و تیپ کانی‌سازی طلا
- پ- اولویت‌بندی زون‌های کانی‌سازی طلا و عناصر هم‌پاراژنر
- ت- تعیین معیارهای تصمیم‌گیری برای ادامه و یا توقف عملیات اکتشافی
- ث- نتیجه‌گیری و ارایه پیشنهادات به همراه برنامه، زمان و هزینه مرحله اکتشاف عمومی

۳-۹-۱۶- فهرست منابع

الف- منابع فارسی

ب- منابع انگلیسی

۳-۹-۱۷- پیوست‌ها

الف- نقشه‌ها و نیمرخ‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی

ب- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌ها (با سربرگ شرکت یا موسسه تجزیه‌کننده)

ب- نتایج مطالعات کانی‌سنگین، لیتوژئوشیمیایی و بلگ

ت- نتایج مطالعات کانه‌نگاری، کانی‌شناسی و پتروگرافی

ث- نقشه موقعیت نمونه‌برداری و محل حفريات اکتشافی

ج- نقشه‌های آنومالی تک عنصری و چند عنصری ژئوشیمیایی

چ- نقشه‌ها و جدول‌های تکمیلی

گزارش به صورت لوح فشرده و کاغذی تهیه و ارائه می‌شود.

جدول ۳-۳- چک‌لیست مرحله پی جویی ذخایر طلا

اهداف	مقیاس	نوع عملیات
تهیه نقشه پایه برداشت‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی، تعیین راه‌های دسترسی به نقاط هدف و تهیه DTM	۱:۲۵۰۰۰	نقشه توپوگرافی (اصل نقشه و رقومی شده)
تهیه نقشه پایه برداشت‌های زمین‌شناسی، تعیین کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی (سنگ میزبان، توده‌های نفوذی، دگرسانی و ساختاری)	۱:۲۵۰۰۰	داده‌های ماهواره‌ای ASTER و Hyper spectral
تعیین خصوصیات مکانی و توصیفی اندیس‌های معدنی	۱:۲۵۰۰۰	نقشه اندیس‌های معدنی (اصل نقشه و رقومی شده)
تعیین کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی (لیتولوژیکی، دگرسانی و ساختاری منطقه‌ای)، گسترش سطحی زون معدنی و دگرسانی	۱:۲۵۰۰۰	نقشه و نیمرخ زمین‌شناسی (اصل نقشه و رقومی شده)
تعیین کنترل‌کننده‌های خاص کانی‌سازی مانند سنگ میزبان، توده‌های نفوذی پنهان، دگرسانی و ساختاری در مقیاس منطقه‌ای و تعیین خصوصیات ژئوفیزیکی سطحی	۱:۲۵۰۰۰	داده‌های ژئوفیزیکی هوابردی با چگالی زیاد (مغناطیس‌سنجی و الکترومغناطیس) و زمینی با چگالی کم (مغناطیس‌سنجی و IP/RS)
تعیین زون‌های آنومالی ژئوشیمیایی تک عنصری و هاله مرکب در منطقه امیدبخش (آنومالی مناسب طلا، تمرکز >100 ppb در رسوبات آبراه‌ای، >10 ppb در نمونه‌های بلگ و >200 ppb در نمونه‌های سنگی)	۱:۲۵۰۰۰	برداشت و تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی رسوبات آبراه‌ای، کانی‌سنگین، بلگ و واحدهای سنگی (Rock Chip)
امکان پردازش سریع و با دقت بالا، دسترسی آسان به اطلاعات	۱:۲۵۰۰۰	تهیه بانک اطلاعاتی در محیط GIS
تعیین وضعیت کانی‌سازی در عمق و ارتباط آن با داده‌های سطحی	۱:۱۰۰	حفاری اکتشافی شامل ترانشه و چاهک و نمونه‌برداری غیرسیستماتیک و یا سیستماتیک از آن‌ها
تعیین حدود زون کانی‌سازی طلا	۱:۲۵۰۰۰	مطالعات تلفیقی
تعیین کانی‌شناسی فرآیند و روش‌های تغلیظ‌پذیری	آزمایشگاهی	مطالعات فرآوری
مقایسه فنی و اقتصادی با سایر کانسارهای مشابه	فرصت‌سنجی	بررسی فنی اقتصادی
ارایه، معرفی و الویت‌بندی مناطق امیدبخش و ارایه پیشنهادات مرحله اکتشاف عمومی	۱:۲۵۰۰۰	گزارش نهایی اکتشاف در مرحله پی جویی

فصل ۴

فهرست خدمات مرحله اکتشاف عمومی

۴-۱- آشنایی

مرحله اکتشاف عمومی شامل بررسی‌های سیستماتیک در محدوده‌های معدنی و تعیین حدود کانسار است. در این مرحله عملیات اکتشافی به ویژه حفاری‌های عمقی در محدوده‌های معدنی تعیین شده در مرحله پی‌جویی متمرکز می‌شود. هدف اصلی این مرحله از اکتشاف، تعیین دقیق محدوده و مشخصات حدود کانسار در مقیاس ۱:۵۰۰۰ و در مورد کانسارهای رگه‌ای ۱:۲۰۰۰ است. این مرحله شامل تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی، دگرسانی و توپوگرافی سطحی، نمونه‌برداری سیستماتیک لیتوژئوشیمیایی (تعیین زون‌بندی قائم و سطح فرسایش)، برداشت ژئوفیزیکی با چگالی کم و تهیه نقشه‌های مربوطه، حفر ترانشه و گمانه‌های اکتشافی برای ارزیابی کیفیت و کمیت ذخیره معدنی است. هدف اصلی این مرحله برآورد ابعاد، شکل، بافت و عیار کانسار در سطح و در عمق و تغییرات عیار طلا و عناصر هم‌پارازن است. خروجی مرحله اکتشاف عمومی، تعیین منبع طلای احتمالی بر اساس کد ۲۲۲ است (جدول ۴-۲). برای اطلاعات بیشتر به نشریه ۳۷۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با عنوان "دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی" مراجعه شود. مراحل و چک‌لیست اکتشاف مرحله عمومی در ادامه ارائه شده است (جدول‌های ۴-۱ و ۴-۲).

۴-۲- جمع‌آوری و ارزیابی داده‌ها

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

الف- جمع‌آوری و مطالعه کلیه گزارش‌های موجود، از جمله گزارش مرحله‌های شناسایی و پی‌جویی

ب- جمع‌آوری نقشه‌ها و نیمرخ‌های زمین‌شناسی مرحله‌های شناسایی و پی‌جویی

پ- تحلیل داده‌های اکتشافی، تعبیر و تفسیر نتایج مرحله پی‌جویی و تعیین محدوده‌های مناسب برای مرحله اکتشاف عمومی

ت- تعیین محدوده‌هایی که باید نقشه زمین‌شناسی آن به مقیاس ۱:۵۰۰۰ تهیه شود.

ث- طراحی شبکه اکتشافی

۴-۳- برنامه‌ریزی

این مرحله شامل برنامه‌ریزی مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی، حفاریات اکتشافی و نمونه‌برداری، مطالعات فرآوری در مقیاس پایه، تعبیر و تفسیر نتایج و ارائه گزارش نهایی است.

۴-۴- مطالعات زمین‌شناسی

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

الف- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ با استفاده از ایستگاه‌های زمینی

ب- عملیات صحرایی برای تهیه نقشه زمین‌شناسی از محدوده معدنی

- تفکیک واحدهای سنگ‌چینه‌ای

- بررسی‌های ساختاری و تعیین عملکرد آن‌ها بر کانی‌سازی (برداشت شیب و امتداد لایه‌ها و ساختارها)
- گسترش سطحی کانی‌سازی و وضعیت زون‌های دگرسانی (در امتداد نیمرخ‌هایی به فواصل ۵۰ متر)
- برداشت نمونه از رخنمون‌های سنگی، کانی‌سازی و دگرسانی برای انجام مطالعات پتروگرافی، کانه‌نگاری و کانی‌شناسی به روش مطالعات میکروسکوپی نوری، پراش اشعه ایکس میکروسکوپی الکترونی و تجزیه شیمیایی
- پ- انتقال عوارض زمین‌شناسی و اکتشافی بر روی نقشه پایه و تهیه نقشه به همراه نمایش محل حفاریات، محل نمونه‌برداری، شیب و امتداد لایه‌ها و گسل‌ها، فرآیندهای آذرین و دگرگونی و گسترش سطحی کانی‌سازی و زون‌های دگرسان

