

جمهوری اسلامی ایران
وزارت صنعت، معدن و تجارت

برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

شماره ردیف نشریه در انتشارات
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور

۵۹۹



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

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



انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن
(شماره ثبت ۹۹۶۶)

عنوان و نام پدیدآور :	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف کانی ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی / وزارت صنعت، معدن و تجارت، معاونت امور معادن و صنایع معدنی، برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن؛ [برای] معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
مشخصات نشر :	تهران : انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن ایران، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری :	۸۰ص. : جدول.
فروست :	انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن؛ ۴۳.
شابک :	انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور؛ ۵۹۹.
وضعیت فهرست‌نویسی :	۹۷۸-۶۰۰-۶۴۲۲-۱۷-۶
موضوع :	۹۷۸-۶۰۰-۶۴۲۲-۱۷-۶
موضوع :	فیفا
موضوع :	اکتشافهای زیر زمینی
موضوع :	سنگ‌های قیمتی
موضوع :	سنگ معدن
شناسه افزوده :	ایران. ریاست جمهوری. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
شناسه افزوده :	ایران. وزارت صنعت، معدن و تجارت. معاونت امور معادن و صنایع معدنی
شناسه افزوده :	ایران. وزارت صنعت، معدن و تجارت. دفتر نظارت و بهره‌برداری. برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن
شناسه افزوده :	انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن.
رده‌بندی کنگره :	۱۳۹۱ ف ۹۶ ۲۷۰ TN
رده‌بندی دیویی :	۶۲۲/۱
شماره کتابشناسی ملی :	۳۰۸۳۶۷۸

978-600-6422-17-6

شماره شابک ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۲۲-۱۷-۶

فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

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 : ۹۸/۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار : زمستان ۱۳۹۱

چاپ و صحافی : طراحان نصر

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



وزارت صنعت، معدن و تجارت

تاریخ: ۱۵/۱۲/۹۱

شماره: ۷۷۰۳۱۶-۶

بوست:

ابلاغیه

به استناد ماده ۷۱ آیین‌نامه اجرایی قانون معادن مصوب سال ۱۳۷۷ و بر پایه مفاد ماده ۳۲ قانون نظام مهندسی معدن مصوب سال ۱۳۸۱، تدوین 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 کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی که به استناد مواد قانونی فوق‌الذکر تدوین شده است، توسط معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهوری نیز با شماره ۵۹۹ در نوبت انتشار قرار دارد.

مقررات موضوع این نشریه به مدت یک سال از زمان انتشار 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 فوق این مقررات یا اصلاح و تکمیل شده آن، از تاریخ ۱۳۹۲/۷/۱ لازم الاجرا خواهد بود.

وجیهه ا... 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 از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. 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 و بهره‌برداری وزارت صنعت، معدن و تجارت با همکاری اساتید، صاحب‌نظران، متخصصان، دست‌اندرکاران بخش معدن کشور و با همکاری دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری و به استناد ماده ۷۱ آیین‌نامه اجرایی قانون معادن، مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۸۵/۴/۲۰ هیات 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 کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی" 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.

شورای عالی برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

مجری طرح

وجیهه... جعفری 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- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
بهروز برنا	کارشناس مهندسی معدن- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
وجیهه... جعفری	کارشناس مهندسی معدن- وزارت صنعت، معدن و تجارت
عبدالعلی حقیقی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
ناصر عابدیان	کارشناس ارشد مهندسی معدن- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
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

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

اعضای کارگروه تنظیم و تدوین به ترتیب حروف الفبا

مهدی ایران‌نژاد	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی- دانشگاه صنعتی امیرکبیر
مصطفی شریف‌زاده	دکترای مهندسی مکانیک سنگ- دانشگاه صنعتی امیرکبیر
علیرضا غیاثوند	کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی- وزارت صنعت، معدن و تجارت
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن- دانشگاه صنعتی امیرکبیر
بهزاد مهرابی	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی- دانشگاه تربیت معلم

پیش‌نویس این گزارش توسط آقای دکتر منصور قربانی تهیه شده و پس از بررسی و تایید توسط کارگروه اکتشاف، به تصویب شورای عالی برنامه رسیده است.

مقدمه

ویژگی‌هایی که باعث می‌شود یک سنگ، کانی و یا ماده معدنی یا غیرمعدنی، در رده کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی قرار گیرد شامل زیبایی، رنگ، شفافیت، درخشش، استحکام، کمیاب بودن، ساخت و بافت، قابلیت تراش و پرداخت است. کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی خصوصیتی از جمله زیبایی رنگ، شفافیت، کمیاب بودن، دوام و سختی بالا دارند و شامل الماس، زمرد، یاقوت سرخ، یاقوت کبود، توپاز و بریل هستند. کانی‌ها و سنگ‌های نیمه‌قیمتی فاقد تمام و یا قسمتی از خصوصیات کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی هستند، اما به دلیل زیبایی رنگ مورد توجه قرار می‌گیرند.

اکتشاف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی در چهار مرحله شناسایی، پی‌جویی، اکتشاف عمومی و اکتشافات تفصیلی انجام می‌شود. در مواردی مراحل شناسایی و پی‌جویی با هم و تحت عنوان مرحله پی‌جویی انجام می‌شود و مراحل اکتشاف عمومی و تفصیلی نیز می‌تواند در یک مرحله و با استانداردهای اکتشاف تفصیلی انجام شود. این نشریه با عنوان "**فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی**" ویژگی‌های کلی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی به همراه معیارهای شناخت و فهرست خدمات اکتشاف آن‌ها را در مراحل چهارگانه اکتشافی ارائه می‌کند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول- کلیاتی در مورد کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی
۳	۱-۱- آشنایی
۳	۱-۲- تعریف، رده‌بندی و ویژگی‌های کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی
۴	۱-۳- انواع تراش
۴	۱-۳-۱- تراش تخت
۵	۱-۳-۲- تراش ساده
۵	۱-۳-۳- تراش مرکب
۶	۱-۴- انواع کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی
۷	۱-۵- ویژگی‌های کانی‌شناسی و زمین‌شناسی
۱۵	فصل دوم- انواع ذخایر کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی
۱۷	۱-۲- آشنایی
۱۷	۱-۲-۲- شرایط کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی
۱۸	۱-۲-۲-۱- ذخایر ماگمایی
۱۸	۱-۲-۲-۲- ذخایر دگرگونی
۱۹	۱-۲-۲-۳- ذخایر رسوبی
۱۹	۱-۲-۲-۴- ذخایر با منشأ آلی
۲۰	۱-۳-۲- گسترش کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی در زون‌های ساختاری ایران
۲۰	۱-۳-۲-۱- زون‌های ساختاری زاگرس
۲۰	۱-۳-۲-۲- زون البرز
۲۱	۱-۳-۲-۳- زون ایران مرکزی
۲۱	۱-۳-۲-۴- زون شرق ایران
۲۱	۱-۳-۲-۵- زون سندج- سیرجان
۲۱	۱-۴-۲- پتانسیل‌های شناخته شده در استان‌ها
۲۳	فصل سوم- معیارها و راهنماهای اکتشافی در کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی
۲۵	۱-۳- آشنایی
۲۵	۱-۳-۲- معیارهای زمین‌شناسی
۲۵	۱-۳-۳- معیارهای ژئوشیمیایی
۲۶	۱-۳-۴- معیارهای تاریخی
۲۶	۱-۳-۵- معیارهای ژئوفیزیکی
۲۷	۱-۳-۶- معیارهای دورسنجی
۲۸	۱-۳-۷- معیارهای آزمایشگاهی و کارگاهی
۲۸	۱-۳-۷-۱- روش‌های شناسایی
۲۸	۱-۳-۷-۲- ابزارهای شناسایی

۳۱	فصل چهارم - فهرست خدمات مرحله شناسایی
۳۳	۱-۴- آشنایی
۳۳	۲-۴- جمع‌آوری اطلاعات
۳۳	۳-۴- مطالعات دفتری و ارزیابی اطلاعات موجود
۳۴	۴-۴- بازدیدهای صحرایی اولیه
۳۵	۵-۴- مطالعات آزمایشگاهی و کارگاهی در مرحله شناسایی
۳۵	۶-۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها
۳۵	۷-۴- تهیه گزارش مرحله شناسایی
۴۱	فصل پنجم - فهرست خدمات مرحله پی‌جویی
۴۳	۱-۵- آشنایی
۴۳	۲-۵- جمع‌آوری اطلاعات
۴۳	۳-۵- مطالعات و بررسی‌های دفتری
۴۴	۴-۵- عملیات صحرایی
۴۵	۵-۵- مطالعات آزمایشگاهی و کارگاهی
۴۵	۶-۵- گزارش نهایی مرحله پی‌جویی
۵۱	فصل ششم - فهرست خدمات مرحله اکتشاف عمومی
۵۳	۱-۶- آشنایی
۵۳	۲-۶- جمع‌آوری داده‌ها
۵۴	۳-۶- مطالعات و بررسی‌های دفتری
۵۴	۴-۶- عملیات اکتشافی
۵۴	۵-۶- پردازش داده‌ها و تلفیق آن‌ها
۵۵	۶-۶- ساختار گزارش نهایی
۵۹	فصل هفتم - فهرست خدمات مرحله اکتشاف تفصیلی
۶۱	۱-۷- آشنایی
۶۱	۲-۷- جمع‌آوری اطلاعات
۶۱	۳-۷- مطالعات و بررسی‌های دفتری
۶۱	۴-۷- عملیات صحرایی
۶۲	۵-۷- مطالعات آزمایشگاهی
۶۲	۶-۷- مطالعه و پردازش داده‌ها
۶۳	۷-۷- ساختار گزارش نهایی

فصل ۱

کلیاتی در مورد کانی‌ها و

سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

۱-۱- آشنایی

کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی موادی هستند که از دیرباز، ارزشمند بوده‌اند و به عنوان زیورآلات به کار گرفته شده‌اند. علاوه بر مصارف زینتی، این مواد در صنعت نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند و بعضی از آن‌ها در صنعت با روش مصنوعی نیز تهیه می‌شوند.

از حدود ۴۰۰۰ کانی شناخته شده تنها ۱۰۰ کانی وجود دارد که در ردیف جواهرات قرار می‌گیرند. برخی از این کانی‌ها بومی یک سرزمین و متعلق به یک کشور هستند. مثلاً چین با یشم، افغانستان با لعل و لایس لازولی، تانزانیا با تانزانیت، بولیوی با بولینیت، برزیل با آمازونیت، زیمباوه با وردانیت، ایران با فیروزه و مروارید، کلمبیا با زمرد، کنگو با دیوپتاز و آفریقای جنوبی با الماس شناخته می‌شوند.

۱-۲- تعریف، رده‌بندی و ویژگی‌های کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی

ویژگی‌هایی که باعث می‌شود یک سنگ، کانی و یا ماده معدنی یا غیرمعدنی، در رده کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی قرار گیرد عبارتند از:

- زیبایی، رنگ، شفافیت و درخشش

- استحکام

- کمیاب بودن

- ساخت و بافت

- قابلیت تراش و پرداخت

کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی ذاتاً ارزش دارند و از چند قیراط تا بیشتر قابل عرضه به بازار هستند. این دسته از مواد معدنی با اندکی فرآوری در آن‌ها مانند تراش، پرداخت، رنگ‌آمیزی و نظایر آن‌ها چندین برابر ارزش افزوده پیدا می‌کنند.

کانی‌ها و سنگ‌های نیمه‌قیمتی عموماً به صورت سنگ‌جوری و محصولات جانبی معادن وارد بازار می‌شوند. کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی در مقایسه با سایر مواد معدنی روش پی‌جویی متفاوتی دارند. سهولت در جابه‌جایی و حمل و نقل از جمله امتیازات این کانی‌ها است.

از دیگر موارد ارزشمندی این مواد معدنی هزینه پایین ایجاد کارگاه‌های تراش و پرداخت آن‌ها است. همچنین در مورد این نوع از مواد معدنی مشکلات زیست‌محیطی در هنگام استخراج و فرآوری آن‌ها کمتر است.

الف- کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی: کانی‌ها و سنگ‌هایی که خصوصیتی از جمله زیبایی رنگ، شفافیت، کمیاب بودن، دوام و سختی بالا دارند و شامل الماس، زمرد، یاقوت سرخ، یاقوت کبود، توپاز و بریل هستند.

ب- کانی‌ها و سنگ‌های نیمه‌قیمتی: آن دسته از کانی‌ها و سنگ‌هایی که فاقد تمام و یا قسمتی از خصوصیات کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی هستند، اما به دلیل زیبایی رنگ مورد توجه هستند.

گوهر ۱ که به عنوان کانی یا سنگ قیمتی یا نیمه‌قیمتی تعریف می‌شود پس از پرداخت، پولیش و تراش به عنوان جواهر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در پاره‌ای از موارد سنگ‌های خاصی همچون لاپیس‌لازولی و کانی‌های آلی همچون کهربا با اینکه کانی نیستند اما به عنوان جواهر به کار می‌روند.

این رده‌بندی جامع نیست زیرا اگر ارزش اقتصادی مینا قرار گیرد، برای این کار مرزی نمی‌توان مشخص کرد و چه بسا یک سنگ قیمتی یا نیمه‌قیمتی با کاری که یک هنرمند روی آن انجام می‌دهد، بهایی بیش از الماس پیدا کند. بنابراین، علاوه بر نوع کانی و ذات آن، نوع تراش و پرداخت هم در ارزشمند شدن کانی مهم است.

۱-۳- انواع تراش

کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی در اثر پرداخت ارزش افزوده قابل توجهی پیدا می‌کنند. عمل تراش و نوع تراش که بر روی یک کانی یا سنگ خام انجام می‌گیرد سنگ یا کانی را ارزشمند می‌سازد.

انواع تراش‌ها که بر روی سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی انجام می‌گیرد به سه گروه تراش تخت^۲، تراش ساده^۳ و تراش مرکب^۴ تقسیم می‌شوند.

۱-۳-۱- تراش تخت

این تراش معمولا در مورد کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و شفاف به کار می‌رود و دو نوع متداول آن تراش برلیان (مخصوص الماس) و تراش پله‌ای یا زمردگونه است (شکل ۱-۱).

- تراش هشت صفحه‌ای: این تراش مخصوص بلورهای بسیار ریز الماس است. نگین‌هایی که حدود ۳۰۰ تا ۵۰۰ عدد از آن‌ها یک قیراط وزن داشته باشد.

- تراش رز: تراشی بدون صفحه اصلی تاج و صفحات زیرین پاپیلیون است. تعداد صفحات و زوایای آن نسبت به هم متغیر است. امروزه این تراش به دلیل جلای کمی که ایجاد می‌کند، چندان مورد استفاده نیست.

- تراش پله‌ای: از صفحات موازی با لبه‌های نگین که از حلقه کمربندی به طرف بالا و پایین با شیب تند تراشیده می‌شود و قسمت تحتانی نگین اغلب دارای سطوح بیشتری است. از این تراش بندرت در تراش الماس استفاده می‌شود.

- تراش زمردگونه: نوعی از تراش پله‌ای است. دارای صفحات هشت ضلعی بوده و خاص تراش زمرد است.

- تراش مسطح: ساده‌ترین نوع تراش پله‌ای است و برای درست کردن مهر و انگشترهای ساده برای آقایان به کار می‌رود.

1- Gem or gemstone

2- Faceted cut

3- Plain cut

4- Mined cut

۱-۳-۲- تراش ساده

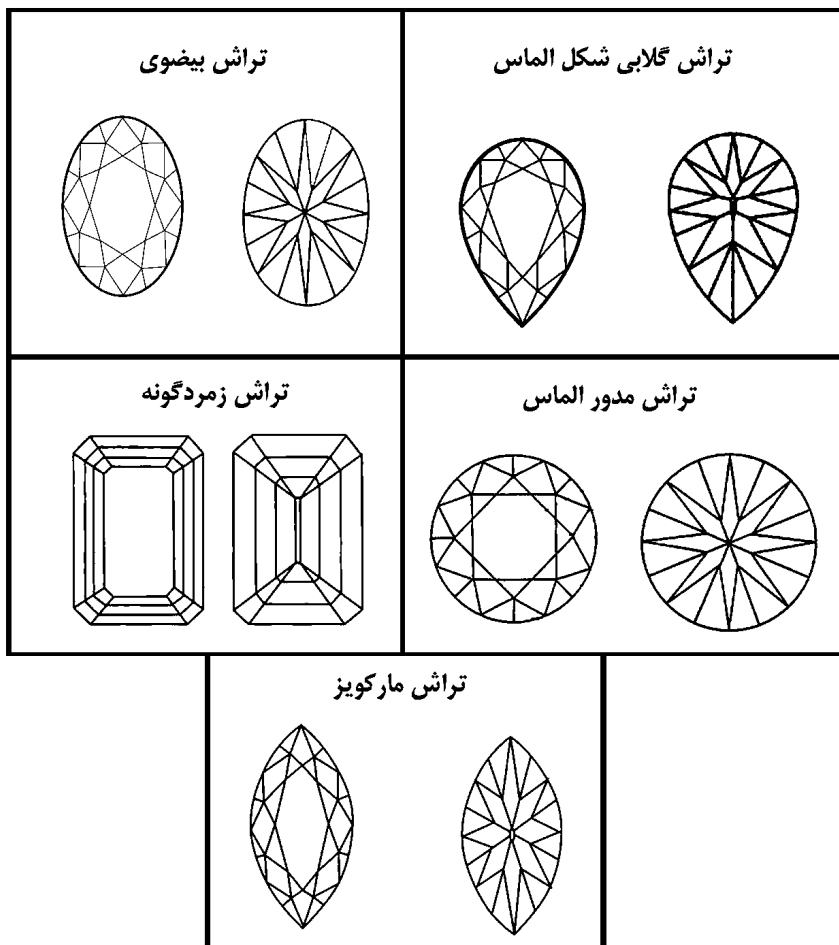
به شکل یک صفحه صاف یا انحنادار (کابوشن) است که قسمت بالایی آن گنبدی شکل است این تراش برای عقیق و سنگ‌های مات مناسب است.

تراش کابوشن: قدیمی‌ترین نوع تراش است. مهم‌ترین نوع تراش ساده است. قسمت بالایی آن گنبدی شکل و قسمت تحتانی آن صاف و یا تا حدودی محدب است. این تراش خاص کانی‌ها و سنگ‌های کدر است.

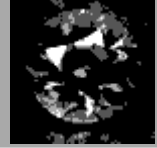

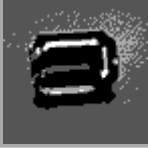
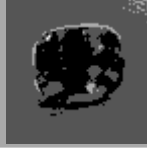




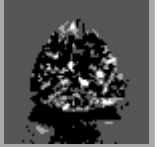
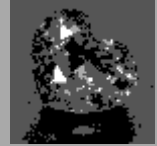

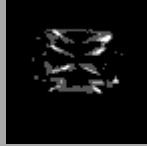

۱-۳-۳- تراش مرکب

قسمت بالایی نگین دارای یک صفحه بزرگ و مسطح است و قسمت پایینی دارای صفحات متعدد است یا به صورت برعکس یعنی در بالا صفحات متعدد و در پایین از یک صفحه تشکیل شده است. این نوع تراش مناسب برای تراش یاقوت سرخ و زمرد است.

شکل ۱-۲ برخی از اشکال و تراش‌های کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱- برخی از تراش‌های رایج در مورد کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

				
مدور الماس گونه ^۱	تراش بیضوی ^۲	تراش زمردی (نوع مستطیلی) ^۳	تراش بالشتکی (بالشتک باستانی) ^۴	تراش چهارگوش ^۵
				
تراش پرنسس ^۶	تراش کابوشن ^۷	تراش گلابی شکل ^۸	تراش مارکوئز ^۹	تراش تریلیانت ^{۱۰}
				
تراش قلبی شکل ^{۱۱}	تراش بافتاپ ^{۱۲}	تراش لبه‌های متضاد ^{۱۳}	تراش شعاعی ^{۱۴}	دانه‌های تسبیح ^{۱۵}

شکل ۱-۲- برخی از اشکال و تراش‌های کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

۱-۴- انواع کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی متنوعی در دنیا وجود دارند که در دسته‌های مختلف رده‌بندی می‌شوند. در این نشریه به مهم‌ترین کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی اشاره می‌شود و ویژگی‌هایی که در شناخت و اکتشاف آن‌ها مفید است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس به انواع کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی که در ایران یافت می‌شوند، اشاره خواهد شد. مهم‌ترین کانی‌هایی که در گروه کانی‌های قیمتی قرار می‌گیرند، عبارتند از:

- الماس

- یاقوت

- 1- Round brilliant
- 2- Oval
- 3- Emerald cut (Rectangular step-Cut)
- 4- Cushion cut (Antique cushion)
- 5- Square cut
- 6- Princess cut
- 7- Cabochon
- 8- Pear shape
- 9- Marquise (Navette)
- 10- Trilliant cut
- 11- Heart shape
- 12- Buff top (cabochon top and faceted bottom)
- 13- Opposed bar
- 14- Radiant cut
- 15- Beads

- یاقوت سرخ

- یاقوت کبود (سافیر)

- توپاز

- بریل (زمرد)

- فیروزه

- لعل

کانی‌ها و سنگ‌های نیمه‌قیمتی در جدول ۱-۱ دسته‌بندی شده‌اند.

جدول ۱-۱- دسته‌بندی کانی‌ها و سنگ‌های نیمه‌قیمتی

سنگ‌های نیمه‌قیمتی	کانی‌های نیمه‌قیمتی	
ابسیدین	کوارتز (دُر کوهی)	گروه سیلیس
	آگات‌ها (عقیق)	
	آمتیست (گمست)	
دونیت	گروه گارنت	
یشم	گروه تورمالین	
ژاسپروئید	سیلیکات‌های آلومین (آندالوزیت، دیستن و سیلیمانیت)	
	گروه اپیدوت	
مرجان (سنگ آلی)	دمورتیریت	
	پلیمرهای TiO_2	
آمازونیت	فلوئوریت	
	اسپینل (کرومیت و منیتیت)	
کربنات منگن‌دار	فلدسپات	
	پیروکسن‌ها	
ردوکروزیت	زیرکن	
	کربنات‌های مس (مالاکیت و آزوریت)	
تانزانیت، لاپیس لازوریت، بولونیت، دیوپتاز، واریسایت	اسپات ایسلند	
	گروه مواد آلی (کهربا و شبق)	

*خیلی از سنگ‌ها هستند که رنگ زیبا داشته و می‌توانند هنگام پرداخت توسط هنرمندان گوهرتراش یا مجسمه‌تراش ارزش قیمتی یا نیمه‌قیمتی پیدا کنند.

۱-۵- ویژگی‌های کانی‌شناسی و زمین‌شناسی

در جدول ۱-۲ ویژگی‌های کلی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی به همراه معیارهای شناخت و اکتشاف آن‌ها آورده شده است. در جدول ۱-۳ چک‌لیست انواع کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی آورده شده است.

جدول ۱-۲- مشخصات کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

نام فارسی	رنگ	ضرب شکست	رخ	سختی در مقیاس موس	سیستم تبلور	جرم مخصوص	محیط پیدایش	کانی‌های همراه	پراکندگی جغرافیایی	کانی مشابه
اپیدوت ^۱	سبز مغز پسته‌ای تا سبز مایل به زرد	۱٫۷۱۴-۱٫۷۷۶	کامل در یک جهت	۶-۷	منوکلینیک	۳٫۴	در شرایط دگرگونی ناحیه‌ای رخساره اپیدوت- آمفیبولیت، بخش بالایی رخساره شیست سبز	گارنت‌های سرشار از کلسیم، دیوپسید، وزوویانیت، کلسیت	اتریش، فرانسه، ایتالیا، آمریکا، آلاسکا، ایران (قم- خمین- گلپایگان)، مکزیک، اتریش، نروژ، موزامبیک	زوئیزیت، تانزانیت، ایدوکراز
اسپسارتین ^۲ (گارنت)	قهوه‌ای مایل به قرمز، نارنجی	۱٫۷۹۵-۱٫۸۱۵	ناقص	۷-۷٫۵	کوبیک	۴٫۱۲-۴٫۲	برخی پگماتیت‌ها، در محیط‌های اسکارنی، شیست میکادار، شیست هورنبلنددار، گنایس	استارولیت، کلرینوئید، آمفیبول، فلدسپات، آلکان، اکتینولیت	سریلانکا، آمریکا، جمهوری ماداگاسکار، سوئد، شمال سمنان	اسپینل، شیشه
اسپودومن	آبی، زرد تا سبز (بنفش: کونزیت، سبز زمردی: هیدنیت)، سفید، خاکستری، صورتی	۱٫۶۵-۱٫۶۸	تعداد رخ‌ها کامل	۶٫۵-۷	منوکلینیک	۳٫۱۳-۳٫۲	پگماتیت‌های سرشار از لیتیم	بیوتیت، تورمالین، فلدسپات، کوارتز	برزیل، ماداگاسکار، برمه، کانادا، شوروی سابق، آمریکا	ایوکریبتیت
آگات ^۳ (عقیق)	خاکستری، قهوه‌ای، صورتی، بی‌رنگ	۱٫۵۳۰-۱٫۵۴۳	ندارد.	۷	تری‌گونال	۲٫۵۸-۲٫۶۴	در شکاف و حفره سنگ‌های آذرین بیرونی	اپال، زئولیت، کوارتز، میکاها	آلمان، آمریکا، اروگوئه، هند، چین، مکزیک، ایتالیا، ماداگاسکار، اسکاتلند، مصر، ایران	شیشه، پلاستیک، اونیکس، مکزیک

1- Epidote ($\text{Ca}_2(\text{Al-Fe})\text{Al}_2[\text{O/OH/Si}_4/\text{Si}_2\text{O}_7]$)2- Spessartine ($\text{Mn}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$)3- Agate (SiO_2)

ادامه جدول ۱-۲- مشخصات کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

نام فارسی	رنگ	ضریب شکست	رخ	سختی در مقیاس موس	سیستم تبلور	جرم مخصوص	محیط پیدایش	کانی‌های همراه	پراکندگی جغرافیایی	کانی مشابه
آلماندن ^۱ (گارنت)	قرمز با زمینه بنفش	۱٫۷۸-۱٫۸۱	ناقص	۷٫۵	کوبیک	۳٫۹۵-۴٫۲۰	دگرگونی، پگماتیت‌ها، گارنت شیست‌ها، گارنت (معمولا در سنگ‌های دگرگونی در نتیجه دگرگونی ناحیه‌ای ایجاد می‌شوند)	استارولیت، کلریتوئید، آمفیبول، فلدسپات آلکالن، اکتینولیت	سريلانکا، هند، افغانستان، برزیل، اتریش، چک و اسلواکی	اسپینل، گارنت، پیروپ
آمتیست ^۲	بنفش	۱٫۵۵	ندارد.	۷	تری‌گونال	۲٫۶۶-۲٫۸۶	در پگماتیت‌ها و رگه‌های هیدروترمال، به صورت ژئود	گروه کوارتز	برزیل، اورال، روسیه، کانادا، سريلانکا، هند، ماداگاسکار، اروگوئه، آمریکا، زامبیا، آلمان، استرالیا، در داخل پاره‌ای از آندزیت‌ها در ایران	بریل، فلوریت، کنریت، اسپینل، توپاز، تورمالین
آندرادیت ^۳ (گارنت)	سبز مایل به زرد، (نوع سبز زمردی، دما توئید)	۱٫۸۶-۱٫۸۹	چند سری ناقص	۶٫۵-۷	کوبیک	۳٫۸۴	سنگ‌های دگرگونی، سنگ‌های آهکی ناخالص دگرگون شده	استارولیت، کلریتوئید، آمفیبول، فلدسپات آلکالن، اکتینولیت	ایتالیا، نروژ، آمریکا، آلمان، شوروی سابق	سایر گارنت‌ها، گروسولار، پریدوت، زمرد، اسپینل، تورمالین، ایدوکرز
بریل ^۴	قرمز، بنفش	۱٫۵۶-۱٫۵۹	ناقص یا ندارد.	۷٫۵-۸	هگزاگونال	۲٫۸-۲٫۶۵	در سنگ‌های گرانیتی یا در پگماتیت‌ها، به ندرت در شیست‌های دگرگونی ناحیه‌ای، شیست میکادار و همراه با کانی‌های قلع، گرابزن و رخساره‌های دما بالای بیوتیت شیست	کوارتز، تورمالین، توپاز، میکای، لیتیم‌دار، کاسیتريت، اسپودومن، کلومبیت، تانتالیت	برزیل، افغانستان	کوردیریت، تورمالین

1- Almandine ($\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$)2- Amethyst (SiO_2)3- Andradite ($\text{CaFe}_2(\text{SiO}_4)_3$)4- Beryl ($\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$)

ادامه جدول ۱-۲- مشخصات کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

نام فارسی	رنگ	ضریب شکست	دخ	سختی در مقیاس موس	سیستم تبلور	جرم مخصوص	محیط پیدایش	کانی‌های همراه	پراکندگی جغرافیایی	کانی مشابه
آکوامارین ^۱ (بریل)	آبی، سبز، آبی روشن	۱٫۵۶-۱٫۵۹	ناقص	۷٫۵-۸	هگزگونال	۲٫۶۵-۲٫۸	در سنگ‌های گرانیتی یا در پگماتیت‌ها، به ندرت در شیست‌های دگرگونی ناحیه‌ای، شیست‌های میکادار و همراه با کانه‌های قلع، نهشته‌های هیدروترمال دما بالا (گرایزن)، رخساره‌های متوسط تا بالای بیوتیت‌شیست	کوارتز، تورمالین، توپاز، میکای لیتیم‌دار و کاسیتريت، اسپودومن، کلومبیت، تانتالیت	برزیل (میناس گراس، باهینا، اسپرتیوسانتو)، ایتالیا، ماداگاسی، کوه‌های اورال روسیه، هند، ایرلند، ایران (همدان، گرانت مشهد در حوالی خواجه مراد)، افغانستان	توپاز آبی، کیانیت، توپاز، تورمالین، زیرکن
زمرد ^۲ (بریل)	سبز، زرد	۱٫۵۸۲-۱٫۵۷۶	ندارد	۷٫۵-۸	هگزگونال	۲٫۶۷-۲٫۷۸	در سنگ‌های گرانیتی یا در پگماتیت‌ها، به ندرت در شیست دگرگونی ناحیه‌ای، شیست میکادار، همراه با کانی‌های قلع، گرایزن، رخساره‌های دما بالای بیوتیت‌شیست	کوارتز، تورمالین، توپاز، میکای لیتیم‌دار، کاسیتريت، اسپودومن، کلومبیت، تانتالیت	(معادن موزو) و زمرد شبور (کلمبیا)، برزیل (باهیا، گویاس، میناس گراس)، زیمباوه، آفریقای جنوبی، هند، افغانستان	دمانتوئید، دیوپسید، پریدوت، تورمالین سبز، گارنت سبز
توپاز ^۳	بی‌رنگ، زرد مایل به قرمز، زرد عسلی، قهوه‌ای طلایی، نارنجی، صورتی، آبی	۱٫۶۱-۱٫۶۹	کامل	۸	اورترومبیک	۳٫۴-۳٫۶	پگماتیت‌های وابسته به توده‌های نفوذی اسیدی تا متوسط، پگماتیت‌های غنی از مواد فومرولی، کاوک‌های گدازه‌های ریولیتی، رگه‌های هیدروترمالی، پگماتیت‌های گرانیتی، گرایزن، به دلیل سختی بالا در پلاسرها	تورمالین، بریل، کاسیتريت، کوارتز، میکا، فلدسپات، آپاتیت، بروکیت، فلوریت، کانی‌های تنگستن	روسیه (سبیری و کوه‌های اورال)، اوکراین، سریلانکا (میناس گراس)، برزیل، پاکستان، ایرلند، برمه، استرالیا، ایران (رگه‌های پگماتیتی الوند، ژاین، ماداگاسکار، ایتالیا، آمریکا (کلرادو)، انگلستان، کانادا	بریل، کوارتز

1- Aquamarine ($\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$)2- Emerald ($\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$)3- Topaz ($\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$)