۴-۵- مطالعات ژئوشیمیایی

مطالعات ژئوشیمیایی در مرحله اکتشاف عمومی عمدتاً شامل نمونه‌برداری سیستماتیک از خاک و سنگ در محدوده‌های کانی‌سازی و تجزیه شیمیایی آن‌ها است. در این مطالعات، زون‌های آنومالی عناصر و ترکیب‌های مختلف در محدوده‌های کانی‌سازی و یا زون‌های دگرسانی و رگه‌های سیلیسی حاوی طالای مورد مطالعه، مشخص می‌شود. مطالعات ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ با چگالی زیاد و با توجه به تیپ کانی‌سازی انجام می‌گیرد. نمونه‌برداری سیستماتیک ژئوشیمیایی به تعداد زیاد از خاک و یا سنگ با توجه به بزرگی هاله دگرسانی بر روی نیمرخ‌های ۵۰ متری توصیه می‌شود. در اندیس‌های طالای رگه‌ای و یا پهنه‌های برشی نمونه‌برداری سیستماتیک و با فاصله کمتر از ۵ متری عمود بر رگه‌های سیلیسی حاوی اکسید آهن و یا کانی‌سازی‌های دیگر توصیه می‌شود. نمونه‌برداری از سنگ بهتر است به صورت شیاری^۱ انجام شود. تعداد نمونه‌های برداشتی با توجه به هندسه کانسار (افشان در ارتباط با زون‌های دگرسانی و یا رگه‌ای و پهنه برشی) و بزرگی کانی‌سازی و با توجه به نظر کارشناس تعیین می‌شود. مطالعات ژئوشیمیایی در مرحله اکتشاف عمومی به شرح زیر است:

الف- طراحی شبکه نمونه‌برداری در شبکه‌های ۱۵۰×۱۵۰ متری از کل منطقه و ۵۰×۵۰ متری از پوشش خاک یا رخنمون‌های سنگی در محدوده کانی‌سازی

ب- عملیات صحرایی نمونه‌برداری ژئوشیمیایی بر اساس شبکه طراحی شده که نمونه‌های پوشش خاک از عمق ۳۰ سانتی‌متری و نمونه‌های سنگی به روش لپیری یا شیاری عمود بر گسترش طولی زون کانی‌سازی برداشت می‌شود. محل برداشت نمونه‌ها باید بر روی زمین و نقشه با شماره و کد مشخص شود.

پ- آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها به روش قال‌گذاری برای طلا و ICP-OES یا ICP-MS برای سایر عناصر هم‌پارازنز

ت- انجام مطالعات کنترل کیفیت داده‌ها، پردازش آماری و تعیین موقعیت آنومالی‌ها

ث- تعیین نقاط مناسب برای حفر گمانه‌های اکتشافی و تعیین شیب گمانه‌ها

۴-۶- مطالعات ژئوفیزیکی

هدف از مطالعات ژئوفیزیک زمینی در مرحله اکتشاف عمومی، مشخص کردن وضعیت کانی‌سازی در عمق است. محدوده پیشنهادی و روش انتخابی مطالعات ژئوفیزیکی، معمولاً با استفاده از مطالعات مدل‌های مفهومی و اطلاعات زمین‌شناسی و

1- Channel sampling

ژئوشیمیایی کانسار تعیین می‌شود. در زمان اجرای عملیات ژئوفیزیکی (مغناطیس‌سنجی و IP/RS) عمدتاً خط مبنای برداشت در راستای محور احتمالی کانسار مورد مطالعه طراحی می‌شود و در مرحله بعد نیمرخ‌های عمود بر آن تعیین و پیاده‌سازی می‌شوند. طراحی شبکه برداشت مغناطیس‌سنجی و مقاومت ویژه زمین با توجه به بزرگی و هندسه زون کانی‌سازی سطحی، زون دگرسانی، رگه‌های سیلیسی و پهنه‌های برشی تعیین می‌شود. عملیات ژئوفیزیک زمینی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ با چگالی زیاد برای تعیین زون‌های با شدت مغناطیس خاص و همچنین زون‌های سولفیدی و یا سیلیسی در ارتباط با کانی‌سازی مستقیم و یا غیرمستقیم طلا استفاده می‌شود. برداشت مغناطیس‌سنجی زمینی و یا IP/RS بر روی نیمرخ‌های ۵۰ متری انجام می‌شود. با استفاده از داده‌های برداشت شده در روش‌های یاد شده می‌توان منحنی‌ها و زون‌های آنومالی را در سطح و یا عمق تعیین کرد.

۴-۷- مطالعات تلفیقی

روش‌های مختلفی مانند هم‌پوشانی و منطق فازی برای تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در مرحله اکتشاف عمومی برای پیدا کردن و تثبیت زون‌های احتمالی کانه‌زایی و تعیین محل حفاری در مقیاس محدود در این مرحله و ادامه عملیات اکتشافی در مرحله تفصیلی (حفاری سیستماتیک گمانه) وجود دارند. روش‌های مقایسه‌ای چشمی و هم‌پوشانی معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرند. در انجام این مطالعات باید در هر زمان، نتایج به دست آمده از یک تجزیه را با نتایج سایر تجزیه‌ها مقایسه و تلفیق کرد. مطالعات تلفیقی لایه‌های اطلاعاتی مختلف (ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی، توپوگرافی و زمین‌شناسی) در مرحله اکتشاف عمومی عمدتاً برای تعیین بهینه نقاط حفاری (گمانه، تونل و ترانشه) انجام می‌شود. مطالعات تلفیقی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی در مرحله اکتشاف عمومی عبارتند از:

الف- تشکیل بانک اطلاعاتی در محیط GIS

ب- ارایه مدل‌های متداول تلفیق نقشه‌های مختلف برای تهیه نقشه نهایی

پ- انطباق نتایج داده‌های مختلف زون‌های گسله

ت- تعیین ارتباط تیپ‌های سنگ‌شناسی، زون‌های دگرسانی و آنومالی‌های ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی با زون‌های حاوی کانی‌سازی

ث- تلفیق داده‌های مختلف برای تعیین حدود کانسار

ج- تصمیم‌گیری برای ادامه عملیات اکتشافی عمقی بر روی کانسار

چ- تعیین محدوده پیشنهادی و تعیین بهترین مکان برای حفر ترانشه، چاهک، تونل و گمانه‌های اکتشافی

۴-۸- حفاریات اکتشافی

در این مرحله با استفاده از روش‌های انطباق داده‌ها، نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئوشیمی و ژئوفیزیک با هم تلفیق و محل حفر ترانشه‌ها، چاهک‌ها، گمانه‌ها و تونل‌های اکتشافی طراحی می‌شود. نوع و حجم حفاری‌ها بر روی زون‌های کانی‌سازی طلا با توجه به تیپ، بزرگی و ماهیت کانی‌سازی (افشان و یا رگه‌ای) تعیین می‌شود.

۴-۸-۱- ترانشه

در این مرحله ترانشه‌ها عمود بر امتداد محور کانی‌سازی به فواصل حداکثر ۱۰۰ متری حفر می‌شود و باید حداقل چند متر از کمربالا، زون کانی‌سازی و کمرپایین را در برگیرد. دیواره‌ها و کف ترانشه باید با مقیاس ۱:۱۰۰ برداشت و محل نمونه‌برداری‌ها نیز بر روی آن پیاده می‌شود.

۴-۸-۲- چاهک

در کانسارهای پوشیده شده به وسیله نهشته‌های آبرفتی حفر چاهک‌های اکتشافی باید در شبکه‌های ۱۰۰ × ۱۰۰ متری بر اساس نظر کارشناس خبره انجام گیرد. نمونه‌برداری از چاهک‌ها باید به روش شیاری یا مارپیچی و بر اساس برداشت در مقیاس ۱:۱۰۰ انجام گیرد. در پلاسره‌های جوان باید شبکه را به ۵۰ × ۵۰ کاهش داد.

۴-۸-۳- گمانه

در این مرحله چند حلقه گمانه (حداقل ۵ عدد) به منظور تعیین گسترش عمقی کانی‌سازی بر اساس نتایج مطالعات زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و حفريات سطحی طراحی و به روش مغزه‌گیری حفر می‌شود. عمق حفريات بسته به نوع کانی‌سازی بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ متر و فواصل گمانه‌ها بسته به نظر کارشناس خبره تعیین می‌شود.

۴-۸-۴- تونل‌های اکتشافی

حفر یک یا دو دهنه تونل اکتشافی در این مرحله بسته به نظر کارشناس خبره و پیش‌بینی موقعیت عمق کانی‌سازی طلا بر اساس نیمرخ‌های زمین‌شناسی، نقشه‌های ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی پیشنهاد می‌شود.