ادامه جدول ۱-۲- مشخصات کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

نام فارسی	رنگ	ضریب شکست	رخ	سختی در مقیاس موس	سیستم تبلور	جرم مخصوص	محیط پیدایش	کانی‌های همراه	پراکندگی جغرافیایی	کانی مشابه
تورمالین	متغیر و تابع ترکیب شیمیایی	۱٫۶۰-۱٫۶۱	ندارد	۷-۷٫۵	هگزگونال، تری‌گونال	۳٫۰۲-۳٫۲۶	سنگ پگماتیتی و دگرگونی، گرانیت‌های تورمالین‌دار، پگماتیت‌ها و آپلیت‌هایی که گرانیت را قطع می‌کنند.	توپاز، میکای لیتیم‌دار، فلدسپات‌ها، کاسیتريت، فلوریت، اسپودومن، آپاتیت	ایتالیا، برزیل، روسیه (اورال)، سریلانکا، نامیبیا، موزامبیک، آمریکا (کالیفرنیا، نیویورک)، ایران	پریدوت، بریل، گارنت، کزندوم، شیشه
روتیل	قهوه‌ای مایل به قرمز	۲٫۶۱	مشخص	۶-۶٫۵	تراگونال	۴٫۱۸	سنگ‌های گرانیتی، گرانیت پگماتیت، گنیس، میکاشیست، کربنات‌های دگرگون شده و دولومیت	ایلمینیت، منیتیت، زیرکن، مونازیت، کوارتز	فرانسه، سوئیس، استرالیا، آمریکا، برزیل، ایتالیا، مکزیک، نروژ	استیشوویت
رودونیت (پیروکسن منگنزدار)	قرمز تیره، قرمز روشن با ادخال‌های دندریتی اکسید منگنز	۱٫۷۲-۱٫۷۵	کامل	۵٫۵-۶٫۵	منوکلینیک	۳٫۷۴-۳٫۷۴	در کانسارهای منگنز و سازندهای آهن سرشار از منگنز	پیرولوسیت، رودوکروزیت	برمه، روسیه، استرالیا، برزیل، مکزیک، آمریکا، ایتالیا، هند، ماداگاسکار، آفریقای جنوبی، انگلستان، ژاپن، نیوزلند	رودوکروزیت، تولیت، اسپسارتین، اسپینل، تورمالین، پیرکسمانزیت
زیرکن	بی‌رنگ، زرد، قهوه‌ای، نارنجی، قرمز، آبی، بنفش، سبز	۱٫۹۸۷-۱٫۷۷	ناقص	۶٫۵-۷٫۵	تراگونال	۳٫۹-۴٫۷	سنگ‌های آذرین، به ویژه گرانیت، گرانودیوریت، سینیت، مونزونیت و سینیت‌های نقلین‌دار و پلاسرها	طلا، کوارتز، بیوتیت، هورنبلند، نقلین، آپاتیت	آمریکا، سریلانکا، کانادا، ایران (همدان)	توریت، توپاز، آکوامارین
سنگ خورشید ^۱ (فلدسپات)	نارنجی، قرمز، قهوه‌ای، بی‌رنگ	۱٫۵۳-۱٫۵۵	کامل	۶-۶٫۵	تری‌کلینیک	۲٫۷۷	سنگ‌های آذرین، پگماتیت‌ها، دگرگونی، آرکوز و گریواک	کوارتز، بیوتیت، پیروکسن، الیوین	برزیل، سریلانکا، آمریکا، استرالیا، برمه، هند، تانزانیا	شیشه، آوانتورین
سنگ ماه ^۲ (فلدسپات)	سفید تا خاکستری	۱٫۵۲-۱٫۵۲۵	کامل	۶-۶٫۵	تری‌کلینیک	۲٫۷۷	سنگ‌های آذرین، پگماتیت‌ها، دگرگونی، آرکوز و گریواک	کوارتز، بیوتیت، پیروکسن، الیوین	برزیل، سریلانکا، آمریکا، استرالیا، برمه، هند، تانزانیا، ایران (شمال مشکین شهر)	شیشه، کلسدونی، اوپال

1- Sun stone

2- Moon stone

ادامه جدول ۱-۲- مشخصات کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

نام فارسی	رنگ	ضرب شکست	رخ	سختی در مقیاس موس	سیستم تبلور	جرم مخصوص	محیط پیدایش	کانی‌های همراه	پراکندگی جغرافیایی	کانی مشابه
فلوریت	بی‌رنگ، قرمز، نارنجی، زرد، سبز و آبی	۱/۴۳۴	کامل	۴	کوبیک	۳/۱۸	رگه‌های هیدروترمالی، دولومیت و سایر سنگ‌های آهکی	کانی‌های فلزی به ویژه کانی‌های سرب و نقره و باریت	آلمان، انگلستان، سوییس، نروژ، آفریقای جنوبی، چین، اسپانیا، تایلند، ایران (پاچی‌میان، سقر، غرب انگوران)	زرد با نوع سبزرنگ، اسپینل نوع بنفش و قرمز کم‌رنگ
فیروزه	آبی - سبز	۱/۶۱-۱/۶۵	ندارد.	۶	تری‌کلینیک	۲/۶-۲/۸۳	زون اکسیدی کانسارهای مس در آندزیت‌ها، درون سنگ‌های تراکیتی، به صورت ثانوی در رگه‌های کوچک و دایک‌های کوچک	کانی‌های اسیدی مس، کانی‌های دگرسانی (آرژیلیکی)	ایران (نیشابور)، آمریکا، افغانستان، استرالیا، چین، اسرائیل، تانزانیا، تبت، مکزیک، ترکمنستان، انگلستان، شیلی، تاجیکستان	آماتریکس، آمازونیت، کریزوکولا، همی‌مورفیت، لازولیت، سرپانتین، اسمیت‌زونیت
کرومیت (اسپینل)	سیاه آهنی مایل به قهوه‌ای	۲/۱۶		۵/۵	کوبیک (هگزاکتاهدرال)	۴/۶	در سنگ‌های پریدوتیتی و فوق‌بازیک، به همراه سنگ‌های سرپانتینی حاصل از دگرسانی کانی‌های همراه الیون، سرپانتین و کروندم	مینیتیت	آفریقای جنوبی، شوروی سابق، آلبانی، زیمبابوه، ایران	مینزیوکرومیت
کوارتز ^۱	خاکستری، قهوه‌ای، صورتی، بی‌رنگ	-۱/۵۴۳ ۱/۵۳۰	ندارد	۷	تری‌گونال	۲/۵۸-۲/۶۴	در شکاف و حفره سنگ‌های آذرین بیرونی و درونی، در رگه‌های هیدروترمال	اپال، ژئولیت، کلسیت، کلسدوئن	برزیل، سوییس، استرالیا، فرانسه، ایتالیا، آمریکا	شیشه، پلاستیک، اونیکس مکزیک
کیانیت ^۲	آبی به سمت مرکز بلور تیره‌تر، گاهی سفید، خاکستری، سبز	-۱/۷۳۲ ۱/۷۱۵	کامل	۵-۷ (متغیر در سطوح مختلف)	تری‌کلینیک	۳/۵-۳/۶۶	در محیط‌های دگرگونی ناحیه‌ای، سنگ‌های پلیتی، در اکولوژیست، لوله‌های کیمبرلیتی حاوی گارنت، اومفاسیت، کیانیت	گارنت، استارولیت، کرنوم	سوییس (سنت گوتارد)، اتریش (یترو)، فرانسه، هندوستان، کنیا، کارولینای شمالی و جورجیای آمریکا، ایران (همدان و ملایر)	آکوامارین، یاقوت کبود

1- Quartz (SiO₂)2- Kyanite (Al₂SiO₅)

ادامه جدول ۱-۲- مشخصات کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

نام فارسی	رنگ	ضرب شکست	رخ	سختی در مقیاس موس	سیستم تبلور	جرم مخصوص	محیط پیدایش	کانی‌های همراه	پراکندگی جغرافیایی	کانی مشابه
پیروپ ^۱ (گارنت)	قرمز با زمینه قهوه‌ای	۱٫۷۳-۱٫۷۶	ناقص	۷-۷٫۵	مکعبی، کوبیک	۳٫۶۵-۳٫۸۰	سنگ‌های دگرگونی پایین تا بالا در پگماتیت‌ها، سنگ‌های اولترابازیک مانند پریدوتیت و کیمبرلیت و سرپانتین	استارولیت، کلریتوئید، آمفیبول، فلدسپات آلکالن، اکتینولیت	چک و اسلواکی، آفریقای جنوبی، استرالیا، برزیل، زامبیا، تانزانیا، آریزونا، آمریکا، بوهما	آلماندین، اسپینل، پیروپ، انواع مصنوعی، شیشه
گروسولار ^۲ (گارنت)	سبز مایل به قهوه‌ای، قرمز، قهوه‌ای، سیاه	۱٫۷۴-۱٫۷۶	ناقص	۷	کوبیک	۳٫۶۱	سنگ‌های دگرگونی پایین تا بالا، در سنگ‌های آهکی ناخالص بر اثر دگرگونی ناحیه‌ای یا همبری به وجود می‌آید.	استارولیت، کلریتوئید، آمفیبول، فلدسپات آلکالن، اکتینولیت	ایران (رفسنجان)، سریلانکا، رومانی، کانادا، ایتالیا، آمریکا، نروژ، مکزیک، مجارستان	انواع مصنوعی، شیشه، اسپینل
لابرادوریت (فلدسپات)	خاکستری همراه با آبی با بازه‌ای از رنگ‌ها	۱٫۵۲	کامل	۶-۶٫۵	تری کلینیک	۲٫۵۶	سنگ‌های آذرین درونی، دگرگونی، آرکوز و گریواک	کوارتز، بیوتیت، پیروکسن، الیوین	لابرادور (کانادا)، استرالیا، فنلاند، نروژ	ژاد، فیروزه
لاجورد	لاجوردی، آبی تیره و روشن	۱٫۸۵-۱٫۷۲	کامل	۳٫۵-۴	مونوکلینیک	۳٫۷-۳٫۹	معادن مس در ناحیه اکسیداسیون، در قسمت‌های اکسیده شده رگه‌های مس، معمولا همراه با سنگ آهک	مالاکیت، کوپریت، مس طبیعی، لیمونیت، کلسیت، کالکوسیت، کریزوکولا	استرالیا، شیلی، آفریقا، چین، تاجیکستان، فرانسه، رومانی، یونان، آمریکا	لاپیس لازولی، لازوریت، سودالیت
مالاکیت ^۳	سبز روشن، سبز زردی، سیاه تا سبز	۱٫۹۰۹-۱٫۹۵۵	کامل	۳٫۵-۴	منوکلینیک منشوری	۳٫۷۵-۳٫۹۵	در بخش‌های اسیدی رگه‌های مس، زون‌های اکسیدی ذخایر مس، گاه در نهشته‌های ماسه‌سنگی	آزوریت، کوپریت، مس طبیعی، کالکوسیت	کوه‌های اورال، استرالیا، ژئیر (کاتانگا)، آمریکا (آریزونا)، فرانسه (چسی)، آلمان (بنزدورف)، نامیبیا (تسومب)، کنگو، رومانی (رزبایان)	بروکانتیت، کریزوپراس، سنگ‌های قیمتی سبز رنگ کدر

1- Pyrope ($Mg_3Al_2[SiO_4]_3$)2- Grossular ($Ca_3Al_2(SiO_4)_3$)3- Malachite ($Cu_2CO_3(OH)_2$)

ادامه جدول ۱-۲- مشخصات کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

نام فارسی	رنگ	ضریب شکست	رخ	سختی در مقیاس موس	سیستم تبلور	جرم مخصوص	محیط پیدایش	کانی‌های همراه	پراکندگی جغرافیایی	کانی مشابه
منیتیت (اسپینل)	سیاه آهنی	-	بلور آن (کامل)	۶	کوبیک (هگزاکتاهدرال)	۵,۱۸	در اغلب سنگ‌های آذرین به صورت کانی فرعی	کرومیت	سوئد، آفریقای جنوبی، شوروی سابق	مگنزیوفریت، جاکوبسیت، اولواسپینل
یشم (جید)	سبز، زرد، سیاه، ارغوانی، سفید	۱,۶۵-۱,۶۸	-	۶-۶,۵	دارای دو کانی منوکلینیک	۳,۳-۳,۵	سنگ‌های گلوکوفان‌دار و کوارتزآدویت‌دار	گلوکوفان، لاوسونیت، اپیدوت، پمپله‌ایت	چین، برمه، گواتامالا، ژاپن، آمریکا	تفریت، کالسدون، اونیکس، وزوویانیت، گروسولار

۱-۳- چک‌لیست انواع کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

بریل				یاقوت		توپاز	الماس			انواع کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی
				یاقوت سرخ ^۱	یاقوت کبود ^۲		گروه گارنت	گروه سیلیس	کوارتز (ذرکوهی)	
پلیمرهای TiO ₂	فیروزه	گروه اپیدوت	سیلیکات‌های آلومین			گروه تورمالین	گروه گارنت			کانی‌های نیمه‌قیمتی
			سیلیمانیت	دیستن	اندالوزیت		اسپینل	کوارتز (ذرکوهی)	آکات‌ها (عقیق)	
گروه مواد آلی		اسپات ایسلند	کربنات‌های مس			فلدسپات	فلوئوریت			سنگ‌های نیمه‌قیمتی
شبق	کهربا		مالاکیت	آزوریت	زیرکن		کرومیت	منیتیت	دونیت	
			سرپانتین‌ها			مرجان	ژاسپروئید	یشم	دونیت	ابسیدین

1- Ruby

2- Sapphire

فصل ۲

انواع ذخایر کانی‌ها و

سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

۲-۱- آشنایی

اکتشاف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی در چهار مرحله زیر انجام می‌گیرد:

- مرحله شناسایی
- مرحله پی‌جویی
- مرحله اکتشاف عمومی
- مرحله اکتشافات تفصیلی

در مواردی مراحل شناسایی و پی‌جویی در مورد کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی با هم و تحت عنوان پی‌جویی انجام می‌گیرد و مراحل اکتشاف عمومی و تفصیلی نیز می‌تواند در یک مرحله و با استانداردهای اکتشاف تفصیلی انجام گیرد. قبل از هر اقدام اکتشافی باید اطلاعات جامعی درباره زمین‌شناسی و خاستگاه ماده معدنی گردآوری و مورد ارزیابی قرار گیرد. ابتدا به خاستگاه کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و سپس به خلاصه‌ای از وضعیت آن‌ها در ایران اشاره می‌شود.

۲-۲- شرایط کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی خاستگاه‌های گوناگونی دارند و در طیف بسیار گسترده‌ای از فشار و دما تشکیل می‌شوند (جدول ۲-۱). به طور کلی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی در شرایط ماگمایی، دگرگونی، رسوبی و آلی تشکیل می‌شوند.

جدول ۲-۱- شرایط تشکیل کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی و مثال‌هایی از ایران

منشا آلی	منشا رسوبی		منشا دگرگونی		منشا ماگمایی
مرجان‌ها و صدف‌های خلیج فارس و جزایر پیرامون بندرعباس، زاگرس	پلاسرها: گارنت باغ‌برج اسفندقه، پیروکسن‌های جزیره اسلامی (دریاچه ارومیه)	محلول‌ها غار ژئپسی در معدن کوه سورمه فارس، آراگونیت‌های معدن دره‌زنجیر یزد	سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی اسکارنی اسکارن‌های کوه گبری رفسنجان، اسکارن‌های تفت یزد، کانی‌های دگرگونی و اسکارن منطقه اهر	سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی وابسته به دگرگونی از نوع مناطقی با دگرگونی تا رخساره آمفیبولیت: گارنت و کیانیت‌های زون سنندج-سیرجان، مناطق قروه، سنقر، ازندریان، سوریان، توتک، حاجی‌آباد، شاندرمن- گشت، انارک، ساغند، پشت‌بادام، منطقه تکاب و اکلوژیت‌های بیرجند	ماگمایی- اسکارنی گارنت‌های اسفندقه (باغ‌برج)، گارنت‌های اووارویتی ناحیه تکاب و خوی
				ماگمایی- پگماتیتی تورمالین‌های جنوب شمس‌آباد اراک، گرانیب الوند (محدوده منگاو- سیاه‌کمر) و پگماتیتهای بریل‌دار قروه	
				ماگمایی- گرمابی فلورین پاچی‌میانا (البرز)، کانسار مس قلعه‌زری با انواع بلورهای کوارتز، فلورین همراه کوارتز در زون‌های سیلیسی (زرشوران)	

۲-۲-۱- ذخایر ماگمایی

سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی در شرایط متفاوتی از درجه حرارت، فشار و عملکرد فاز سیال در ماگماها تشکیل می‌شوند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

الف- ماگمای اولترابازیک: معمولا شرایط فشار و درجه حرارت موجود همراه با این سنگ‌ها در حد گوشته بالایی است. یکی از کانی‌های قیمتی و منحصر به این شرایط، الماس است. الماس منحصر به سنگ‌هایی است (کیمبرلیت‌ها) که شرایط پیدایش آن‌ها توسط آتشفشان‌هایی کنترل می‌شود که تنوره آن‌ها تا گوشته ادامه می‌یابد.