جدول ۴-۱- معیارهای مورد استفاده در مرحله اکتشاف عمومی تیپ‌های کارلین، اپی‌ترمال، پورفیری غنی از طلا و کوهزایی (مقیاس

(۱:۵۰۰۰)

تیپ‌ها معیارها	کارلین	اپی‌ترمال (LS, MS, HS)	پورفیری غنی از طلا	کوهزایی
زمین‌شناسی	- تهیه نقشه توپوگرافی - تهیه نقشه و نیمرخ زمین‌شناسی و تعیین دقیق گسترش سنگ میزبان کربناته (حاوی مواد آلی) و شیل، سایر واحدهای سنگی، کارهای قدیمی و گسل‌ها - تهیه نقشه دگرسانی و تعیین زون‌ها و رگه‌های دگرسانی (کربنات‌زدایی، آرژیلیک، سیلیسی و اکسیدهای آهن)، تفکیک زون‌های کانی‌سازی - تفکیک رگه‌های سیلیسی باردار از عقیم - تعیین زون ژاسپرویدی	- تهیه نقشه توپوگرافی - تهیه نقشه و نیمرخ زمین‌شناسی و تعیین سنگ میزبان داسیتی، آندزیتی، ریولیتی با بافت پورفیری (ترشیری) و توده‌های نفوذی آلکالن و یا کالک‌آلکالن (موتور حرارتی)، سایر واحدهای سنگی، گسل‌های اصلی و عمیق کششی، تقاطع گسل‌ها، مرزها و ساختارهای حلقوی، کالدر و نقاط کانی‌سازی شناخته شده (کار قدیمی) - تهیه نقشه دگرسانی و تعیین دگرسانی‌های سیلیسی، آرژیلیک، سریسیتی، آلونیتی و اکسیدهای آهن - رگه‌های سیلیسی و زون‌های کانی‌سازی	- تهیه نقشه توپوگرافی - تهیه نقشه و نیمرخ زمین‌شناسی و نقشه دگرسانی و تعیین سنگ میزبان دیوریتی و آندزیت پورفیری، سایر واحدهای سنگی، دگرسانی (سیلیسی، آرژیلیک، پتاسیک، منیتیت، تورمالین و اکسیدهای آهن)، ساختارهای خطی (گسل‌ها) و محل تلاقی آن‌ها، زون استوک‌ورک و نقاط کانی‌سازی شناخته شده (کار قدیمی)	- تهیه نقشه توپوگرافی - تهیه نقشه و نیمرخ زمین‌شناسی و نقشه دگرسانی و تعیین واحدهای سنگی (توده‌های گرانیتی، متاولکانیکی، سنگ بستر دگرگونی و نظایر آن)، دگرسانی (اکسیدهای آهن، کلریتی، کلسیت، آنکرایت و سیدریت)، زون‌های کانی‌سازی، پهنه‌های برشی، رگه‌های سیلیسی، ساختارهای خطی و محل تلاقی آن‌ها، گسل‌های امتدادلفز و نقاط کانی‌سازی شناخته شده (کار قدیمی)
ژئوشیمیایی	نمونه‌برداری سیستماتیک لیتوژئوشیمیایی (لب‌ری و یا شیار) و خاک برای تعیین عیار و آنومالی‌های طلا و عناصر هم‌پارازن آن	نمونه‌برداری سیستماتیک لیتوژئوشیمیایی (لب‌ری و یا شیار) و خاک برای تعیین عیار و آنومالی‌های طلا و عناصر هم‌پارازن آن	نمونه‌برداری سیستماتیک لیتوژئوشیمیایی (لب‌ری و یا شیار) و خاک برای تعیین عیار و آنومالی‌های طلا و عناصر هم‌پارازن آن	نمونه‌برداری سیستماتیک لیتوژئوشیمیایی (لب‌ری و یا شیار) و خاک برای تعیین عیار و آنومالی‌های طلا و عناصر هم‌پارازن آن
ژئوفیزیکی	- مغناطیس‌سنجی زمینی (چگالی پایین) و روش IP/RS برای تعیین زون‌های سولفیدی، رگه و پوش‌سنگ سیلیسی و ساختارها	- مغناطیس‌سنجی زمینی برای تعیین زون‌های دگرسانی حاوی اکسید آهن در سنگ‌های آذرین دگرسان نشده، تعیین مراکز آتشفشان‌های ریولیتی، آندزیتی و داسیتی)	- مغناطیس‌سنجی زمینی برای - روش IP/RS برای تعیین زون‌های سولفیدی، استوک‌ورک و پوش‌سنگ سیلیسی	- مغناطیس‌سنجی زمینی (چگالی پایین) برای تعیین ساختارهای عمیق، توده‌های آذرین نفوذی و اکسید آهن در عمق
حفاری	ترانشه، چاهک و چند گمانه اکتشافی پیش‌هاونگ، عمق هر گمانه بین ۵۰ تا ۱۵۰ متر	ترانشه، چاهک و چند گمانه اکتشافی پیش‌هاونگ، عمق هر گمانه بین ۵۰ تا ۱۵۰ متر	ترانشه، چاهک و چند گمانه اکتشافی پیش‌هاونگ، عمق هر گمانه بین ۵۰ تا ۱۵۰ متر	ترانشه، چاهک و چند گمانه اکتشافی پیش‌هاونگ، عمق هر گمانه بین ۵۰ تا ۱۵۰ متر

ادامه جدول ۴-۱- معیارهای مورد استفاده در مرحله اکتشاف عمومی تیپ‌های کارلین، اپی ترمال، پورفیری غنی از طلا و کوهزایی

(مقیاس ۱:۵۰۰۰)

تیپ‌ها معیارها	کارلین	اپی ترمال (LS, LS, HS)	پورفیری غنی از طلا	کوهزایی
تلفیقی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و اوزان شاهد برای تعیین وزن کانی‌سازی برای کارهای اکتشافی بعدی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و اوزان شاهد برای تعیین وزن کانی‌سازی برای کارهای اکتشافی بعدی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و اوزان شاهد برای تعیین وزن کانی‌سازی برای کارهای اکتشافی بعدی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و اوزان شاهد برای تعیین وزن کانی‌سازی برای کارهای اکتشافی بعدی

جدول ۴-۲- معیارهای مورد استفاده در مرحله اکتشاف عمومی انواع تیپ‌های ماسیوسولفید غنی از طلا، اسکارن، مرتبط با توده‌های

نفوذی آلکالن احیایی و پلاسری (مقیاس ۱:۵۰۰۰)

تیپ‌ها معیارها	ماسیوسولفید غنی از طلا	اسکارن طلا	طلای مرتبط با توده‌های نفوذی آلکالن احیایی	طلای تیپ پلاسری
زمین‌شناسی	- تهیه نقشه توپوگرافی - تهیه نقشه و نیم‌رخ زمین‌شناسی و تعیین دقیق سنگ میزبان، توالی افیولیتی و سایر واحدهای سنگی، کارهای قدیمی - تهیه نقشه دگرسانی و تعیین زون‌ها و رگه‌های دگرسانی (کلریتی شدن شدید و سرپانتینی شدن)، زون‌های کانی‌سازی	- تهیه نقشه توپوگرافی - تهیه نقشه و نیم‌رخ زمین‌شناسی و تعیین دقیق سنگ میزبان کربناته، توده نفوذی - کلیه واحدهای سنگی، کارهای قدیمی - تهیه نقشه دگرسانی و تعیین زون‌های دگرسانی و زون‌های کانی‌سازی	- تهیه نقشه توپوگرافی - تهیه نقشه و نیم‌رخ زمین‌شناسی و نقشه دگرسانی و تعیین سنگ میزبان و توده نفوذی احیایی و سایر واحدهای سنگی، دگرسانی (سیلیسی)، آرژیلیک، تورمالین و اکسیدهای آهن)، ساختارهای خطی (گسل‌ها) و محل تلاقی آن‌ها، نقاط کانی‌سازی شناخته شده (کار قدیمی)	- تهیه نقشه توپوگرافی - تهیه نقشه و نیم‌رخ زمین‌شناسی و تعیین پلاسرای باردار و عقیم
ژئوشیمیایی	نمونه‌برداری سیستماتیک لیتوژئوشیمیایی (لبری و یا شیری) و خاک برای تعیین عیار و آنومالی‌های طلا و عناصر هم‌پاراژن آن	نمونه‌برداری سیستماتیک لیتوژئوشیمیایی (لبری و یا شیری) و خاک برای تعیین عیار و آنومالی‌های طلا و عناصر هم‌پاراژن آن	نمونه‌برداری سیستماتیک از آبرفت‌ها و آبراهه‌ها با چگالی بالا	نمونه‌برداری سیستماتیک لیتوژئوشیمیایی (لبری و یا شیری) و خاک برای تعیین عیار و آنومالی‌های طلا و عناصر هم‌پاراژن آن
ژئوفیزیکی	- مغناطیس‌سنجی زمینی برای شناسایی سنگ میزبان (مافیک و الترامافیک و توده‌های نفوذی) - روش IP/RS برای تعیین زون غنی از سولفید	- مغناطیس‌سنجی زمینی برای ساختارهای خطی عمیق، توده‌های نفوذی - روش IP/RS برای تعیین زون‌های سولفیدی	- مغناطیس‌سنجی زمینی برای ساختارهای خطی، توده‌های نفوذی احیایی - روش IP/RS برای تعیین زون‌های سولفیدی و برشی	- روش‌های الکتریکی برای تعیین سنگ بستر ضخامت آبرفت و تعیین سطح ایستابی

ادامه جدول ۴-۲- معیارهای مورد استفاده در مرحله اکتشاف عمومی انواع تپ‌های ماسپوسولفید غنی از طلا، اسکارن، مرتبط با توده‌های نفوذی آلکان احیایی و پلاسری (مقیاس ۱:۵۰۰۰)

تپ‌ها معیارها	ماسپوسولفید غنی از طلا	اسکارن طلا	طلا مرتبط با توده‌های نفوذی آلکان احیایی	طلا تپ پلاسری
حفاری	ترانشه، چاهک و چند گمانه اکتشافی پیشاهنگ و عمق هر گمانه بین ۵۰ تا ۱۵۰ متر	ترانشه، چاهک و چند گمانه اکتشافی پیشاهنگ و عمق هر گمانه بین ۵۰ تا ۱۵۰ متر	ترانشه، چاهک و چند گمانه اکتشافی پیشاهنگ و عمق هر گمانه بین ۵۰ تا ۱۵۰ متر	ترانشه و چاهک
تلفیقی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و اوزان شاهد برای تعیین زون کانی‌سازی برای کارهای اکتشافی بعدی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و اوزان شاهد برای تعیین زون کانی‌سازی برای کارهای اکتشافی بعدی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و اوزان شاهد برای تعیین زون کانی‌سازی برای کارهای اکتشافی بعدی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تلفیق نتایج داده‌ها با استفاده از مدل‌های تلفیقی هم‌پوشانی، منطق فازی و شواهد وزنی برای تعیین نقاط امیدبخش (زون کانی‌سازی) برای کارهای اکتشافی بعدی

۴-۹- ساختار گزارش نهایی مرحله اکتشاف عمومی

سرفصل‌ها و بخش‌های گزارش مرحله اکتشاف عمومی به شرح زیر است:

۴-۹-۱- چکیده

چکیده شامل هدف اصلی، خلاصه‌ای از موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی، زمین‌شناسی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک و حفاریات اکتشافی انجام شده و دستاوردها در مرحله اکتشافی عمومی است.

۴-۹-۲- فهرست‌ها

الف- فهرست مطالب

ب- فهرست شکل‌ها

پ- فهرست جدول‌ها

۴-۹-۳- مقدمه

مقدمه شامل هدف از انجام پروژه، چگونگی انجام عملیات اکتشافی، نمونه‌برداری و آزمایش‌های شیمیایی و کانی‌شناسی است.

۴-۹-۴- خلاصه عملیات انجام شده در مراحل شناسایی و پی‌جویی و ارزیابی آنها

۴-۹-۵- اطلاعات کلی منطقه

- الف- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی
- ب- وضعیت آب و هوایی
- پ- وضعیت اجتماعی
- ت- زیرساخت‌های موجود برای عملیات اکتشافی

۴-۹-۶- زمین‌شناسی

- الف- زمین‌شناسی ناحیه‌ای
- ب- نقشه توپوگرافی و زمین‌شناسی دقیق محدوده معدنی
- پ- زمین‌ساخت محدوده معدنی
- ت- دگرسانی
- ث- کانی‌سازی و نوع کنترل‌کننده‌های آن
- ج- مطالعات کانی‌شناسی و ژئومتالورژی
- چ- تعیین شکل و ماهیت طلا
- ح- تعیین مدل زایشی کانی‌سازی

۴-۹-۷- مطالعات ژئوشیمیایی

- الف- طراحی شبکه و روش نمونه‌برداری
- ب- روش آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها (طلا به روش قال‌گذاری و عناصر هم‌پاراژن ICP-OES یا ICP-MS)
- پ- تعیین دقت و صحت نتایج تجزیه شیمیایی
- ت- مطالعات آماری پایه
- ث- پردازش داده‌ها
- ج- تهیه نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی تک عنصری و چند عنصری
- چ- تهیه نقشه‌های زون‌بندی طلا و عناصر هم‌پاراژن
- ح- تعبیر و تفسیر اکتشافی نقشه‌های ژئوشیمیایی

۴-۹-۸- مطالعات ژئوفیزیکی

- الف- نوع عملیات ژئوفیزیکی و روش برداشت
- ب- تصحیحات داده‌های ژئوفیزیکی

- پ- پردازش داده‌ها، تهیه نقشه‌ها و نیمرخ‌های آنومالی ژئوفیزیکی
- ت- تفسیر آنومالی‌های ژئوفیزیکی و تعیین نقاط حفاری
- ث- مدلسازی پیکره معدنی و تعیین شکل و عمق آن

۴-۹-۹- حفاریات اکتشافی و نمونه‌برداری

- الف- نوع حفاریات (سطحی یا عمقی)
- ب- روش حفر
- پ- برداشت حفاریات و نمونه‌برداری
- ت- تهیه نیمرخ و ستون حفاریات
- ث- عیارسنجی و تعیین تغییرات عیار طلا و عناصر همراه
- ج- کرولاسیون (تطابق) گمانه‌ها و بررسی تداوم زون معدنی
- چ- کنترل و تضمین کیفیت نتایج تجزیه QC/QA
- ح- تعیین زون‌بندی قائم و سطح فرسایش بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی مغزه‌ها

۴-۹-۱۰- ویژگی‌های زون معدنی

- الف- شکل، ابعاد و موقعیت جایگیری کانی‌سازی
- ب- کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی
- پ- بافت و وضعیت پراکندگی عیار در زون معدنی
- ت- تعیین عمق و ضخامت زون اکسیدی و سولفیدی

۴-۹-۱۱- تخمین ذخیره

- الف- تعیین عیار حد، جرم مخصوص و تغییرات آن
- ب- عیار حد و نحوه توزیع آن
- پ- تخمین ذخیره و منبع حداقل به دو روش (نشریه ۳۷۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور)
- ت- تهیه منحنی عیار- تناژ

۴-۹-۱۲- نتایج مطالعات مهندسی و ژئوتکنیکی

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

۴-۹-۱۳- نتایج مطالعات فرآوری در مقیاس پایه

۴-۹-۱۴- مطالعات زیست محیطی

۴-۹-۱۵- مطالعات پیش امکان سنجی

الف- برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری

ب- مطالعات بازار

پ- ارزیابی اقتصادی

۴-۹-۱۶- مطالعات تلفیقی و مستندسازی

الف- تهیه بانک اطلاعاتی (توصیفی و مکانی)

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

پ- تلفیق داده‌ها در سیستم GIS

۴-۹-۱۷- ارایه برنامه مرحله اکتشاف تفصیلی

الف- تعیین معیار تصمیم‌گیری برای ادامه عملیات تا مرحله اکتشاف تفصیلی

ب- نتیجه‌گیری و ارایه روش‌های مناسب برای مرحله اکتشاف تفصیلی

پ- ارایه برنامه عملیات اکتشافی در مرحله اکتشاف تفصیلی (زمان‌بندی- هزینه)

۴-۹-۱۸- فهرست منابع

الف- منابع فارسی

ب- منابع انگلیسی

۴-۹-۱۹- پیوست‌ها

الف- نتایج تجزیه شیمیایی و مطالعات پتروگرافی، کانه‌نگاری و فرآوری (با سربرگ آزمایشگاه معتبر)

ب- داده‌های خام ژئوفیزیکی

پ- نقشه‌ها، نیمرخ‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی و تعیین نقاط نمونه‌برداری برای هر یک از مطالعات انجام شده

ت- لاگ‌های حفاری و کرولاسیون آن‌ها

ث- نقشه‌ها و جدول‌های تکمیلی

گزارش به صورت لوح فشرده و کاغذی ارایه شود.