علاوه بر الماس، کانی‌های قیمتی دیگری نیز مانند برخی از گارنت‌ها، یاقوت کبود، یاقوت سرخ، اسپینل و الیون در سنگ‌های اولترابازیک یافت می‌شوند. به ویژه گارنت کروم‌دار در سنگ‌های اولترامافیک دگرگون شده یافت می‌شود.

در مناطقی که سنگ‌های الترامافیک دگرگون شده یافت می‌شوند پتانسیل زیادی برای وجود کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرد. به عنوان مثال در ناحیه اسفندقه (باغ‌برج) گارنت‌هایی یافت می‌شود که به زیبایی زمرد هستند.

ب- ذخایر پگماتیت‌ها: پگماتیت‌ها متنوع‌ترین و بیشترین کانی‌های قیمتی را دارند. برخی از کانی‌های قیمتی منحصرا در پگماتیت‌ها یافت می‌شوند که از آن جمله می‌توان به توپاز، تورمالین، زمرد، گارنت منگنزدار، بریل و نظایر آن اشاره کرد. توده‌های نفوذی متعدد و پگماتیتهای مرتبط با آن‌ها به عنوان یک نشانه اکتشافی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ایران می‌توان به پگماتیت‌های مشهد و قروه به عنوان پتانسیل مناسب اشاره کرد.

پگماتیت‌های مشهد پتانسیل خوبی از بریل، اوکوامارین، یاقوت و سافیر دارند.

پ- ذخایر گرمایی: در شرایط گرمایی بلورهای زیبایی مانند انواع کوارتزها، بلورهای زیبای فلورین، اپیدوت، کلسیت و همتایت‌های براق تشکیل می‌شوند.

در بسیاری از ذخایر گرمایی سنگ‌ها و کانی‌های نیمه‌قیمتی به صورت رگه‌ای (نظیر فلورین پاچی‌میانا در البرز) یافت می‌شوند. گاه در کاوک‌های موجود در سنگ‌های آندزیتی و توف (به ویژه در آندزیت و توف‌های ترشیر) ژئودهای زیبایی از آگات و آمیتیست یافت می‌شود که از آن جمله می‌توان به آندزیت‌های جنوب‌غرب منطقه تروود و قم اشاره کرد.

۲-۲-۲- ذخایر دگرگونی

سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی با منشا دگرگونی را می‌توان به دو گروه زیر تفکیک کرد (جدول ۲-۲):

الف- سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی با منشا دگرگونی ناحیه‌ای: کانی‌هایی نظیر گارنت‌ها (آلماندین و پیروپ) مانند دانه‌های انار در میکاشیست‌ها یافت می‌شوند.

در ایران مناطقی با دگرگونی تا رخساره آمفیبولیت گسترش فراوانی دارد. از آن جمله می‌توان به سنندج- سیرجان (مناطق قروه- سنقر، ازندیان، سوریان، توتک و حاجی‌آباد) منطقه جندق، منطقه شاندرمن- گشت، منطقه انارک، ساغند، پشت‌بادام و منطقه تکاب اشاره کرد که در بعضی از این مناطق گارنت‌های زیبا و کیانیت ارزش اقتصادی دارند.

ب- سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی با منشا اسکارنی: بسیاری از سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی مانند لاجورد، اسپینل، تورمالین، فلورین، گارنت، اپیدوت، دیوپسید، آپاتیت‌ها و نظایر آن‌ها در این گروه قرار می‌گیرند. از اسکارن‌های دارای کانی‌های قیمتی در ایران می‌توان به اسکارن‌های ناحیه کوه گبری، اسکارن‌های ناحیه تفت یزد، اسکارن‌های موجود در کمر بند ارومیه- دختر، اسکارن‌های شرق ایران و اسکارن‌های زون سنندج- سیرجان اشاره کرد.

۲-۲-۳- ذخایر رسوبی

سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی رسوبی به دو شکل زیر تشکیل می‌شوند:

الف- شیمیایی: آب‌های ژئوترمال ضمن حرکت در شکاف‌ها و حفرات خالی سنگ‌ها در صورت تغییرات در شرایط فیزیکی (سرعت، دما و فشار)، شیمیایی (Eh-pH) باعث تشکیل کانی‌های قیمتی نظیر اپال، کلسدون، کوارتز (سیتترین)، بلورهای سلنیت و بلورهای کلسیت می‌شوند. از نمونه‌های بارز این فرآیند می‌توان به غار ژیبسی در معدن کوه سورمه فارس، آراگونیت‌های معدن دره‌زنجیر یزد و اونیکس‌های متعلق به خطواره‌های گسلی اشاره کرد.

ب- پلاسرها: کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی پایدار از نظر مکانیکی و شیمیایی ذخایر پلاستی با ارزش را پدید می‌آورند. پلاسرها یکی از مهم‌ترین ذخایر قیمتی و نیمه‌قیمتی محسوب می‌شوند.

۲-۲-۴- ذخایر آلی

بعضی از کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی وجود دارند که طی فرآیندهای متابولیسمی موجودات زنده تشکیل می‌شوند. این کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی در ترکیب خود مقداری مواد آلی همراه با مواد معدنی دارند که در ساختمان موجودات زنده به کار رفته است. از آن جمله می‌توان مروارید، عاج، کهربا، شیق، مرجان و نظایر آن‌ها را نام برد.

مرجان‌های زیبا و صدف‌های بزرگ در خلیج فارس و جزایر پیرامون بندرعباس یافت می‌شود. همچنین شبق را می‌توان در مناطقی از زاگرس که قیر طبیعی یافت می‌شود، جستجو کرد.

جدول ۲-۲- مثال‌هایی از سنگ‌های قیمتی در زون‌های مختلف زمین‌شناسی با توجه به منشأ آن‌ها

منشأ/زون	ایران مرکزی	ارومیه- دختر	سندج- سیرجان	البرز	شرق ایران	زاگرس
ماگمایی	سنگ‌های نیمه‌قیمتی گروه سیلیس همراه با توده‌های نفوذی، گارنت‌های ناحیه خور	سنگ‌های آندزیتی- بازالتی حاوی آگات، آمیتیست و آگات‌های ناحیه قم	توده‌های نفوذی و پگماتیت‌های همراه آن پتانسیل خوبی برای کانی‌های قیمتی است نظیر تورمالین‌های همدان	ژئودهای کوارتز، آگات و آمیتیست، جنوب البرز	رگه‌های سیلیس همراه با سنگ‌های آتشفشانی و گارنت‌های موجود در سنگ‌های الترامافیک بیرجند	ریولیت‌های سری هرمز به عنوان پتانسیل اکتشافی
دگرگونی	گارنت‌های سنگ‌های دگرگونی رخساره بالا مانند ناحیه ساغند، انارک، تکاب، گارنت‌ها و تورمالین در زون‌های اسکارنی مانند ناحیه تفت، کوه گیری رفسنجان	محیط‌های اسکارنی پیرامون توده‌های نفوذی به عنوان پتانسیل اکتشافی	سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی با خاستگاه دگرگونی نظیر کیانیت‌های ناحیه همدان، گارنت‌های باغ برج	-	سنگ‌های الترامافیک دگرگون شده و زون‌های اسکارنی به عنوان پتانسیل اکتشافی	-
رسوبی	پلاسرهای گارنت‌دار نه‌بندان	-	-	-	پتانسیل ذخایر پلاسری در محدوده دشت‌های شرق ایران	کنگلوامری بختیاری و کهک و سری هرمز
آلی	-	-	-	-	-	شبق‌های زاگرس

۲-۳- گسترش کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی در زون‌های ساختاری ایران

۲-۳-۱- زون‌های ساختاری زاگرس

در زاگرس به ویژه در گنبد‌های نمکی سری هرمز وجود اولیژیست و اپیدوت با رنگ سبز زیتونی گزارش شده است. همچنین در سازند بختیاری قلوه‌های سیلیس رنگین بسیار فراوان است و در استان ایلام از این سیلیس‌های رنگین برای ساخت اشیاء و ملزومات نیمه‌قیمتی استفاده می‌شود.

۲-۳-۲- زون البرز

وجود فلورین‌های بنفش، سبز و آبی در دو افق مشخص یکی در سازند سلطانیه (در منطقه سیلد کوه دامغان) و دیگری سازند الیکا گسترش دارند که از آن‌ها در ساخت زینت‌آلات استفاده می‌شود.

در سنگ‌های آتشفشانی دوران مزوزویک و سنوزویک ژئودهای رنگین در مناطق البرز مرکزی و غربی گزارش شده است.

۲-۳-۳- زون ایران مرکزی

در این زون تنوع مواد معدنی قیمتی و نیمه‌قیمتی بسیار متنوع است وجود فیروزه در سنگ‌های آتشفشانی تراکیتی، وجود ژئودهای آمیست و دیگر کوارتزهای رنگین در سنگ‌های آتشفشانی زیردریایی کرتاسه، رخداد کلسدوئن سیلیس‌های رنگین در مجموعه بالایی افیولیت‌ها همراه با کانی‌سازی منگنز به ویژه براونیت و هرسینیت و وجود کانی صورتی رنگ رودوکروزیت در چاه کربی سمنان، رخداد انواع گارنت‌ها و کانی‌های وابسته و خوش رنگ در اسکارن‌ها به ویژه در مرزهای توده نفوذی با واحدهای کربناته قدیمی‌تر، وجود اونیکس در خطواره‌های گسلی درون سنگ‌های تراورتنی به ویژه در گسل ده‌شیر، وجود کانی‌های واریسکیت و کریزوکلا در مس‌های رگه‌ای به ویژه در منطقه نخلک و وجود دوموریت در چال طهری قهرود و بسیاری از مناطق دیگر نشان می‌دهد که این زون مستعد اکتشافات کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی است.

۲-۳-۴- زون شرق ایران

در این زون وجود سنگ‌های دگرگون شده و فراوانی گارنت‌ها به ویژه از نوع آلماندین در منطقه ده سلم نهبندان، سنگ‌های لیستونیتی، همراهی سیلیس‌های رنگین و همچنین وجود اولیوین در مجموعه افیولیت‌ها، وجود کانی‌های سیلیکاته رنگین همراه با معادن سرب، روی و مس مثال‌هایی از وجود این گونه سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی هستند.

۲-۳-۵- زون سنندج- سیرجان

وجود انواع دگرگونی‌ها و ذخایر اسکارنی سبب پیدایش کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی شده است. در استان همدان، وجود انواع آلومینوسیلیکات‌ها از نوع کیانیت، دیستن و آندالوزیت و وجود تورمالین در سنگ‌های پگماتیتی، انواع گارنت‌ها در اسکارن‌های کردستان و همدان و دیگر بخش‌های مربوط به این نوار به ویژه در کرمان در منطقه باغ برج (شمال آبدشت) از مناطق مهم قابل ذکر این زون است.

۲-۴- پتانسیل‌های شناخته شده در استان‌ها

در سال‌های گذشته بیش از ۸۰ محدوده اکتشافی کشف شده و این موضوع نشان می‌دهد که با انجام کارهای اکتشافی سیستماتیک می‌توان به منابع مهمی از کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی دست یافت. پتانسیل‌های معدنی در ۲۰ استان در جدول ۲-۳ آورده شده است.

جدول ۲-۳- پتانسیل‌های معدنی موجود در ۲۰ استان کشور

استان	کانی و سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی
آذربایجان شرقی	انواع عقیق، آمیتیست، آزوریت، مالاکیت و اپیدوت
آذربایجان غربی	سافیر و سرپانتین
اصفهان	فیروزه، آگات (خور)، گارنت (جندق) و کریزوکلا
ایلام	انواع قلوه‌های رنگین
اردبیل	آگات
بوشهر	صدف‌های دریایی، سنگ حاوی فسیل و پرورش مروارید
خراسان رضوی	فیروزه، آگات، عقیق، انواع بریل (آکوامارین)، سافیر، روتیل، ارتوز، فیروزه قوچانی (کریزوکلا)، ژاسپر، عقیق سلیمانی، اوپال، گارنت، در کوهی، رز کوارتز، آندالوزیت، ایلمنیت، آراگونیت و پلی‌گورسکیت
خراسان جنوبی	آگات (آبی، خزه‌ای، سفید شیری)، اوپال، کریزوپراس، سیلیس سبز، منیتیت، در کوهی، ژاسپر، تورمالین و آندالوزیت
خوزستان	قلوه‌های رنگی، سلسنتین و فسیل صدف دریایی
زنجان	آواروئیت، عقیق، فلورین و مالاکیت
سیستان و بلوچستان	انواع کروندوم، تورمالین، گارنت، عقیق و زیرکن، سافیر، توپاز، قلوه‌های رنگین، گارنت، آگات، سرپانتین، ژاسپر، کواتز دودی، تورمالین، لابرادوریت و صدف دریایی
سمنان	انواع آگات، فیروزه، گارنت، ابسیدین، عقیق و ژاسپر، معدن فیروزه باغو، معدن کلسدوئن و آمیتیست شاهرود
قم	اپیدوت، کالسدوئن و ژاسپر
کردستان	پگماتیت، آکوامارین، انواع سرپانتین، ژاسپر رنگی، کوارتز شیری، هماتیت، ایلمنیت، رز کوارتز، اوژیت و ارتوز
کرمان	کریزوکلا، گارنت سبز باغ‌برج، گارنت و کالسدوئن کوه گبری، گارنت اسفندقه و تیتان
کرمانشاه	کالسدوئن و ژاسپر
گیلان	اوپال، عقیق و در کوهی
مرکزی	انواع ژاسپر، پیروسکن، تورمالین، در کوهی، انواع گارنت، کالکوپیریت، منیتیت و کوارتز شیری
همدان	کوارتز شیری، کوارتز دودی، رز کوارتز، در کوهی، آندالوزیت، کیانیت، استارولیت، گارنت، بریل، تورمالین، اپیدوت، پیریت و کالکوپیریت
یزد	آپاتیت و سیلیکات‌های مس، در کوهی، گارنت، کوارتز شیری، آپاتیت، منیتیت، واریسیت، فلورین، آنالسیم، آگات، آراگونیت، اسمیت‌زونیت، هیدروزنسیت و ژاسپر

فصل ۳

معیارها و راهنماهای اکتشافی در

کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

۳-۱- آشنایی

به طور کلی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی به غیر از الماس معمولاً به صورت سنتی کشف و مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند و تکنولوژی‌های نوین در اکتشافات آن‌ها کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای پی‌جویی و اکتشافات کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی معیارهای اکتشافی وجود دارد که در این قسمت به بررسی آن‌ها پرداخته می‌شود.

یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها در این مورد بررسی محیط پیدایش کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی از نظر زمین‌شناسی است. به کمک این معیار با توجه به شرایط و تاریخچه تحولات زمین‌شناسی منطقه می‌توان به احتمال وجود اولیه کانی و یا سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی پی برد.

۳-۲- معیارهای زمین‌شناسی

مهم‌ترین معیار اکتشافی برای کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی معیارهای زمین‌شناسی است، که بر اساس محور زیر است:

- ویژگی‌های زمین‌شناسی، کانی‌سازی و محیط پیدایش کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی یا نیمه‌قیمتی

- ویژگی‌ها و تاریخچه تحولات زمین‌شناسی (ساختاری، ماگماتیسم، رسوبی، دگرگونی و کانی‌سازی) منطقه اکتشافی مورد نظر

در اکتشاف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی یا نیمه‌قیمتی، دو موضوع بالا باید باهم در نظر گرفته شود.

با مراجعه به نقشه‌های زمین‌شناسی موجود در هر منطقه، نیز مطالعات انجام شده پیشین و کتاب‌ها و نقشه‌های مرجع زمین‌شناسی ایران مانند نقشه‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵۰,۰۰۰ و گزارش‌های مرتبط با زمین‌شناسی ناحیه‌ای می‌توان این اطلاعات را به دست آورد. با توجه به نمونه‌هایی از سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی که تاکنون در ایران گزارش شده است یکی از مناسب‌ترین روش‌ها این است که گزارش‌های اکتشافی این مناطق مورد مطالعه قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود در صورت امکان از محدوده‌های اکتشافی شناخته شده قبلی بازدید به عمل آید.