جدول ۴-۳- چک لیست مرحله اکتشاف عمومی ذخایر طلا

نوع عملیات	مقیاس	اهداف
تهیه نقشه توپوگرافی (اصل و رقومی شده)	۱:۵۰۰۰	نقشه پایه برداشت‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی و تعیین نقاط حفاری
تهیه نقشه و نیمرخ‌های زمین‌شناسی (اصل و رقومی شده)	۱:۵۰۰۰	تعیین واحدهای زمین‌شناسی زون معدنی و دگرسانی و پدیده‌های ساختاری
تهیه نقشه دگرسانی و زمین‌شناسی ساختمانی (اصل و رقومی شده)	۱:۵۰۰۰	تعیین انواع و زون‌بندی دگرسانی‌ها و ساختارهای موثر در کانی‌سازی (این نقشه به صورت جداگانه تهیه و یا بر روی نقشه زمین‌شناسی پیاده شود).
اکتشافات ژئوفیزیکی شامل برداشت‌های زمینی مغناطیس‌سنجی و IP/RS، با چگالی متوسط- بالا به همراه تصحیحات، پردازش، تهیه نقشه آنومالی‌ها و تفسیر اکتشافی	۱:۵۰۰۰	تعیین مستقیم و یا غیرمستقیم حدود کانسار در سطح و عمق
اکتشافات ژئوشیمیایی به روش برداشت سیستماتیک و تجزیه نمونه‌های خاک و لیتوژئوشیمیایی همراه پردازش و تفسیر داده‌ها، تهیه نقشه‌های آنومالی تک عنصری و چند عنصری و تفسیر اکتشافی	۱:۵۰۰۰	تعیین مستقیم حدود کانسار در سطح و غیرمستقیم وضعیت کانی‌سازی در عمق (با در نظر گرفتن نتایج تجزیه ژئوشیمیایی مغزه‌ها)
طراحی شبکه حفاری با تلفیق نتایج بررسی‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی، شبکه حفاری با توجه به ماهیت کانی‌سازی و تیپ کانسار احتمالی انجام می‌شود. حفاری‌ها شامل حفاریات سطحی (ترانشه و چاهک) و حفاریات عمیق (گمانه و تونل) برداشت ترانشه و چاهک در مقیاس ۱:۱۰۰، برداشت حفاریات عمقی در مقیاس ۱:۱۰۰	۱:۱۰۰	انتخاب بهینه نقاط حفاری (سطحی و عمقی)، برداشت حفاریات، تعیین حدود کانسار در عمق، تعیین عیار (طلا و عناصر همراه مفید و مزاحم)، جرم مخصوص کانسنگ - تخمین مدلسازی و تخمین منبع یا ذخیره - انجام حفاریات در شبکه ۱۰۰×۱۰۰ یا ۵۰×۵۰ متر - زون کانی‌سازی طلای رگه‌ای، عدسی شکل و پهنه برشی با میانگین عیار طلای بیش از یک گرم در تن
تهیه بانک اطلاعاتی و تلفیق در محیط GIS: - تهیه بانک اطلاعاتی (توصیفی و مکانی) - مدل تلفیقی بهینه (شاخص هم‌پوشانی، منطق فازی و یا شبکه عصبی) - تعیین انواع لایه‌های شاهد کانی‌سازی در سیستم GIS - اولویت‌بندی لایه‌های اطلاعاتی و وزن دادن به آن‌ها - تهیه نقشه تلفیقی و تعیین گسترش دوعیدی کانسار - تعیین و اولویت‌بندی نقاط بهینه حفاری اکتشافی	۱:۵۰۰۰	امکان‌پذیری پردازش سریع و با دقت بالا، دسترسی آسان به اطلاعات و مستندسازی
مطالعات فرآوری	پایه	تعیین ویژگی‌های تغلیظ‌پذیری و ارایه فلوشیت
مطالعات پیش امکان‌سنجی		تعیین پارامترهای اقتصادی و فنی موثر بر بهره‌برداری
معیارهای تصمیم‌گیری		با توجه به کلیه مطالعات انجام شده با در نظر گرفتن معیارهای فنی و اقتصادی، تصمیم بهینه در توقف عملیات اکتشافی در مرحله بعدی
تهیه گزارش		ارایه کلیه نتایج و پیشنهادات مرحله اکتشاف تفصیلی به همراه جدول زمان‌بندی و هزینه

فصل ۵

فهرست خدمات مرحله اکتشاف تفصیلی

۵-۱- اکتشاف تفصیلی

این مرحله شامل بررسی‌های سیستماتیک به منظور تعیین مشخصات دقیق تناژ، عیار، مدل توزیع، وزن مخصوص و شکل هندسی سه بعدی کانسار است. در این مرحله کلیه بررسی‌های لازم به منظور تعیین ذخیره، بررسی فنی-اقتصادی و طراحی معدن جمع‌آوری و در گزارش پایانی ارایه می‌گیرد. روش‌های مختلف اکتشافی به منظور ادامه اکتشافات به همراه حفاری‌های عمیق و نیمه‌عمیق انجام می‌شود. از حفاریات اکتشافی شامل گمانه‌ها و تونل‌های اکتشافی و در صورت لزوم حفاریات سطحی به صورت محدود نمونه‌برداری سیستماتیک و با چگالی بالا انجام می‌گیرد. بر اساس نشریه شماره ۳۷۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با عنوان "دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی"، در این مرحله ذخیره قطعی تا سطح کد ۱۱۱ باید تعیین شود. در مرحله اکتشاف تفصیلی، مقیاس عملیات ۱:۵۰۰ تا ۱:۱۰۰۰ است (جدول ۵-۱).

۵-۲- جمع‌آوری و ارزیابی داده‌ها

در این مرحله کلیه داده‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفاریات اکتشافی و نتایج تجزیه شیمیایی و کانی‌شناسی جمع‌آوری شده و پس از پردازش و تلفیق آن‌ها طراحی عملیات اکتشاف تفصیلی انجام می‌شود.

۵-۳- برنامه‌ریزی برای انجام عملیات اکتشاف تفصیلی

این مرحله شامل برنامه‌ریزی عملیات اکتشافی مانند بررسی‌های زمین‌شناسی بزرگ‌مقیاس، احداث راه دسترسی برای انجام حفاریات اکتشافی نیمه‌عمیق و عمیق، نمونه‌برداری از حفاریات اکتشافی، مطالعات فرآوری در مقیاس پیشاهنگ، مطالعات زیست‌محیطی، مطالعات مهندسی پایه و تخمین ذخیره است.

۵-۴- مطالعات زمین‌شناسی

بررسی‌های زمین‌شناسی در این مرحله بسته به نوع کانی‌سازی با مقیاس ۱:۵۰۰ تا ۱:۱۰۰۰ و به صورت زیر انجام می‌گیرد:

- الف- تهیه نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰ تا ۱:۱۰۰۰ با برداشت زمینی و فواصل منحنی‌های تراز یک متری
- ب- تهیه نقشه زمین‌شناسی-توپوگرافی ۱:۵۰۰ تا ۱:۱۰۰۰ با برداشت زمینی به وسیله دوربین نقشه‌برداری و برداشت زمین‌شناسی در امتداد نیمرخ‌های به فواصل ۱۰ متر، شامل تفکیک واحدهای سنگی، زون‌های دگرسانی، سنگ میزبان و زون معدنی، اندازه‌گیری شیب و امتداد لایه‌ها و زون کانی‌سازی، ساختار محدوده، تعیین سن نسبی واحدهای سنگی و کانی‌سازی و رابطه زمانی گسل‌ها با زون معدنی و نمونه‌برداری از رخنمون‌های کانی‌سازی و سنگی برای مطالعات پتروگرافی، کانی‌شناسی پراش اشعه ایکس، کانه‌نگاری و تجزیه شیمیایی به روش‌های قال‌گذاری، AAS، ICP-OES یا ICP-MS

پ- مطالعات درزه‌نگاری

ت- تهیه نقشه دگرسانی

ث- تهیه نقشه تراز ساختاری در مورد کانسارهای رگه‌ای

۵-۵- مطالعات ژئوشیمیایی

بخش بزرگ اکتشافات ژئوشیمیایی در مراحل قبلی انجام می‌گیرد. در مورد ذخایر طلای نوع افشان به دلیل نداشتن شیب و امتداد معین به منظور تعیین موقعیت و شیب حفريات عمیق و نیمه‌عمیق از روش ژئوشیمی خاک استفاده می‌شود. برداشت ژئوشیمیایی به روش خاک در امتداد عمود بر زون کانی‌سازی و به فواصل ۲۰ تا ۵۰ متری با توجه به نظر کارشناس خبره انجام می‌گیرد. در مورد ذخایر مرتبط با توده‌های نفوذی به منظور تعیین زون‌بندی قائم کانی‌سازی و سطح فرسایش از روش لیتوژئوشیمیایی بر مبنای تجزیه شیمیایی نمونه‌های حفاری استفاده می‌شود.

۵-۶- مطالعات ژئوفیزیکی

در مرحله اکتشافات عمومی مطالعات ژئوفیزیکی با چگالی بالا به منظور تعیین زون‌های آنومالی انجام می‌گیرد. در صورت نیاز و بنا به نظر کارشناس خبره استفاده از برداشت‌های ژئوفیزیکی به روش‌های مغناطیس‌سنجی، گرانی‌سنجی، مقاومت ظاهری، پتانسیل القایی و نظایر آن توصیه می‌شود. در مورد کانسارهای افشان فاصله نیمرخ‌ها ۲۰ تا ۵۰ متر پیشنهاد می‌شود.

۵-۷- حفريات اکتشافی

در این مرحله حفريات اکتشافی عمیق بر اساس نتایج مطالعات زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی مرحله اکتشاف عمومی انجام می‌شود. مراحل انجام عملیات حفريات اکتشافی عبارتند از:

الف- تهیه طرح شبکه حفر گمانه‌های اکتشافی و احداث راه دسترسی به نقاط حفاری

ب- انجام حفريات اکتشافی به شرح زیر:

- در کانسارهای نوع افشان شبکه حداقل 50×50 متر و به صورت قائم در اعماق ۱۰۰ تا ۲۵۰ متری همراه با برداشت نمودار حفاری و نمونه‌برداری سیستماتیک از هر یک تا دو متر حفاری توصیه می‌شود. برای نمونه‌برداری، مغزه‌ها به وسیله دستگاه برش مغزه به صورت طولی بریده شده و نمونه‌برداری از یک چهارم مغزه انجام می‌شود.