۳-۳- معیارهای ژئوشیمیایی

در مراحل شناسایی و پی‌جویی، می‌توان از معیارهای ژئوشیمیایی استفاده کرد. در ایران بررسی‌های ژئوشیمیایی با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ مطالعات کانی سنگین، همراه با نمونه‌برداری رسوبات آبراه‌ای انجام و مورد ارزیابی و تفسیر قرار می‌گیرند، نتایج مطالعات کانی سنگین در مراحل شناسایی و پی‌جویی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از مطالعات کانی سنگین می‌توان در اکتشاف کانی‌هایی نظیر گارنت، توپاز، کیانیت، زیرکن، زمرد، تورمالین، یاقوت و نظایر آن‌ها استفاده کرد. این مطالعات برای اکتشاف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی گروه سیلیس و فیروزه کاربرد ندارد.

۳-۴- معیارهای تاریخی

کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی در بسیاری از کشورها و به ویژه ایران مورد توجه بوده و کانسارهای آن‌ها از گذشته‌های دور شناخته شده‌اند. بررسی موقعیت معادن شدادی و نام‌های مربوط به هر گوهر و پیگیری اکتشافات در مناطق مشابه کمک موثری در اکتشافات کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی است. در ایران قدیم رنگ و نمود گوهر مورد توجه بوده و به ترکیب کانی‌شناسی و شیمیایی کانی‌ها توجهی نمی‌شده است. به همین دلیل ممکن است اسامی بعضی گوهرها با ترکیب آن‌ها سنخیت نداشته باشد. به عنوان مثال در قدیم فلوریت به عنوان لعل و یا گارنت قرمز روشن به جای یاقوت قرمز به کار گرفته شده‌اند یا به طور مثال پاره‌ای از کانی‌های اکسیدی مس (گاه آزوریت) مالاکیت و کانی‌های آمورف مس‌دار به جای فیروزه و لاجورد به کار گرفته می‌شده‌اند، که این مطلب باید مد نظر اکتشاف‌گران کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی باشد.

به طور مثال کوه لعل‌کان در غرب معدن انگوران، چاه فیروزی در کرمان، نگینان در منطقه فردوس دوران (روستای دوران زنجان که گرانیت دوران به دلیل دانه‌های کوارتز در آنجا دوران نامیده می‌شود)، نمونه‌هایی هستند که در شناخت کانی‌ها و سنگ‌های نیمه‌قیمتی و قیمتی در اکتشافات به عنوان یک معیار تاریخی به کار گرفته می‌شوند.

۳-۵- معیارهای ژئوفیزیکی

استفاده از معیارهای ژئوفیزیکی در اکتشافات مرحله عمومی و تفصیلی وقتی وجود کانی و سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی در یک منطقه مشخص شده باشد، پیشنهاد می‌شود. بعضی از روش‌های ژئوفیزیکی که در اکتشافات کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی کاربرد دارد، به شرح زیر است:

- **روش مغناطیسی سنجی:** بعضی از سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی نسبت به سنگ میزبان خود تغییرات مغناطیسی اندکی دارند که با استفاده از مغناطیس‌سنج‌هایی با حساسیت تا ۰/۱ گاما می‌توان شناسایی کرد.

- **الکتریکی:** در روش الکتریکی نیز با توجه به اینکه محل تجمع کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی نسبت به سنگ میزبان از نظر خواص الکتریکی ممکن است متفاوت باشد بنابراین استفاده از روش‌های الکتریکی در این موارد توصیه می‌شود. در این مورد بهتر است از آرایش‌هایی با فواصل الکترونی بسیار کوتاه (میکرو رزیستیویته) استفاده شود که اطلاعات بسیار مناسبی از آنومالی‌های زیرسطحی ارائه می‌دهد.

- روش گرانی سنجی (ریزگرانی سنجی): به دلیل اینکه وزن مخصوص بعضی از سنگ‌های نیمه‌قیمتی نسبت به سنگ میزبان متفاوت است می‌توان در این موارد از روش گرانی سنجی استفاده کرد. در این روش با توجه به حساسیت آن باید توپوگرافی منطقه با دقت برداشت شود.
- روش $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$: این روش که یکی از زیر روش‌های ژئوفیزیک لرزه‌ای است برای شناسایی سنگ بستر و تشخیص ضخامت ذخایر آبرفتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- روش رادیواکتیویته (اشعه گاما): از این روش ژئوفیزیکی در اکتشافات کانی‌های دارای رادیواکتیویته طبیعی نظیر زیرکن استفاده می‌شود.
- روش گرماسنجی: از دیگر روش‌های ژئوفیزیکی که برای اکتشاف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی انجام می‌گیرد روش گرماسنجی است که به دو صورت انجام می‌گیرد.
 شیوه اول که بر مبنای اندازه‌گیری حرارت ساطع شده از سطح زمین است که گرماسنجی سطحی نام دارد.
 شیوه دوم گرماسنجی ماهواره‌ای است که در این شیوه از میزان اشعه مادون قرمز ساطع شده از سطح زمین استفاده می‌شود.
- روش پیزوالکتریک: از روش‌های ژئوفیزیکی است که می‌تواند برای اکتشاف کوارتز، تورمالین و بریل مفید باشد.
- روش لیزر فرابنفش: از روش‌های ژئوفیزیکی است که برای اکتشاف کانی‌های فلورسانس، شلیت و هیدروزینکیت به کار می‌رود.

۳-۶- معیارهای دورسنجی

با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی و خاستگاه‌های آن‌ها، معمولاً روش‌های دورسنجی کاربردی در اکتشاف این ذخایر ندارد. از معیارهای دورسنجی می‌توان به طور غیرمستقیم در اکتشاف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی استفاده کرد، به عنوان مثال در آشکارسازی توده‌های پگماتیته و زون‌های اکسیدی در توده‌های پورفیری (به ویژه برای فیروزه) و زون‌های دگرسانی سنگ‌های آتشفشانی که ممکن است فیروزه داشته باشند به کار می‌رود. همچنین برای رگه‌های گرمایی که با پهنه‌های دگرسانی همراهند، می‌توان از این روش استفاده کرد.

۷-۳- معیارهای آزمایشگاهی و کارگاهی

به کارگیری معیارهای آزمایشگاهی برای شناخت کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی با شناخت سایر مواد معدنی متفاوت است. زیرا اغلب برای شناخت یک بلور زیبا باید از روش‌های غیرمخرب استفاده کرد البته در مراحل اکتشافی از نمونه‌های کوچک و کم ارزش برای شناخت نمونه‌های مشابه و با ارزش استفاده می‌شود.

۱-۷-۳- روش‌های شناسایی

روش‌های شناسایی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی باید توسط متخصصین و به کمک ابزار خاصی انجام گیرد. معمول‌ترین آزمایش‌های شناسایی عبارتند از:

- وزن مخصوص

- ضریب شکست

- پراکنش نور

- پلی کروئیسم (تغییرات رنگ)

- استفاده از روش‌های ابزار دقیق مانند دستگاه پراش اشعه ایکس

معمولا بسیاری از روش‌های شناخت در گوهرشناسی برای گوهرهای آماده و پرداخت شده در نظر گرفته شده‌اند. بنابراین پیشنهاد می‌شود در اکتشاف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی علاوه بر شناخت نمونه خام، بر روی تعدادی نمونه پردازش انجام گیرد و نمونه‌ای از آن به آزمایشگاه‌های گوهرشناسی فرستاده شود.

۲-۷-۳- ابزارهای شناسایی

هدف اصلی از انجام آزمایش‌ها بر روی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی، تشخیص کانی‌شناسی آن‌ها است. علاوه بر آن، نمود آن‌ها به هنگام برش و شکل دادن نیز باید مورد توجه قرار گیرد، لذا ابزارهایی که برای شناسایی به کار می‌روند به قرار زیر است:

- **لوپ:** لوپ در واقع یک عدسی با بزرگنمایی خوب (۷ تا ۲۰ برابر) است که عیوب درونی، لک‌های سطحی، ترک‌ها و بسیاری از نقایص دیگر را نشان می‌دهد.

- **استریوسکوپ:** در این ابزار نور از پایین و اطراف به نمونه تابانده می‌شود و به کمک عدسی‌های با بزرگنمایی زیاد (تا حدود ۴۰۰ برابر) تصویری مناسب ایجاد می‌کند. به کمک استریوسکوپ می‌توان بسیاری از ویژگی‌ها و نقایص سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی را تشخیص داد.

- **دیروسکوپ^۱:** این ابزار برای شناسایی سریع برخی از سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی استفاده می‌شود. در این دستگاه سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی بر حسب دیکروئیسیم (دورنگی) از هم تفکیک می‌شوند. این روش برای شناسایی دو کانی با ظاهر مشابه استفاده می‌شود. به عنوان مثال به راحتی می‌توان یاقوت قرمز (پلوکروئیک) را از تورمالین (دیکروئیک) تشخیص داد.

- **میکروسکوپ پلاریزان:** به کمک این میکروسکوپ و اندازه‌گیری ویژگی‌های نوری کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی بسیاری از آن‌ها را می‌توان شناسایی و نام‌گذاری کرد. در این روش باید از نمونه مورد مطالعه مقطع نازک تهیه شود. بنابراین در این روش از کانی‌های ریز و فاقد ارزش اقتصادی استفاده می‌شود.

- **انکسارسنج:** در این روش ضریب شکست کانی‌ها اندازه‌گیری می‌شود که یکی از ویژگی شاخص در تشخیص ترکیب و خصوصیات فیزیکی سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی است. در این روش شکست پرتو نوری که پس از برخورد به نمونه بازتاب می‌شود مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. با در دست داشتن ضریب شکست و مقایسه آن با مقدار تعیین شده برای هر کانی به صورت خالص درصد خلوص نمونه تخمین زده می‌شود.

- **آزمایش چگالی:** یکی از معیارهای مناسب غیرمخرب تعیین چگالی دقیق کانی است. این روش هم آسان است و هم در تشخیص نمونه‌های طبیعی از مصنوعی در گوهرشناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- **اشعه فرابنفش:** برخی از سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی هنگامی که برای مدت طولانی یا کوتاهی در برابر اشعه فرابنفش قرار می‌گیرند از خود فلورسانس تابش می‌کنند. بسیاری از سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی را می‌توان بر اساس رنگ تابش فلورسانس آن‌ها شناسایی کرد. به عنوان مثال از این روش در شناسایی آگرلیت، توگتوپیت، دولومیت، فلورین و بنیتویت استفاده می‌شود.

- **فیلتر رنگ:** فیلتر رنگ، فیلتر چلسی و فیلتر زمرد نیز خوانده می‌شود. به کمک این ابزار می‌توان سنگ‌های طبیعی و مصنوعی یا بدلی را از هم تفکیک کرد. علاوه بر آن رنگ‌شدگی سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی را می‌توان به کمک این ابزار تشخیص داد.

- **طیف‌نما:** این دستگاه در آزمایشگاه‌های تخصصی گوهرشناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد که اساس آن بررسی جذب طیف‌های نور عبوری از گوهر مورد آزمایش است که با اندازه‌گیری محدوده طول موج‌های جذب شده توسط گوهر انجام می‌گیرد. در این روش عناصر موجود در ترکیب گوهر بر اساس طول موج‌های جذب شده مشخص می‌شود. طیف‌سنجی به گوهرشناس این

1- Dichroscope

امکان را می‌دهد که بر اساس این که چه رنگی از نور توسط سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی جذب شده است نوع آن را مشخص کند. از این روش برای تشخیص سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی طبیعی از مصنوعی به کار می‌رود.

– **هدایت‌سنج حرارتی:** این ابزار برای شناسایی الماس مورد استفاده قرار می‌گیرد. از هدایت‌سنج حرارتی برای اندازه‌گیری ضریب هدایت حرارتی الماس استفاده می‌شود. وقتی الماس با راس معین شده در دستگاه تماس یابد در صورت اصل بودن، نوار سبز رنگی مشاهده می‌شود و در غیر این صورت به همان حالت قرمز باقی می‌ماند. به کمک این دستگاه قطعات الماس به کوچکی ۰٫۰۲ قیراط قابل اندازه‌گیری است.

– **روش پراش اشعه ایکس (X.R.D):** برای شناخت کانی‌شناسی و کانی‌های همراه در سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی از روش پراش اشعه ایکس استفاده می‌شود. از این روش برای شناسایی کانی‌های دارای ساختمان بلوری منظم استفاده می‌شود و برای شناخت کانی‌های بی‌شکل (آمورف) مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

در جدول ۱-۳ چک‌لیست معیارها و راهنماهای اکتشافی در کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی ارائه شده است.

جدول ۱-۳ - چک‌لیست معیارها و راهنماهای اکتشافی در کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

معیارها	شرح
معیارهای زمین‌شناسی	– بررسی ویژگی‌های زمین‌شناسی، کانی‌سازی و محیط پیدایش کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی یا نیمه‌قیمتی – بررسی ویژگی‌های ساختاری، ماگماتیسم، رسوبی، دگرگونی و کانی‌سازی در منطقه اکتشافی
معیارهای ژئوشیمیایی	استفاده از داده‌های کانی سنگین در مراحل شناسایی و اکتشافات ناحیه‌ای
معیارهای تاریخی	اطلاعات باستان‌شناسی و معادن شدادی
روش‌ها و معیارهای ژئوفیزیکی (این روش در مراحل اکتشافات عمومی و تفصیلی با توجه به شرایط زمین‌شناسی و معدنی به صورت یک روش یا ترکیبی از چند روش مورد استفاده قرار می‌گیرد.)	روش مغناطیس‌سنجی، روش الکتریکی، روش TT، روش اشعه گاما، روش گرماسنجی، روش پیزوالکتریک، روش لیزر فرابنفش
معیارهای دورسنجی	این روش به صورت غیرمستقیم برای پیدا کردن توده‌های پگماتیتی، زون‌های اکسیدی در توده‌های پورفیری و زون‌های دگرسانی سنگ‌های آتشفشانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
معیارهای آزمایشگاهی و کارگاهی	روش‌های شناسایی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی وزن مخصوص، ضریب شکست، پراکنش نور، پلی کروئیسیم (تغییرات رنگ)
	ابزار شناسایی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی دستگاه پراش اشعه ایکس، لوپ، استریوسکوپ، دیکروسکوپ، میکروسکوپ پلاریزان، انکسارسنج، چگالی‌سنج، فیلتر رنگ، طیف‌سنج، هدایت‌سنج حرارتی
	تهیه نمونه پرداخت شده فرستادن به آزمایشگاه تخصصی گوهرشناسی

فصل ۴

فهرست خدمات مرحله شناسایی

۴-۱- آشنایی

هدف از عملیات اکتشافی در این مرحله، تعیین مناطقی است که دارای منابع کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی هستند. مبنای این مرحله از اکتشاف شناخت ویژگی‌های زمین‌شناسی منطقه و مناطق معدنی مرتبط با کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی است. این اطلاعات شامل نوع کانی و سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی و شرایط تشکیل زمین‌شناسی آن‌ها است (فصل اول و سوم) و اطلاعات زمین‌شناسی مناطقی است که شرایط تشکیل یک یا چند کانی را دارند. بنابراین، در هر منطقه باید دو شاخص نواحی مستعد یا نواحی مورد نظر با هم در نظر گرفته شوند.

مطالعات و بررسی‌های این مرحله شامل جمع‌آوری و دسته‌بندی اطلاعات، انتخاب محل بازدیدهای صحرایی اولیه، تطبیق اطلاعات موجود با اطلاعات صحرایی و انتخاب نواحی مناسب برای مرحله پی‌جویی و تهیه گزارش نهایی مرحله شناسایی است. در بعضی از مناطق خاص که اطلاعات قابل توجهی از سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی آن منطقه وجود داشته باشد می‌توان مراحل پی‌جویی و شناسایی را هم‌زمان با هم انجام داد.

۴-۲- جمع‌آوری اطلاعات

در این مرحله باید اقدامات زیر انجام گیرد:

- اطلاعات زمین‌شناسی، گزارشات زمین‌شناسی و معدنی مربوط به منطقه مطالعاتی مورد نظر، گزارش‌های اکتشافی، به همراه کتاب‌های مرجع، مقالات علمی، پایان‌نامه‌ها و رساله‌های مرتبط جمع‌آوری شوند.
- جمع‌آوری نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی موجود در منطقه مورد نظر از قبیل نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰، ۱:۱۰۰۰۰۰۰، ۱:۵۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰
- جمع‌آوری گزارش و نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ اکتشافات ژئوشیمیایی و به ویژه گزارش کانی‌های سنگین
- جمع‌آوری داده‌های معادن شدادی و اطلاعات باستان‌شناسی

۴-۳- مطالعات دفتری و ارزیابی اطلاعات موجود

در این مرحله باید فعالیت‌های زیر انجام گیرد:

- دسته‌بندی کلیه گزارش‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده
- ارزیابی اطلاعات موجود

- ارزیابی اطلاعات زمین‌شناسی منطقه‌ای با در نظر گرفتن ویژگی‌های زمین‌شناسی شرایط تشکیل کانی و سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی

- تعیین مناطقی که باید مورد بازدید صحرایی اولیه قرار گیرد.

- هماهنگی‌های لازم برای بازدیدهای اولیه صحرایی

۴-۴- بازدیدهای صحرایی اولیه

در این مرحله، با توجه به نقشه‌های زمین‌شناسی و مشخص کردن اهداف پیش‌بینی شده، محدوده‌ها مورد بازدید قرار می‌گیرد. در این بازدیدها واحدهای لیتولوژی مناسب از دیدگاه احتمال وجود کانی و سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی تفکیک می‌شوند. موارد زیر مثال‌هایی از بازدید صحرایی اولیه است:

- برای دستیابی به گروه سیلیس، محدوده‌های سنگ‌های آتشفشانی به ویژه آندزیتی و نواحی پایین‌دستی آن‌ها مورد بازدید قرار می‌گیرد.

- در صورتی که توده‌های نفوذی (به ویژه اسیدی) در منطقه وجود داشته باشد، بخش‌های پگماتیتی آن‌ها باید مورد بازدید قرار گیرد و در صورت وجود هر کانی که نمود زیبایی دارد نمونه‌برداری شود.

- بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی در مناطق دگرگونی ابتدا یک پیمایش انجام گیرد. باید در این مرحله به درجه و رخساره دگرگونی توجه شود، هر چه درجه دگرگونی بیشتر باشد شرایط تشکیل کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی مساعدتر است. کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی گروه گارنت، کیانیت و اپیدوت در این سنگ‌ها قابل پی‌جویی هستند.

در مناطقی مانند جنوب جازموریان، حاجی‌آباد و بندرعباس در محدوده‌های دگرگونی دارای رخساره گلوکوفان‌شیبست، سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی مانند یشم باید مورد بررسی قرار گیرد.

- در مجموعه سنگ‌های آندزیتی که شواهد کانی‌سازی مس وجود دارد، زون‌های اکسیده باید برای فیروزه و کربنات‌های مس مورد مطالعه و ارزیابی قرار گیرد.

در محدوده این سنگ‌ها زون پروپیلیتی برای کانی‌های گروه اپیدوت و نیز زئولیت‌ها باید مورد توجه قرار گیرد. در سنگ‌های پیروکسن‌آندزیت نیز بلورهای خودشکل و زیبای پیروکسن باید از دیدگاه سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی مورد بررسی قرار گیرد.

- در مناطق اسکارنی باید دقت زیادی در تشخیص کانی‌های زون اسکارنی به عمل آید.

- در کانی‌سازی نوع MVT¹ (ذخایر تیپ دره می‌سی‌سی‌پی) برای کانی‌های فلورین‌دار به ویژه سازندهای الیکا و شتری در تریاس و دولومیت‌های سلطانیه در سازند البرز
- زون‌های تراورتنی برای کشف اونیکس باید مورد بررسی قرار گیرد.
- مجموعه بالایی زون‌های اوفیولیتی برای شناسایی ژل‌های سیلیسی (کلسدوئن)، کانی‌های سیلیکاته منگنز (براونیت) و کربنات منگنز (رودوکروزیت) باید مورد بررسی قرار گیرد.
- قله‌های سیلیس رنگین در نهشته‌های کنگلومرای نظیر کنگلومرای بختیاری باید مورد بررسی قرار گیرد.
- گنبد‌های نمکی باید برای کشف آهن اولیژیستی و اپیدوت (همراه با سری هرمز) بررسی شود.
- دانسته‌های تاریخی درباره گوهرها و پرس‌وجوهای محلی نیز باید برای دستیابی به اندیس‌های معدنی استفاده شود.

۴-۵- مطالعات آزمایشگاهی و کارگاهی در مرحله شناسایی

- در صورت یافتن نمونه‌های خیلی زیبا، به جای آزمایش X.R.D که باید بخشی از نمونه را خرد کرد توصیه می‌شود نمونه‌ها به آزمایشگاه گوهرشناسی ارسال شود و با استفاده از سایر روش‌ها مورد مطالعه و شناسایی قرار گیرد.
- از آنجا که بخش قابل توجهی از نمود و تالالو کانی و سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی پس از برش، تراش، ساب و صیقل مشخص می‌شود به این منظور نمونه‌ها باید به کارگاه‌های تراش ارسال شود. پس از این مرحله برای نمونه‌ها شناسنامه به همراه عکس تهیه شود.

۴-۶- تجزیه و تحلیل داده‌ها

- در این مرحله کلیه کارهای انجام شده در مرحله شناسایی مانند کارهای مطالعاتی، برداشت‌های صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی و کارگاهی، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و در پایان مناطق اولویت‌دار برای اکتشافات مرحله پی‌جویی مشخص می‌شوند.

۴-۷- تهیه گزارش مرحله شناسایی

- گزارش مرحله شناسایی شامل سرفصل‌های زیر است که باید به صورت نسخه‌های کاغذی صحافی شده و لوح فشرده ارائه شود:
- الف - چکیده:** در چکیده اهداف طرح، عملیات اکتشافی انجام شده و نتایج به دست آمده به طور مختصر ارائه می‌شود (حداکثر ۱ صفحه).

1- Mississippi valley type

ب- فهرست‌ها

- فهرست مطالب
- فهرست شکل‌ها
- فهرست نمودارها و جدول‌ها

پ- فصل اول: کلیات

- آشنایی
- موقعیت جغرافیایی، راه‌های دسترسی، بوم‌شناسی و شرایط اقلیمی
- کارهای انجام شده قبلی
- اهداف
- روش کار
- مختصری درباره هر کانی و سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی مورد نظر از نظر زمین‌شناسی و بازرگانی اقتصادی (حداکثر ۳-۴ صفحه).

ت- فصل دوم: زمین‌شناسی

- چینه‌شناسی عمومی، ویژگی‌های ساختاری، ماگماتیسم، دگرگونی و کانی‌سازی‌ها
- بررسی زمین‌شناسی زون‌های ساختاری و ویژگی‌های زمین‌شناسی
- معرفی فرآیندهای مرتبط با تشکیل ذخایر سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

ث- فصل سوم: بررسی‌های اکتشافی

- الف- برداشت‌های صحرایی اولیه در امتداد نیمرخ‌های عرضی
- ب- برداشت نمونه به همراه مختصات دقیق آن‌ها به کمک G.P.S
- پ- بررسی پراکندگی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی و ارتباط آن‌ها با سنگ‌های درونگیر و میزبان
- ت- بازدید از کندوکاوهای قدیمی و برداشت نمونه

ج- فصل چهارم: نتایج مطالعات آزمایشگاهی و کارگاهی

بررسی‌های میکروسکوپی، مطالعات کانی‌شناسی دستگاهی به روش پراش اشعه ایکس، نتایج برش، تراش، ساب و صیقل و پردازش نمونه‌های منتخب

چ- فصل پنجم: تجزیه، تحلیل و تلفیق

- پردازش داده‌های صحرایی و آزمایشگاهی
- اولویت‌بندی اطلاعات و تهیه بانک اطلاعاتی
- اولویت‌بندی مناطق امیدبخش

ح- فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- معرفی کانی‌های شناسایی شده از دیدگاه زمین‌شناسی و ارزش اقتصادی آنها
- ارایه برنامه اکتشافات مرحله پی‌جویی
- ارایه برنامه زمان‌بندی و هزینه‌ها

خ- فهرست منابع

د- پیوست

- نقشه‌های ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰ زمین‌شناسی
- نتایج مطالعات میکروسکوپی و دستگاهی
- آلبوم نمونه‌های مورد مطالعه

در جدول ۴-۱ چک‌لیست فهرست خدمات مرحله شناسایی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی آورده شده است.

جدول ۴-۱- چک‌لیست مرحله شناسایی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

شرح	عملیات	تایید	رد	بازنگری
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	<p>- اطلاعات زمین‌شناسی، گزارش‌های زمین‌شناسی و معدنی مربوط به منطقه مطالعاتی مورد نظر، گزارش‌های اکتشافی، به همراه کتاب‌های مرجع، مقالات علمی، پایان‌نامه‌ها و رساله‌های مرتبط جمع‌آوری شوند.</p> <p>- جمع‌آوری نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی موجود در منطقه مورد نظر از قبیل نقشه‌های ۱:۲۵۰,۰۰۰، ۱:۱۰۰,۰۰۰، ۱:۵۰,۰۰۰ و ۱:۲۵,۰۰۰</p> <p>- جمع‌آوری گزارش و نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ اکتشافات ژئوشیمیایی و به ویژه گزارش کانی‌های سنگین</p>			

ادامه جدول ۴-۱- چک‌لیست مرحله شناسایی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

شرح	عملیات	تایید	رد	بازنگری
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	- جمع‌آوری داده‌های معادن شدادی و اطلاعات باستان‌شناسی			
پردازش اطلاعات جمع‌آوری شده	- دسته‌بندی کلیه گزارش‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده - ارزیابی اطلاعات موجود - ارزیابی اطلاعات زمین‌شناسی منطقه‌ای با در نظر گرفتن ویژگی‌های زمین‌شناسی شرایط تشکیل کانی و سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی - تعیین مناطقی که باید مورد بازدید صحرایی اولیه قرار گیرد. - هماهنگی‌های لازم برای بازدیدهای اولیه صحرایی			
مرحله عملیات صحرایی	- برای دستیابی به گروه سیلیس، محدوده‌های سنگ‌های آتشفشانی به ویژه آندزیتی و نواحی پایین‌دستی آن‌ها مورد بازدید قرار می‌گیرد. - در صورتی که توده‌های نفوذی (به ویژه اسیدی) در منطقه وجود داشته باشد، بخش‌های پگماتیتی آن‌ها باید مورد بازدید قرار گیرد و در صورت وجود هر کانی که نمود زیبایی دارد نمونه‌برداری شود. - بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی در مناطق دگرگونی ابتدا یک پیمایش انجام گیرد. باید در این مرحله به درجه و رخساره دگرگونی توجه شود، هر چه درجه دگرگونی بیشتر باشد شرایط تشکیل کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی مساعدتر است. کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی گروه گارنت، کیانیت و اپیدوت در این سنگ‌ها قابل پی‌جویی هستند. - در مناطقی مانند جنوب جازموریان، حاجی‌آباد و بندرعباس در محدوده‌های دگرگونی دارای رخساره گلوکوفان‌شیبست، سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی مانند یشم باید مورد بررسی قرار گیرد. - در مجموعه سنگ‌های آندزیتی که شواهد کانی‌سازی مس وجود دارد، زون‌های اکسیده باید برای فیروزه و کربنات‌های مس مورد مطالعه و ارزیابی قرار گیرد. - در محدوده این سنگ‌ها زون پروپیلیتی برای کانی‌های گروه اپیدوت و نیز زئولیت‌ها باید مورد توجه قرار گیرد. در سنگ‌های پیروکسن‌آندزیت نیز بلورهای خودشکل و زیبای پیروکسن باید از دیدگاه سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی مورد بررسی قرار گیرد. - در مناطق اسکارنی باید دقت زیادی در تشخیص کانی‌های زون اسکارنی به عمل آید. - در کانی‌سازی نوع MVT (ذخایر تیپ دره می‌سی‌سی‌پی) برای کانی‌های فلورین‌دار به ویژه سازندهای الیکا و شتری در تریاس و دولومیت‌های سلطانیه در سازند البرز - زون‌های تراورتنی برای کشف اونیکس باید مورد بررسی قرار گیرد.			

ادامه جدول ۴-۱ - چک لیست مرحله شناسایی کانی ها و سنگ های قیمتی و نیمه قیمتی

شرح	عملیات	تایید	رد	بازنگری
مرحله عملیات صحرایی	<ul style="list-style-type: none"> - مجموعه بالایی زون های اوفیولیتی برای شناسایی زل های سیلیسی (کلسدوئن)، کانی های سیلیکاته منگنز (براونیت) و کربنات منگنز (رودوکروزیت) باید مورد بررسی قرار گیرد. - قلوه های سیلیس رنگین در نهشته های کنگلومرای نظیر کنگلومرای بختیاری باید مورد بررسی قرار گیرد. - گنبد های نمکی باید برای کشف آهن اولیژیستی و اپیدوت (همراه با سری هرمز) بررسی شود. - دانسته های تاریخی درباره گوهرها و پرس وجوهای محلی نیز باید برای دستیابی به اندیس های معدنی استفاده شود. 			
مرحله آزمایشگاهی و کارگاهی	<ul style="list-style-type: none"> - در صورت یافتن نمونه های خیلی زیبا، به جای آزمایش X.R.D که باید بخشی از نمونه را خرد کرد توصیه می شود نمونه ها به آزمایشگاه گوهرشناسی ارسال شود و با استفاده از سایر روش ها مورد مطالعه و شناسایی قرار گیرد. - ارسال نمونه ها به کارگاه های تراش - تهیه شناسنامه به همراه عکس 			

فصل ۵

فهرست خدمات مرحله پی جویی

۵-۱- آشنایی

در این مرحله، اکتشاف در محدوده‌های امیدبخش اولویت‌بندی می‌شود. زون‌های معدنی بر اساس نوع مشخص شده و ویژگی آن‌ها به صورت کامل ارایه می‌شود.

در صورتی که سنگ‌ها و کانی‌های شناسایی شده جزو انواع نیمه‌قیمتی باشند نظیر گروه سیلیس، اپیدوت و نظایر آن‌ها می‌توان مراحل شناسایی و پی‌جویی را همزمان انجام داد.

مقیاس مطالعات در این مرحله ۱:۲۵۰۰۰ است و فعالیت‌هایی که در این مرحله انجام می‌شود، شامل موارد زیر است.

۵-۲- جمع‌آوری اطلاعات

اطلاعات و مدارکی که در این مرحله باید جمع‌آوری شوند عبارت‌اند از:

- گزارش مرحله شناسایی
- کارهای انجام شده به ویژه گزارش مرحله شناسایی
- جمع‌آوری نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و توپوگرافی موجود و فایل رقومی آن‌ها
- تهیه عکس‌های ماهواره‌ای و هوایی
- جمع‌آوری اطلاعات محلی چون شرایط جغرافیایی، اقلیمی، اجتماعی و نظایر آن‌ها

۵-۳- مطالعات و بررسی‌های دفتری

- در این مرحله اقدامات زیر انجام می‌شود:
- مطالعه گزارش مرحله شناسایی و تحلیل و تفسیر در راستای اکتشاف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی که شواهد آن به دست آمده است.
- مطالعه نقشه‌های زمین‌شناسی
- تعیین محدوده‌هایی که باید نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ از آن‌ها تهیه شود.
- تعیین حدود محل نیمرخ‌هایی که باید در این مرحله پیمایش شوند.
- تعیین موقعیت حفریات اکتشافی سطحی (ترانشه و چاهک) و برآورد حجم احتمالی آن‌ها. از جدول ۵-۱ می‌توان به عنوان یک راهنمای عمومی استفاده کرد.

جدول ۵-۱- راهنمای عمومی برای برآورد حجم حفریات اکتشافی سطحی

نوع کانی و سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی	حجم ترانشه (متر مکعب)	چاهک (متر مکعب)	ملاحظات
گروه سیلیس	۴۰۰-۶۰۰	حدود ۱۰۰	در صورتی که زمین‌ها ابرفتی باشند و در این مرحله بتوان یک تخمین ذخیره کرد.
گروه گارنت	۱۰۰-۲۰۰	حدود ۵۰	در صورتی که سنگ‌های متامورفیک ناحیه‌ای باشند.
کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی پگماتیتی	حدود ۱۰۰-۲۰۰	حدود ۲۰	دقت شود اگر کانی‌های اتومورف وجود دارند و با ارزش هستند و عملیات حفاری آسیبی به این کانی‌ها وارد خواهد کرد این عملیات در این مرحله حذف شوند.
فیروزه	حدود ۲۰۰-۳۰۰	حدود ۵۰	باید دقت شود در هنگام حفاری نمونه‌ها وارد باطله نشوند.
کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی اسکارنی	حدود ۱۰۰-۲۰۰	حدود ۲۰	در صورتی ترانشه‌زنی و چاهک انجام شود که اسکارن‌ها هوازده باشند.
کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی رگه‌های گرمایی	حدود ۲۰۰	-	حجم ترانشه بستگی به ابعاد رگه‌ها و جنس و سختی سنگ میزبان دارد.