- در کانسارهای رگه‌ای، لایه‌ای و عدسی شکل شبکه حفريات به صورت نیمرخ‌های عمود بر امتداد گسترش کانی‌سازی به فواصل حداقل ۵۰ متر که بر روی آن‌ها گمانه‌های اکتشافی قائم یا شیب‌دار به اعماق ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ متر حفر می‌شود. در مناطق گسلی و خرد شده این شبکه تا 25×25 متر توصیه می‌شود.

- برداشت نمونه مطابق روش بالا توصیه می‌شود.

- مطالعات چاه‌پیمایی، چاه‌نگاری، درزه‌نگاری و مکانیک سنگ بر روی مغزه‌ها انجام گیرد.

۵-۸- آماده‌سازی و انجام تجزیه شیمیایی

آماده‌سازی و انجام آزمایشات تجزیه شیمیایی بر روی نمونه‌ها به صورت نمونه‌های منفرد و یا ترکیبی به روش قال‌گذاری، جذب اتمی، ICP-OES و یا ICP-MS برای تعیین غلظت طلا و عناصر هم‌پارازن انجام می‌گیرد. در مورد کانسارهای پلاسری طلا علاوه

بر روش‌های متداول تجزیه ژئوشیمیایی، به روش‌های مایع سنگین طلا جدا شده و درصد وزنی کانی طلا و سایر کانی‌های با ارزش تعیین می‌شود. در صورتی که طلا به صورت محلول جامد (مانند ذخایر تیپ کارلین) باشد، شناسایی جانشینی و انحلال جامد علاوه بر تجزیه شیمیایی به روش‌های الکترون میکروسکوپی EPMA/SEM و یا فروشویی تشخیصی انجام می‌گیرد. عیار طلا در مرحله تخمین ذخیره حتما باید به روش قال‌گذاری تعیین شود. با توجه به امکان بروز خطا آزمون‌های کنترل کیفیت و تضمین کیفیت داده‌ها حتما باید انجام گیرد.

۵-۹- مطالعات کانی‌شناسی

در این مرحله مطالعات پتروگرافی، کانه‌نگاری، کانی‌شناسی نوری، پراش اشعه ایکس و روش‌های الکترون میکروسکوپی بر روی نمونه‌های برداشت شده از رخنمون‌ها، زون‌های دگرسانی و کانی‌سازی، حفريات سطحی و مغزه‌های اکتشافی انجام می‌شود. شناسایی طلا، تعیین خلوص آن و نحوه درگیری و همراهی آن با سایر کانی‌ها باید طی این مطالعات به دقت تعیین شود.

۵-۱۰- مطالعات فرآوری

در این مرحله فرآوری در مقیاس پیشاهنگ بر روی یک یا دو نمونه معرف از کانسنگ انجام می‌گیرد. در صورتی که کانسنگ دارای بخش اکسیدی و سولفیدی باشد هر یک از این نمونه‌ها جداگانه باید مطالعه شوند.

۵-۱۱- پردازش داده‌ها

در این مرحله بر اساس داده‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی، حفاری، نتایج تجزیه شیمیایی و کانی‌شناسی، مطالعات آماری و زمین‌آماري، شکل، تداوم، توزیع عیار، عیار حد و تخمین ذخیره انجام می‌گیرد و منحنی عیار-تناژ تهیه می‌شود. با در نظر گرفتن پارامترهای اقتصادی، رده‌بندی ذخیره (نشریه شماره ۳۷۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) انجام می‌گیرد. بر اساس مطالعات امکان‌سنجی وضعیت پروژه برای سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری ارزیابی می‌شود.

۵-۱۲- مدلسازی و تخمین ذخیره

در این مرحله بر اساس نتایج مطالعات اکتشافی، مدلسازی انجام و تخمین ذخیره به دو روش کلاسیک و زمین‌آماري انجام می‌گیرد. تفاوت میزان ذخیره و منبع به دو روش باید حدود ده درصد باشد.

۵-۱۳- مطالعات مهندسی پایه

در این مرحله مطالعات ژئوتکنیکی، زمین‌شناسی مهندسی، آب‌شناسی، آب‌زمین‌شناسی و مطالعات لرزه‌خیزی برای ایجاد معدن و زیرساخت‌های آن انجام می‌گیرد.

۱۴-۵- مطالعات زیست محیطی

این مطالعات شامل تعیین عناصر و ترکیبات مضر احتمالی، پیش‌بینی تشکیل زهاب‌های اسیدی، میزان آلودگی منابع آب در محدوده عملیات معدنی به همراه تعیین پتانسیل آلودگی و راه‌های پیشگیری از آن است.

۱۵-۵- تعبیر و تفسیر نتایج

بر اساس مطالعات فنی، اقتصادی، بررسی زیرساخت‌ها، کلیه نتایج تلفیق و وضعیت کانسار مشخص و اقتصادی بودن پروژه برای ادامه عملیات تا بهره‌برداری بررسی می‌شود.

۱۶-۵- ساختار گزارش نهایی مرحله اکتشاف تفصیلی

سرفصل‌ها و بخش‌های مختلف گزارش مرحله اکتشاف تفصیلی طلا به ترتیب زیر توصیه می‌شود:

۱-۱۶-۵- چکیده

چکیده باید شامل خلاصه‌ای از کلیه بررسی‌های انجام شده و نتایج و دستاوردهای پروژه باشد.

۲-۱۶-۵- فهرست‌ها

الف- فهرست مطالب

ب- فهرست شکل‌ها

پ- فهرست جدول‌ها

۳-۱۶-۵- مقدمه

۴-۱۶-۵- خلاصه عملیات انجام شده در مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی

۵-۱۶-۵- اطلاعات کلی منطقه

الف- موقعیت جغرافیایی

ب- وضعیت آب و هوایی

پ- وضعیت زیرساخت‌ها

ت- وضعیت اجتماعی

۶-۱۶-۵- زمین‌شناسی

الف- زمین‌شناسی ناحیه‌ای

- ب- زمین شناسی دقیق محدوده معدنی (محدوده نقشه) شامل چینه شناسی و سنگ شناسی
- پ- نوع، امتداد، شیب و لغزش هر یک از گسل ها و عملکرد آنها در رابطه با کانی سازی
- ت- زمین ساخت محدوده معدنی
- ث- دگرسانی
- ج- کانی سازی (نوع و کنترل کننده های کانی سازی)

۵-۱۶-۷- عملیات اکتشافی

- الف- عملیات نقشه برداری (توپوگرافی و زمین شناسی)
- ب- جاده سازی و ایجاد راه های دسترسی
- پ- طراحی شبکه حفريات شامل ترانشه ها و گمانه های اکتشافی
- ت- برداشت ترانشه ها، گمانه ها و نمونه برداری از آنها
- ث- تفسیر نتایج تجزیه شیمیایی، کانی شناسی، دگرسانی و نظایر آنها
- ج- نتایج برداشت های ژئوفیزیکی
- چ- درزه نگاری و مطالعات مکانیک سنگ بر روی مغزه ها
- ح- چاه پیمایی و چاه نگاری (در صورت نیاز)
- خ- تعیین جرم مخصوص و عیار
- د- نتایج تجزیه شیمیایی و کانی شناسی

۵-۱۶-۸- برآورد ذخیره

- الف- مدلسازی پیکره کانسار و بلوک بندی
- ب- تعیین عیار حد، عیار حد بهینه و منحنی تناژ-عیار
- پ- تخمین ذخیره به روش های کلاسیک و زمین آمار

۵-۱۶-۹- مطالعات آب شناسی و آب زمین شناسی

- الف- بررسی سطح ایستابی، آب های ورودی آبخوان ها و شرایط آب زمین شناسی
- ب- ویژگی های آبخوان ها (مانند قابلیت تراوایی، گسل ها، پدیده های کارستی و آبخوان های تحت فشار)
- پ- کیفیت منابع آب (صنعتی- آشامیدنی)
- ت- تخمین حجم آب ورودی به محدوده معدن در مراحل مختلف معدنکاری

۵-۱۶-۱۰- نتایج مطالعات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک

الف- ویژگی‌های فیزیکی ماده معدنی- باطله و سنگ میزبان (جرم مخصوص، اندازه و پراکندگی دانه‌ها، تخلخل، نفوذپذیری و نظایر آن‌ها)

ب- ویژگی‌های مکانیکی سنگ‌ها در مقیاس آزمایشگاهی و برجا از قبیل مقاومت و تغییر شکل‌پذیری

پ- زون‌بندی مهندسی رفتار سنگ‌ها در محدوده کانسار

۵-۱۶-۱۱- تکمیل و ارایه کلیه داده‌های مورد نیاز برای طراحی استخراج و ارایه خلاصه نتایج طراحی پایه در صورت لزوم**۵-۱۶-۱۲- نتایج مطالعات کانه‌آرایی در مقیاس پیشاهنگ****۵-۱۶-۱۳- نتایج مطالعات امکان‌سنجی****۵-۱۶-۱۴- نتایج مطالعات زیرساخت‌های فرهنگی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی****۵-۱۶-۱۵- نتایج مطالعات زیست‌محیطی**

الف- تعیین عناصر و ترکیبات مضر احتمالی و زهاب اسیدی

ب- تجزیه شیمیایی و مطالعات تعیین آلودگی در محدوده اکتشافی

پ- تعیین منابع آلودگی و راه‌های پیشگیری از آن

۵-۱۶-۱۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

الف- تلفیق کلیه بررسی‌های انجام شده، تعبیر و تفسیر نتایج

ب- نتیجه‌گیری نهایی

پ- پیشنهادات برای تجهیز و بهره‌برداری از کانسار

۵-۱۶-۱۷- فهرست منابع

الف- منابع فارسی

ب- منابع انگلیسی

۵-۱۶-۱۸- پیوست‌ها

الف- لیست نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌ها، مطالعات پتروگرافی، کانی‌شناسی، کانه‌نگاری، مطالعات فرآوری، زمین‌شناسی و ژئوتکنیک (با سربرگ آزمایشگاه معتبر)

ب- نقشه‌ها، نیمرخ‌ها و لاگ‌های حفاری

پ- نقشه آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی

ت- جدول‌ها و نقشه‌های تکمیلی

گزارش به صورت لوح فشرده و کاغذی ارائه شود.

جدول ۵-۱- چک‌لیست مرحله اکتشاف تفصیلی ذخایر طلا

اهداف	مقیاس	نوع عملیات
- نقشه پایه برداشت‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی و تعیین نقاط حفاری - بررسی مشخصات سنگ میزبان و زون معدنی به همراه ضخامت، شیب و جهت شیب و تداوم آن - تعیین حدود سنگ میزبان و واحدهای سنگی دیگر و ارتباط آن‌ها با کانسار	۱:۵۰۰ تا ۱:۱۰۰۰	تهیه نقشه و نیم‌رخ‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی (اصل نقشه و رقمی شده)
تعیین نوع و زون‌بندی مکانی دگرسانی‌های مختلف، تعیین رگه‌های عقیم و باردار، تعیین ساختارهای کنترل‌کننده کانی‌سازی، تعیین ارتباط دگرسانی و کانی‌سازی	۱:۵۰۰ تا ۱:۱۰۰۰	تهیه نقشه دگرسانی و زمین‌شناسی ساختمانی (اصل نقشه و رقمی شده)
تعیین مستقیم و غیرمستقیم حدود کانسار کانی در سطح و در عمق (حضور آنومالی ژئوفیزیکی منسجم و قابل ملاحظه)	۱:۵۰۰ تا ۱:۱۰۰۰	ژئوفیزیک تکمیلی (در صورت نیاز)
تعیین شیب و موقعیت قرارگیری طلا در کانسارهای افشان و تعیین زوناسیون قائم کانی‌سازی و سطح فرسایش		- برداشت سیستماتیک و مطالعات ژئوشیمیایی خاک (در کانسارهای افشان) و لیتوژئوشیمیایی برای ذخایر مرتبط با توده‌های نفوذی
پردازش سریع و با دقت بالا، دسترسی آسان به اطلاعات، تفسیر نتایج و تعیین شبکه حفاری		تهیه بانک اطلاعاتی و تلفیق در محیط GIS: - تهیه بانک اطلاعاتی (توصیفی و مکانی) - مدل تلفیقی بهینه (شاخص همپوشانی، منطق فازی و یا شبکه عصبی) - تعیین انواع لایه‌های شاهد کانی‌سازی در سیستم GIS - اولویت‌بندی لایه‌های اطلاعاتی و وزن دادن به آن‌ها - تهیه نقشه تلفیقی و تعیین حدود کانسار - تعیین شبکه حفاری
تعیین میزان ذخیره و منبع بر اساس نتایج حفاری اکتشافی	۱:۵۰۰ تا ۱:۱۰۰۰	حفاری (ترانشه، چاهک، گمانه و تونل): - چاه‌پیمایی - اندازه‌گیری جرم مخصوص مغزه‌ها - برش و تقسیم مغزه - نمونه‌برداری - حمل نمونه - کنترل تجزیه - آماده‌سازی و روش تجزیه - تعیین دقت نتایج تجزیه شیمیایی - تهیه بانک اطلاعاتی - مدل‌سازی کانسار - مطالعات آماری و زمین‌آماری - منحنی عیار- تناژ - تخمین ذخیره طلا

ادامه جدول ۵-۱- چک لیست مرحله اکتشاف تفصیلی ذخایر طلا

اهداف	مقیاس	نوع عملیات
انتخاب روش فرآوری بهینه و ارایه فلوشیت		مطالعات فرآوری - برداشت نمونه معرف - آماده سازی نمونه - تجزیه شیمیایی برای تعیین عیار طلا و عناصر دیگر - بررسی خصوصیات طلا و انواع کانی های آن - آزمون های ثقلی فرآوری - آزمون های سیانوراسیون - آزمون تشویه - فروشویی های غیرسیانیدی
تعیین و کنترل منابع آلوده کننده		مطالعات زیست محیطی
تصمیم گیری در مورد سرمایه گذاری و بهره برداری	-	تخمین ذخیره و مطالعات فنی و اقتصادی و پیش بینی سرمایه گذاری برای تجهیز و آماده سازی معدن
تامین آب آشامیدنی و صنعتی	-	مطالعات آب شناسی و آب زمین شناسی
ارایه مبانی مورد نیاز برای استخراج و تاسیسات مورد نیاز معدن	-	مطالعات زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک
تعیین روش و برنامه ریزی استخراجی	-	ارایه کلیه داده های مورد نیاز برای طراحی استخراج
ارایه فلوشیت مناسب برای فرآوری و انتخاب تجهیزات	-	نتایج مطالعات کانه آرایی در مقیاس پیشاهنگ
تصمیم گیری برای سرمایه گذاری آتی	-	مطالعات امکان سنجی
ارایه کلیه نتایج	-	تلفیق بررسی های انجام شده و نتیجه گیری نهایی
	-	گزارش نهایی مرحله تفصیلی

عناوین پروژه‌های اکتشاف برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	تعاریف و مفاهیم در فعالیتهای اکتشافی	۳۲۸	-
۲	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف زغال سنگ	۳۵۱	-
۳	دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی	۳۷۹	-
۴	راهنمای ملاحظات زیست‌محیطی در فعالیتهای اکتشافی	۴۹۸	۱۳
۵	دستورالعمل تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی- اکتشافی بزرگ مقیاس رقومی (۱:۲۵۰۰۰)	۵۳۲	۲۰
۶	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف سنگ آهن	۵۳۶	۱۷
۷	علایم استاندارد نقشه‌های زمین‌شناسی	۵۳۹	۲۳
۸	دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ‌مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵۰۰۰)	۵۴۰	۲۴
۹	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف مس	۵۴۱	۲۵
۱۰	فهرست خدمات اکتشافی سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی (باریت، بنتونیت، زئولیت، سلسنتین، سیلیس، فلدسپار، فلونورین)	۵۶۶	۳۶
۱۱	واژه‌ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵۶۷	۳۷
۱۲	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف مس سرب و روی	۵۸۱	۴۰
۱۳	راهنمای مطالعات ژئوفیزیکی اکتشافی به روش‌های مغناطیس‌سنجی، گرانی‌سنجی و لرزه‌نگاری در اکتشافات معدنی	۵۹۴	۲۸
۱۴	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف آنتیموان	۵۹۵	۳۴
۱۵	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی	۵۹۹	۴۳
۱۶	فهرست خدمات و راهنمای مطالعات دورسنجی در اکتشاف مواد معدنی	۶۱۵	۴۵
۱۷	فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف مواد اولیه سیمان	۶۱۷	۴۷
۱۸	فهرست خدمات و دستورالعمل بررسی‌های چاه‌پیمایی	۶۱۸	۴۸
۱۹	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف عناصر نادر خاکی	۶۴۸	۵۱
۲۰	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف قلع	۶۴۹	۵۲
۲۱	دستورالعمل آماده‌سازی و اندازه‌گیری عناصر در سنگ آهن	۶۵۲	۵۴
۲۲	دستورالعمل آماده‌سازی، تهیه نمونه و مطالعات میکروسکوپی و سیالات درگیر برای نمونه‌های اکتشافی	۶۵۵	۵۵
۲۳	دستورالعمل اکتشافات ژئوشیمیایی محیط‌های سنگی در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰	۶۷۱	۶۲
۲۴	دستورالعمل یکسان‌سازی اسامی مواد معدنی	۲۳۱	۶۵
۲۵	راهنمای مطالعات ژئوفیزیکی به روش‌های مقاومت ویژه، پلاریزاسیون القایی، الکترومغناطیسی و پتانسیل خودزا در اکتشاف مواد معدنی	۵۳۳	۶۶
۲۶	دستورالعمل تهیه گزارش پایان عملیات اکتشافی	۴۹۵	۷۰
۲۷	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف طلا	۷۰۳	۷۵
۲۸	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی (پرلیت، دیاتومیت و ورمیکولیت)	در دست تدوین	
۲۹	دستورالعمل آماده‌سازی و اندازه‌گیری غلظت فلزات گرانبها (طلا، نقره و گروه پلاتین)	در دست تدوین	
۳۰	دستورالعمل تهیه طرح اکتشاف مواد معدنی	در دست تدوین	
۳۱	دستورالعمل اکتشاف ناحیه‌ای طلا به روش بلگ	در دست تدوین	
۳۲	دستورالعمل اکتشافات ژئوشیمیایی خاک در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰	در دست تدوین	