- برآورد تعداد و نحوه نمونه‌برداری از سطح، ترانشه و چاهک

- برنامه‌ریزی و زمان‌بندی برای عملیات صحرائی

- طراحی شبکه نمونه‌برداری کانی‌های سنگین بر پایه مقیاس نقشه ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی، حدود ۲ تا ۳ نمونه در هر کیلومتر مربع در مناطقی که برونزدهای سنگی وجود دارند و حدود ۵ نمونه در مناطقی که پوشش ابرفتی مشاهده می‌شود.

۵-۴- عملیات صحرائی

- تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ یا ۱:۲۰۰۰۰۰ از روی عکس‌های هوایی

- در هنگام تهیه نقشه باید به مباحث زیر توجه شود:

- کانی قیمتی و نیمه‌قیمتی از گروه سیلیس چنانچه سنگ‌های میزبان آتشفشانی باشد باید در تفکیک، واحدهای آتشفشانی و واحدهای پیروکلاستیک دقت شود.

- عوامل زمین‌شناسی مانند تراکم و روند گسله‌ها و شکستگی‌ها و میزان بازشدگی آن‌ها، محور چین‌خوردگی‌ها با دقت برداشت شود.

- در سنگ‌های متامورفیک نمونه‌هایی برای تعیین رخساره دگرگونی برداشت شود تا بتوان در مورد پروتولیت سنگ دگرگونی اظهار نظر کرد.

- در محیط‌های پگماتیتی باید نوع پگماتیت، کانی‌های حامل و پاراژنز آن‌ها برداشت شود.

- در محدوده‌های اسکارنی باید تمرکز نمونه‌برداری و برداشت روی زون‌های اسکارن انجام گیرد و بخش اسکارنی از بخش‌های غیراسکارنی تفکیک شود.
- ترانسه، چاهک و کلیه حفاریات اکتشافی بر روی نقشه نشان داده شود.
- هنگام برداشت زمین‌شناسی در عملیات صحرایی با توجه به سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی نوع ذخیره پیش‌بینی شود.
- ضخامت آبرفت برداشت شود.
- در این مرحله در صورت امکان تخمین ذخیره برای سنگ‌های نیمه‌قیمتی گروه سیلیس و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی پلاسری انجام شود.
- در صورتی که سنگ و کانی قیمتی به صورت محصول جنبی یک کانسار فلزی یا غیرفلزی دیگر باشد مطالعات برای تعیین ذخیره محصول جنبی که ارزش سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی دارد نیز انجام شود.

۵-۵- مطالعات آزمایشگاهی و کارگاهی

- مطالعات آزمایشگاهی اغلب بر روی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی شامل کانی‌شناسی و شناخت ناخالصی آن‌ها، ضریب شکست، چگالی، تعیین کانی‌های همراه و تراش و ساب اولیه است.
- برای شناخت انواع کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی آزمون‌های زیر توصیه می‌شود:
- گروه سیلیس زیرگروه کوارتز: کانی‌شناسی به روش XRD، اندازه‌گیری ضریب شکست
 - گروه سیلیس زیرگروه عقیق: مطالعات میکروسکوپی نوری، ضریب شکست، چگالی و تراش
 - گروه گارنت: کانی‌شناسی به روش‌های میکروسکوپی نوری و XRD، ضریب شکست و چگالی
 - گروه تورمالین: کانی‌شناسی به روش‌های میکروسکوپی نوری و XRD، درصد عناصر کمیاب، ضریب شکست، چگالی
 - فیروزه: کانی‌شناسی به روش XRD، چگالی
 - گروه اپیدوت: کانی‌شناسی به روش‌های میکروسکوپی نوری و XRD، چگالی
 - گروه کروندم (قرمز، آبی و کبود): کانی‌شناسی به روش XRD، چگالی، سختی و ضریب شکست

۵-۶- گزارش نهایی مرحله پی جویی

الف- چکیده (حداکثر یک صفحه)

ب- مقدمه

- اهداف پروژه
- معرفی محدوده جغرافیایی (در حدود یک پاراگراف)
- اشاره به نوع یا انواع کانی و سنگ قیمتی و نیمه‌قیمتی و لیتولوژی فراگیر (در حدود یک پاراگراف)
- کارهای انجام شده طی مطالعات و روش مطالعه

پ- فصل اول: کلیات

- موقعیت جغرافیایی، راه‌های دسترسی، بوم‌شناسی و شرایط اقلیمی
- مطالعات انجام شده پیشین، نقشه‌های تهیه شده، تاریخچه مطالعات
- انواع کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی موجود در محدوده
- اهداف و روش مطالعه

ت- فصل دوم: زمین‌شناسی عمومی منطقه

- چینه‌شناسی عمومی، ویژگی‌های ساختاری، ماگماتیسم، دگرگونی و کانی‌سازی‌ها
- بررسی زمین‌شناسی زون‌های ساختاری و ویژگی‌های زمین‌شناسی
- معرفی فرآیندهای مرتبط با تشکیل ذخایر سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی
- ارتباط کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی و لیتولوژی سنگ‌های فراگیر و میزبان

ث- فصل سوم: زمین‌شناسی منطقه‌ای

- در این فصل مطالعات به صورت منطقه‌ای و در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ به شرح زیر ارائه می‌شود:
- توصیف تمام واحد سنگی موجود در محدوده مورد مطالعه (۱:۲۵۰۰۰) از قدیم به جدید
 - توصیف ماگماتیسم و دگرگونی محدوده مورد مطالعه (۱:۲۵۰۰۰) و معرفی رخساره‌های دگرگونی
 - زمین‌شناسی ساختاری محدوده مورد مطالعه شامل شیب و امتداد لایه‌ها، درزه‌ها، گسل‌ها، تهپه رزیدیاگرام (گلسرخی) به همراه تعیین تاثیر گسل و شکستگی‌ها بر روی سنگ‌های درونگیر کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

- تعیین زون های حاوی کانی های قیمتی و نیمه قیمتی که باید مورد اکتشاف قرار گیرد.

ج- فصل چهارم: مطالعات اکتشافی و حفریات

- برداشت و رسم نیمرخ های طولی و عرضی

- حفر ترانشه و چاهک، برداشت ترانشه ها و چاهک ها (درمقیاس ۱:۱۰۰ یا ۱:۲۰۰)

- نمونه برداری ها از حفریات اکتشافی

- مطالعه، برداشت و نمونه برداری از کارهای شدادی

- تعیین مناطق و زون های دارای سنگ قیمتی و نیمه قیمتی

چ- فصل پنجم: مطالعات آزمایشگاهی - کارگاهی

- در این فصل نتایج آزمون های انجام شده به همراه تعبیر و تفسیر و نتایج آن ها ارائه می شود.

- مقایسه نتایج به دست آمده با وضعیت بازار

ح- فصل ششم: زمین شناسی اقتصادی

- در این فصل گسترش سطحی و عمقی ماده معدنی به همراه ویژگی های کانی های قیمتی و نیمه قیمتی ارائه می شود.

- معرفی ویژگی های کانی شناختی ماده معدنی، باطله ها و تعیین تغییرات کانی شناسی و شیمیایی ماده معدنی نسبت به سنگ

میزبان

- نقش پدیده های ساختاری در استحکام کانی ها و سنگ های قیمتی و نیمه قیمتی

- وضعیت پراکندگی سنگ ها و کانی های قیمتی و تعیین زون های معدنی

- تخمین ذخیره به همراه ابعاد، تراکم و شکل کانی ها و سنگ های قیمتی (نشریه ۳۷۹)

- بررسی شرایط تشکیل سنگ ها و کانی های قیمتی و نیمه قیمتی

خ- فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهاد

در این فصل بر اساس نتایج مطالعات انجام شده موارد زیر تعیین می شوند:

- کانی های دارای ارزش اقتصادی و کانی های همراه

- اولویت‌بندی زون‌های کانه‌دار برای مرحله بعدی اکتشافات
- ارزیابی اقتصادی محدوده
- ارایه معیارهای تصمیم‌گیری برای ادامه یا توقف عملیات
- ارایه برنامه زمان‌بندی، هزینه مرحله اکتشاف عمومی

د- پیوست

- نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی و زمین‌شناسی تهیه شده
- نقشه برداشت نیمرخ‌های عرضی و طولی، ترانشه‌ها و چاهک‌ها
- نتایج مطالعات آزمایشگاهی و کارگاهی
- آلبوم نمونه‌های پرداخت شده
- فایل الکترونیکی گزارش

در جدول ۵-۱ چک‌لیست فهرست خدمات اکتشافی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی در مرحله پی‌جویی ارایه شده است.

جدول ۵-۱- چک‌لیست مرحله پی‌جویی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

شرح	عملیات	تایید	رد	بازنگری
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	<ul style="list-style-type: none"> - گزارش مرحله شناسایی - کارهای انجام شده به ویژه گزارش مرحله شناسایی - جمع‌آوری نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و توپوگرافی موجود و فایل رقومی آن‌ها - تهیه عکس‌های ماهواره‌ای و هوایی - جمع‌آوری اطلاعات محلی چون شرایط جغرافیایی، اقلیمی، اجتماعی و نظایر آن 			
مطالعات دفتری	<ul style="list-style-type: none"> - مطالعه گزارش مرحله شناسایی و تحلیل و تفسیر در راستای اکتشاف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی که شواهد آن به دست آمده است. - مطالعه نقشه‌های زمین‌شناسی - تعیین محدوده‌هایی که باید نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ از آن‌ها تهیه شود. 			

ادامه جدول ۵-۱- چک لیست مرحله پی جویی کانی ها و سنگ های قیمتی و نیمه قیمتی

شرح	عملیات	تایید	رد	بازنگری
مطالعات دفتری	<ul style="list-style-type: none"> - تعیین حدود محل نیمرخ هایی که باید در این مرحله پیمایش شوند. - تعیین موقعیت حفریات اکتشافی سطحی (ترانشه و چاهک) و برآورد حجم احتمالی آن ها - برآورد تعداد و نحوه نمونه برداری از سطح، ترانشه و چاهک - برنامه ریزی و زمان بندی برای عملیات صحرایی - طراحی شبکه نمونه برداری کانی های سنگین بر پایه مقیاس نقشه ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی، حدود ۲-۳ نمونه در هر کیلومتر مربع در مناطقی که برونزدهای سنگی وجود دارند و حدود ۵ نمونه در مناطقی که پوشش آبرفتی مشاهده می شود. 			
عملیات صحرایی	<ul style="list-style-type: none"> - تهیه نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ یا ۱:۲۰۰۰۰۰ از روی عکس های هوایی - در هنگام تهیه نقشه باید به مباحث زیر توجه شود: - کانی قیمتی و نیمه قیمتی از گروه سیلیس چنانچه سنگ های میزبان آتشفشانی باشد در تفکیک، واحدهای آتشفشانی و واحدهای پیروکلاستیک دقت شود. - عوامل زمین شناسی مانند تراکم و روند گسله ها و شکستگی ها و میزان بازشدگی آن ها، محور چین خوردگی ها با دقت برداشت شود. - در سنگ های متامورفیک نمونه هایی برای تعیین رخساره دگرگونی برداشت شود تا بتوان در مورد پروتولیت سنگ دگرگونی اظهار نظر کرد. - در محیط های پگماتیتی باید نوع پگماتیت، کانی های حامل و پاراژنز آن ها برداشت شود. - در محدوده های اسکارنی باید تمرکز نمونه برداری و برداشت روی زون های اسکارنی انجام گیرد و بخش اسکارنی از بخش های غیراسکارنی تفکیک شود. - ترانشه، چاهک و کلیه حفریات اکتشافی بر روی نقشه نشان داده شود. - هنگام برداشت زمین شناسی در عملیات صحرایی با توجه به سنگ ها و کانی های قیمتی و نیمه قیمتی نوع ذخیره پیش بینی شود. - ضخامت آبرفت برداشت شود. - در این مرحله در صورت امکان تخمین ذخیره برای سنگ های نیمه قیمتی گروه سیلیس و سنگ های قیمتی و نیمه قیمتی پلاسری انجام شود. - در صورتی که سنگ و کانی قیمتی به صورت محصول جنبی یک کانسار فلزی یا غیرفلزی دیگر باشد مطالعات برای تعیین ذخیره محصول جنبی که ارزش سنگ قیمتی و نیمه قیمتی دارد نیز انجام شود. 			

ادامه جدول ۵-۱- چک‌لیست مرحله پی‌جویی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

بازنگری	رد	تایید	عملیات	شرح
			<ul style="list-style-type: none"> - گروه سیلیس زیرگروه کوارتز: کانی‌شناسی به روش XRD، اندازه‌گیری ضریب شکست - گروه سیلیس زیرگروه عقیق: مطالعات میکروسکوپی نوری، ضریب شکست، چگالی و تراش - گروه گارنت: کانی‌شناسی به روش‌های میکروسکوپی نوری و XRD، ضریب شکست و چگالی - گروه تورمالین: کانی‌شناسی به روش‌های میکروسکوپی نوری و XRD، درصد عناصر کمیاب، ضریب شکست، چگالی - فیروزه: کانی‌شناسی به روش XRD، چگالی - گروه اپیدوت: کانی‌شناسی به روش‌های میکروسکوپی نوری و XRD، چگالی - گروه کروندم (قرمز، آبی و کبود): کانی‌شناسی به روش XRD، چگالی، سختی و ضریب شکست 	مطالعات آزمایشگاهی

فصل ٦

فهرست خدمات مرحله

اکتشاف عمومی

۱-۶- آشنایی

این مرحله از اکتشاف در مناطقی آغاز می‌شود که فعالیت‌های اکتشافی در مراحل شناسایی و پی‌جویی مثبت ارزیابی شده باشند. در این مناطق که نمونه‌هایی در مراحل قبلی به صورت کارگاهی، برش و صیقل داده شده و مورد پسند بوده‌اند. اکتشافات مرحله عمومی و تفصیلی بیشتر برای سنگ‌های قیمتی به کار گرفته می‌شود. در مرحله اکتشافات عمومی و تفصیلی اطلاعات عمقی برای پی بردن به ویژگی‌های ذخیره جمع‌آوری و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

وسعت محدوده اکتشافی در این مرحله بستگی به نوع کانی یا سنگ قیمتی یا نیمه‌قیمتی و نیز ویژگی‌های زمین‌شناسی سنگ‌های فراگیر و سنگ میزبان دارد. حدود تقریبی وسعت محدوده در گروه‌های مختلف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی و ویژگی‌های زمین‌شناسی آن‌ها در جدول ۱-۶-۱-۶ ارائه شده است.

جدول ۱-۶-۱-۶- وسعت تقریبی محدوده‌های اکتشافی برای سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی در مراحل اکتشافات عمومی و تفصیلی

نوع سنگ	سنگ میزبان و فراگیر آتشفشانی	سنگ‌های پگماتیتی	زون‌های اسکارنی	متامور فیک	پلاسری
گروه سیلیس	به طور متوسط ۱۰ کیلومتر مربع	۱ کیلومتر مربع			۵-۵۰ کیلومتر
گروه گارنت، کینایت		۱-۲ کیلومتر	۱-۵ کیلومتر	۲-۱۰ کیلومتر	۱-۱۰ کیلومتر
فیروزه	۱-۵				
اپیدوت	۱-۲ در زون‌های متاسوماتیزم		۱-۱۰ کیلومتر	۱-۵ کیلومتر	۱-۱۵ کیلومتر
گروه تورمالین، توپاز		۲-۷/۵ کیلومتر			۲-۲۰ کیلومتر
سنگ‌های سرپانتینی و دونیتی	-	-	-	۲-۱۰	-
سنگ یشم	-	-	-	۵-۱۰	-
کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی متفرقه (مانند پیروکسن در سنگ‌های آتشفشانی معمولاً سنگ ویژگی‌های زمین‌شناسی سنگ میزبان را دارد.	-	-	-	-	-

فعالیت‌های اکتشافی که در مرحله اکتشاف عمومی باید انجام گیرد، به شرح زیر است:

۲-۶- جمع‌آوری داده‌ها

- جمع‌آوری کلیه داده‌های مراحل شناسایی و پی‌جویی و نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی ۱:۲۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵,۰۰۰
- جمع‌آوری نتایج نمونه‌های تراش داده شده و آلبوم‌های موجود
- جمع‌آوری اطلاعات زمین‌شناسی، کانی‌شناسی و محیط پیدایش و روش‌های آزمایشگاهی سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی که در مراحل پیشین گزارش شده است.