عناوین پروژه های کمیته استخراج بر نامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	تعاریف و مفاهیم در فعالیتهای استخراجی	۳۴۰	-
۲	مقررات تهیه در معدن	۳۵۰	-
۳	مقررات فنی آتشیاری در معدن	۴۱۰	-
۴	دستورالعمل تهیه نقشه های استخراجی معدن	۴۴۲	۸
۵	راهنمای ارزشیابی دارایی های معدنی	۴۴۳	۹
۶	دستورالعمل فنی روشنایی در معدن	۴۸۹	۱۰
۷	دستورالعمل امداد و نجات در معدن	۴۸۸	۱۸
۸	راهنمای تهیه گزارش های طراحی معدن	۴۹۶	۱۱
۹	دستورالعمل ترابری در معدن	۵۰۶	۱۴
۱۰	دستورالعمل توزیع هوای فشرده در معدن	۵۳۱	۱۹
۱۱	دستورالعمل طراحی و اجرای سیستم نگهداری تونل های معدنی	۵۳۷	۲۱
۱۲	دستورالعمل تحلیل پایداری و پایدارسازی شیب ها در معدن روباز	۵۳۸	۲۲
۱۳	راهنمای محاسبه قیمت تمام شده در فعالیتهای معدنی	۵۴۲	۲۶
۱۴	دستورالعمل نگهداری و کنترل سقف در کارگاه های استخراج	۵۵۳	۲۹
۱۵	واژه ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵۶۷	۳۷
۱۶	راهنمای آیکشی در معدن	۵۷۳	۳۸
۱۷	دستورالعمل طراحی هندسی بازکننده ها و حفاریات زیرزمینی	۵۷۹	۴۱
۱۸	راهنمای ملاحظات زیست محیطی در فعالیتهای استخراجی	۶۱۱	۴۴
۱۹	راهنمای ارزیابی و کنترل پیامدهای ناشی از انفجار در معدن	۶۱۶	۴۶
۲۰	راهنمای انتخاب روش استخراج ذخایر معدنی	۶۲۳	۴۹
۲۱	دستورالعمل تعیین مرز تغییر روش استخراج از روباز به زیرزمینی	۶۲۵	۵۰
۲۲	دستورالعمل کاربرد روش های عددی در طراحی ژئومکانیکی معدن	۶۵۶	۵۶
۲۳	راهنمای ارزیابی ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE) در معدن	۶۶۹	۶۰
۲۴	راهنمای امکان سنجی پروژه های معدنی	۵۵۸	۶۴
۲۵	دستورالعمل پر کردن کارگاه های استخراج معدن زیرزمینی	۲۸۳	۶۹
۲۶	راهنمای محاسبه بار و توزیع برق در معدن	۳۰۴	۷۱
۲۷	دستورالعمل گاززدایی در معدن زغال سنگ	۷۰۹	۷۶
۲۸	راهنمای ابزاربندی و رفتارنگاری در معدن روباز	در دست تدوین	
۲۹	دستورالعمل کنترل رقیق شدگی در معدن	در دست تدوین	
۳۰	راهنمای ارزیابی و کنترل نشست در معدن	در دست تدوین	
۳۱	دستورالعمل بازرسی و تعمیر سیستم های نگهداری در حفاریات معدنی	در دست تدوین	
۳۲	علائم استاندارد نقشه های استخراجی معدن	در دست تدوین	
۳۳	دستورالعمل ابزاربندی و رفتارنگاری در معدن روباز	در دست تدوین	
۳۴	راهنمای مکان یابی و جانمایی تاسیسات و تجهیزات در معدن روباز	در دست تدوین	
۳۵	راهنمای طراحی و احداث شبکه های زیرزمینی معدن	در دست تدوین	
۳۶	راهنمای متری و برآورد در فعالیتهای استخراج معدنی	در دست تدوین	

عناوین پروژه‌های فرآوری برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	راهنمای اکتشاف، استخراج و فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما	۳۷۸	-
۲	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های کانه‌آرایی	۴۴۱	۷
۳	فهرست خدمات طراحی پایه واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری مواد معدنی	۴۹۷	۱۲
۴	علائم استاندارد نقشه‌های کانه‌آرایی	۵۰۸	۱۵
۵	راهنمای نرم‌افزاری علائم استاندارد نقشه‌های کانه‌آرایی مواد معدنی	۵۰۸	۲۷
۶	دستورالعمل مکان‌یابی واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری	۵۱۵	۱۶
۷	ضوابط انجام آزمایش‌های کانه‌آرایی در مقیاس آزمایشگاهی، پایه و پیشاهنگ	۵۴۴	۳۱
۸	راهنمای محاسبه تعیین ظرفیت ماشین‌آلات و تجهیزات واحدهای کانه‌آرایی	۵۴۵	۳۲
۹	راهنمای انباشت مواد باطله در واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری	۵۵۹	۳۳
۱۰	راهنمای سنگ‌جوری مواد معدنی به روش‌های دستی یا خودکار	۵۵۴	۳۰
۱۱	راهنمای حمل و نقل مواد معدنی در مدارهای کانه‌آرایی	۵۶۴	۳۹
۱۲	شناسایی مواد معدنی و آزادسازی آن‌ها در کانه‌آرایی	۵۶۵	۳۵
۱۳	واژه‌ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵۶۷	۳۷
۱۴	ضوابط و معیارهای انتخاب آسیای خودشکن و نیمه‌خودشکن	۵۸۰	۴۲
۱۵	دستورالعمل کنترل و خنثی‌سازی آرسنیک، سولفید و سیانید در آزمایشگاه‌های فرآوری	۶۵۱	۵۳
۱۶	دستورالعمل نمونه‌برداری در کانه‌آرایی	۶۶۰	۵۷
۱۷	راهنمای تعیین شاخص خردایش در آسیاهای مختلف	۶۶۱	۵۸
۱۸	راهنمای آزمایش‌های جدایش ثقلی در مقیاس آزمایشگاهی	۶۶۲	۵۹
۱۹	راهنمای انتخاب مدار خردایش مواد معدنی	۶۷۰	۶۱
۲۰	راهنمای افزایش مقیاس در واحدهای کانه‌آرایی	۶۷۲	۶۳
۲۱	راهنمای آزمایش‌های خشک‌کردن، تشویه و تکلیس در مقیاس آزمایشگاهی	۳۷۲	۶۷
۲۲	راهنمای پذیرش و نگهداری نمونه‌های معدنی در آزمایشگاه کانه‌آرایی	۶۸۰	۶۸
۲۳	راهنمای پوشش و تجهیزات حفاظتی کارکنان در واحدهای کانه‌آرایی	۵۱۴	۷۲
۲۴	راهنمای مخلوط‌سازی بار ورودی در کارخانه‌های فرآوری مواد معدنی	۵۷۲	۷۳
۲۵	فهرست کنترل کیفی بار ورودی، مواد در گردش و محصولات واحدهای کانه‌آرایی	۷۰۸	۷۷
۲۶	فهرست خدمات مهندسی تفصیلی واحدهای کانه‌آرایی	در دست تدوین	
۲۷	دستورالعمل دانه‌بندی مواد معدنی	در دست تدوین	
۲۸	راهنمای محاسبات در آزمایش‌های کانه‌آرایی	در دست تدوین	
۲۹	راهنمای آماده‌سازی نمونه در آزمایشگاه کانه‌آرایی	در دست تدوین	
۳۰	راهنمای فنی کنترل و پایش تجهیزات فرآوری	در دست تدوین	
۳۱	راهنمای آزمایش‌های هیدرومتالورژی در مقیاس آزمایشگاهی	در دست تدوین	

Islamic Republic of Iran
Ministry of Industry, Mine and Trade

Mining Technical Criteria Benchmarking Program

List of Services for Gold Exploration

(Publication No. 703)
of
(Management and Planning Organization)

75

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

Published by
Iranian Mining Engineering Organization
<http://www.ime.org.ir>

2015