- سفارش و تهیه عکس‌های هوایی یا عکس‌های ماهواره‌ای مناسب
- جمع‌آوری اطلاعات بازرگانی و تجاری سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی موجود در محدوده مورد مطالعه

۳-۶- مطالعات و بررسی‌های دفتری

- ارزیابی نقشه‌های زمین‌شناسی، مطالعات کانی‌سنگین و نیمرخ‌های برداشت شده در مراحل شناسایی و پی‌جویی
- مطالعه و بررسی آزمایشات انجام شده
- بررسی نمونه‌های کار شده در مرحله پی‌جویی و مقایسه آن‌ها با نمونه‌های جهانی و ارزیابی اهمیت اقتصادی و تجاری آن‌ها در بازار داخلی و بین‌المللی

۴-۶- عملیات اکتشافی

عملیات اکتشافی در این مرحله شامل فعالیت‌های زیر است که به صورت سیستماتیک انجام می‌شود:

- تهیه نقشه زمین‌شناسی - توپوگرافی ۱:۵۰۰۰
- اکتشافات ژئوشیمیایی به روش کانی‌سنگین، (روش نمونه‌برداری مشابه مطالعات ژئوشیمی اکتشافی است ولی اهداف آن کمی و ارزیابی وضعیت کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی است)
- مطالعات ژئوفیزیکی بر اساس نوع سنگ و کانی‌قیمتی و نیمه‌قیمتی (به فصل سوم مراجعه شود).
- حفر و برداشت ترانشه و چاهک
- نمونه‌برداری از حفریات اکتشافی
- شناسایی میکروسکوپی و دستگاهی نمونه‌ها و تعیین کیفیت و ارزش اقتصادی آن‌ها
- مطالعات فرآوری
- پردازش داده‌های زمین‌شناسی با توجه به نیمرخ‌ها و حفریات سطحی انجام شده

۵-۶- پردازش داده‌ها و تلفیق آن‌ها

- پردازش مطالعات ژئوفیزیک و ترسیم نقشه ژئوفیزیکی
- تعیین تراکم کانی‌های قیمتی، ابعاد آن‌ها و درصد کانی‌قیمتی
- تخمین ذخیره به روش کلاسیک (مطابق نشریه شماره ۳۷۹)

- تراش و پردازش تعدادی نمونه از هر گروه کانی شناخته شده و تهیه کلکسیون، شناسنامه و آلبوم

- ارزیابی اقتصادی

- مطالعات فرآوری در مقیاس پایه

۶-۶- ساختار گزارش نهایی

الف- چکیده: خلاصه‌ای از نتایج مطالعات انجام شده و کمیت و کیفیت کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی و ارزیابی محدوده اکتشافی (حداکثر ۱ تا ۲ صفحه)

ب- مقدمه: اشاره به محدوده مطالعاتی و اهداف پروژه

پ- فصل اول: کلیات

- موقعیت جغرافیایی، راه‌های دسترسی، بوم‌شناسی و شرایط اقلیمی

- مطالعات انجام شده پیشین، نقشه‌های تهیه شده، تاریخچه مطالعات

- انواع کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی موجود در محدوده

- اهداف و روش مطالعه

ت- فصل دوم: زمین‌شناسی

در این فصل محدوده مورد مطالعه از دیدگاه زمین‌شناسی با دقت و مقیاس ۱:۵۰۰۰ توصیف می‌شود. در ابتدا زمین‌شناسی ناحیه‌ای و ساختاری و سپس زمین‌شناسی محدوده اکتشافی در حد نقشه زمین‌شناسی تهیه شده، به صورت زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد:

- واحدهای سنگی، چینه‌شناسی، زمین‌ساخت به همراه فرآیندهای آذرین و دگرگونی در مقیاس ناحیه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

- فعالیت‌های آذرین و دگرگونی تاثیرگذار در محدوده نقشه ۱:۵۰۰۰ توصیف و با زمین‌شناسی ناحیه‌ای مقایسه می‌شوند. عملکرد فعالیت‌های آذرین و دگرگونی و انواع رخساره‌ها و سنگ اولیه به صورت کامل مورد بررسی قرار می‌گیرند. واحدهای دارای کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

- زمین‌شناسی ساختاری محدوده مورد مطالعه شامل شیب و امتداد لایه‌ها، درزه‌ها، گسل‌ها و چین‌خوردگی‌ها توصیف و با رسم نمودار گل‌سرخ وضعیت توزیع تنش‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

- ویژگی‌های بنیادی نظیر پتروگرافی و کانی‌شناسی و نوع کانی و سنگ قیمتی در هر واحد سنگی به تفصیل بررسی می‌شود.

ث- فصل سوم: مطالعات ژئوفیزیکی

در اکتشافات پاره‌ای از کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی، از روش‌های ژئوفیزیکی طبق نظر کارشناس خبره استفاده می‌شود (مراجعه به فصل سوم). در این صورت موارد زیر باید در این فصل ارایه شوند:

- روش‌های ژئوفیزیکی به کار گرفته شده و نوع عملیات

- طراحی شبکه و روش برداشت

- تصحیحات و درصد خطاها

- پردازش داده‌ها

- توصیف آنومالی‌های ژئوفیزیکی (نقشه‌ها و نیمرخ‌ها)

- تجزیه و تحلیل نتایج

- ارایه راه‌کارهای اکتشافی و تعیین مناطق مستعد

ج- فصل چهارم: حفریات اکتشافی

- برداشت نیمرخ‌های عرضی

- حفر چاهک و ترانشه

- برداشت چاهک و ترانشه در مقیاس ۱:۱۰۰

- نمونه‌برداری از حفریات سطحی

چ- فصل پنجم: زمین‌شناسی اقتصادی

- وسعت بروزندهای کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی، ضخامت آن‌ها به همراه اظهار نظر درباره گسترش عمقی آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

- تغییرات روند و یا تغییرات شکل ماده معدنی کاملاً مشخص می‌شود.

- کیفیت و کمیت کانی‌شناسی کانی‌های مفید و مضر و تغییرات رنگ آن‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

- با توجه به وسعت زون کانه‌دار و تراکم و درصد کانی و سنگ قیمتی تخمین ذخیره بر اساس نشریه شماره ۳۷۹ انجام می‌گیرد.

- خاستگاه کانسار و چگونگی تشکیل کانی و یا سنگ قیمتی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.
- با توجه به خاستگاه، حفریات اکتشافی و برداشت زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ در مورد گسترش ماده معدنی در محدوده مورد بررسی و یا خارج از محدوده اظهار نظر می‌شود.

ح- فصل ششم: تلفیق داده‌ها، پیشنهادات و نتیجه‌گیری

- فراوانی و درصد نسبی کانی و سنگ قیمتی به همراه همایند کانی‌شناسی مورد بررسی قرار می‌گیرد و وجود کانی‌های مفید و مضر ارزیابی می‌شود.
- مطالعات فرآوری به منظور جداسازی کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی از سنگ میزبان
- شکل ماده معدنی، گسترش سه‌بعدی آن و تغییرات کیفیت کانی و سنگ قیمتی مورد بررسی قرار می‌گیرد.
- تراش، ساب، صیقل و پرداخت نمونه‌ها
- ارزیابی نمونه‌های تراش داده شده
- مطالعات پیش‌امکان‌سنجی
- نتیجه‌گیری و پیشنهادات
- ارزیابی معیارهای تصمیم‌گیری
- برنامه زمان‌بندی
- هزینه مرحله اکتشافی بعدی

خ- پیوست‌ها

- نقشه‌ها و نیمرخ‌های تهیه شده
- نقشه‌ها و نیمرخ‌های ژئوفیزیکی
- نیمرخ ترانشه‌ها و چاهک‌ها
- نتایج تجزیه شیمیایی، مطالعات پتروگرافی و کانی‌شناسی
- آلبوم از نمونه‌های برش داده شده
- فایل الکترونیکی

جدول ۶-۱- چک‌لیست مرحله اکتشاف عمومی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

شرح	عملیات	تایید	رد	بازنگری
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	<ul style="list-style-type: none"> - جمع‌آوری کلیه داده‌های مراحل شناسایی و پی‌جویی و نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰۰ - جمع‌آوری نتایج نمونه‌های تراش داده شده و آلبوم‌های موجود - جمع‌آوری اطلاعات زمین‌شناسی، کانی‌شناسی و محیط پیدایش و روش‌های آزمایشگاهی سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی که در مراحل پیشین گزارش شده است. - سفارش و تهیه عکس‌های هوایی یا تصاویر ماهواره‌ای مناسب - جمع‌آوری اطلاعات بازرگانی و تجاری سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی موجود در محدوده مورد مطالعه 			
مطالعات دفتری	<ul style="list-style-type: none"> - ارزیابی نقشه‌های زمین‌شناسی، مطالعات کانی سنگین و نیمرخ‌های برداشت شده در مراحل شناسایی و پی‌جویی - مطالعه و بررسی آزمایشات انجام شده - بررسی نمونه‌های کار شده در مرحله پی‌جویی و مقایسه آن‌ها با نمونه‌های جهانی و ارزیابی اهمیت اقتصادی و تجاری آن‌ها در بازار داخلی و بین‌المللی 			
عملیات اکتشافی	<ul style="list-style-type: none"> - تهیه نقشه زمین‌شناسی - توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ - اکتشافات ژئوشیمیایی به روش کانی سنگین، (روش نمونه‌برداری مشابه مطالعات ژئوشیمی اکتشافی است ولی اهداف آن کمی و ارزیابی وضعیت کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی است) - مطالعات ژئوفیزیکی بر اساس نوع سنگ و کانی قیمتی و نیمه‌قیمتی (به فصل سوم مراجعه شود). - حفر و برداشت ترانشه و چاهک - نمونه‌برداری از حفریات اکتشافی - شناسایی میکروسکوپی و دستگاهی نمونه‌ها و تعیین کیفیت و ارزش اقتصادی آن‌ها - مطالعات فرآوری - پردازش داده‌های زمین‌شناسی با توجه به نیمرخ‌ها و حفریات سطحی انجام شده 			
پردازش داده‌ها	<ul style="list-style-type: none"> - پردازش مطالعات ژئوفیزیک و ترسیم نقشه ژئوفیزیکی - تعیین تراکم کانی‌های قیمتی، ابعاد آن‌ها و درصد کانی قیمتی - تخمین ذخیره به روش کلاسیک (مطابق نشریه شماره ۳۷۹) - تراش و پردازش تعدادی نمونه از هر گروه کانی شناخته شده و تهیه کلکسیون، شناسنامه و آلبوم 			
تهیه گزارش				

فصل ۷

فهرست خدمات مرحله

اکتشاف تفصیلی

۷-۱- آشنایی

این مرحله از اکتشاف برای اهدافی انجام می‌شود که نتایج هر سه مرحله مطالعات اکتشافی پیشین آن‌ها مثبت ارزیابی شده و در پایان مرحله اکتشافات عمومی، انجام مطالعات اکتشاف تفصیلی پیشنهاد شده است. این مرحله برای اکتشافات سنگ‌های قیمتی چون الماس، زمرد، یاقوت و نظایر آن‌ها، توصیه می‌شود. این مرحله به طور عمده برای بررسی وضعیت ذخیره به منظور آگاهی از عمق بخش کانه‌دار، کیفیت بلورها و به طور کلی به دست آوردن ابعاد، شکل و کیفیت کانی‌سازی در عمق انجام می‌گیرد.

۷-۲- جمع‌آوری اطلاعات

- جمع‌آوری گزارشات و نقشه‌های پیشین
- جمع‌آوری اطلاعات مربوط به کارهای آزمایشگاهی و کارگاهی (تراش و کارهای انجام شده روی گوهر) و آلبوم‌های تهیه شده از پردازش نمونه‌ها
- جمع‌آوری نتایج مطالعات اکتشافی درباره سنگ یا کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی مشابه در کانسارهای شناخته شده دنیا

۷-۳- مطالعات و بررسی‌های دفتری

- مطالعه کلیه گزارش‌های جمع‌آوری شده و تجزیه و تحلیل آن‌ها
- بررسی سلیقه‌های جامعه و بازار تجارت متناسب با ویژگی‌های کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی
- تعیین محدوده یا محدوده‌هایی که باید نقشه ۱:۵۰۰ یا ۱:۱۰۰۰ تهیه شود.
- طراحی شبکه حفاری و تراکم حفاریات و ابعاد آن‌ها

۷-۴- عملیات صحرائی

- تهیه نقشه ۱:۱۰۰۰ یا ۱:۵۰۰ توپوگرافی از محدوده‌های مشخص شده
- تهیه نقشه ۱:۱۰۰۰ یا ۱:۵۰۰ زمین‌شناسی به صورت استاندارد و برداشت تمام عوارض زمین‌شناسی، کانی‌سازی با برداشت مستقیم زمین
- مطالعات ژئوفیزیکی
- انتخاب روش حفاری و عملیات حفاری
- تراکم و عمق در انواع مختلف کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و واحدهای در برگیرنده به صورت زیر پیشنهاد می‌شود:

- گروه تورمالین، زمرد، توپاز در محیط‌های پگماتیتی: شبکه حفاری باید نسبتاً متراکم به ابعاد 50×50 و عمق حفاری حداکثر ۱۰۰ متر
- گروه گارنت، کیانیت، اپیدوت: در مناطق دگرگونی ناحیه‌ای شبکه حفاری با تراکم کمتر به ابعاد 100×100 و عمق بین ۱۰۰-۵۰ متر
- در محیط اسکارنی (گارنت‌ها، اپیدوت و دیگر کانی‌ها) شبکه باید در امتداد کنتاکت‌ها و تراکم نسبتاً بالا، 50×50 و عمق حفاری حداقل ۱۰۰ متر
- در سنگ‌های آندزیتی دارای فیروزه شبکه حفاری 50×50 متر و عمق با توجه به گستره محیط اکسیدان تعیین می‌شود (باید حفاری تا پایان محیط اکسیدان ادامه یابد).
- در مورد کانی‌های قیمتی مانند زمرد، بریل، یاقوت، سافیر شبکه حفاری متراکم‌تر 25×25 متر و عمق آن بر اساس عوامل منطقه‌ای تعیین می‌شود.

۷-۵- مطالعات آزمایشگاهی

در این مرحله نمونه‌های برداشت شده به کمک روش‌های میکروسکوپی نوری، روش‌های دستگاهی SEM و XRD مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و کیفیت نمونه‌ها از نظر رنگ، جلا، وجود ادخال، بررسی وضعیت ترک و شکستگی با دقت مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. تعدادی نمونه نیز برای تراش به کارگاه ارسال می‌شود تا کیفیت محصول نهایی متناسب با وضعیت بازار تعیین شود.

۷-۶- مطالعه و پردازش داده‌ها

- در این مرحله تمام برداشت‌های زمین‌شناسی و مغزه‌های حفاری ابتدا رقومی شده و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.
- ابعاد زون‌های کانه‌دار و تراکم کانی‌های قیمتی در آن‌ها مشخص می‌شود.
- تخمین ذخیره (مطابق نشریه ۳۷۹)
- کارهای انجام شده کارگاهی (تراش، صیقل، شکل دادن و پرداخت) با نمونه‌های مشابه شناخته شده ارزیابی و مقایسه می‌شوند.
- تهیه آلبوم از نمونه‌های طبیعی و نمونه‌های کار شده
- ارزیابی اقتصادی
- مطالعات زیست‌محیطی

- روش مناسب استخراج

۷-۷- ساختار گزارش نهایی

الف- چکیده: به طور خیلی فشرده اشاره به زمین‌شناسی محدوده، حجم عملیات اکتشافی، مطالعات آزمایشگاهی و کارگاهی، فاکتورهای اقتصاد معدن (ابعاد، ذخیره، عیار) اشاره شود.

ب- مقدمه: معرفی پروژه و اهداف آن، وسعت محدوده اکتشافی و موقعیت آن به همراه سوابق مطالعات قبلی

پ- فصل اول: کلیات

- موقعیت جغرافیایی، راه‌های دسترسی، بوم‌شناسی و شرایط اقلیمی

- مطالعات انجام شده پیشین، نقشه‌های تهیه شده، تاریخچه مطالعات

- انواع کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی موجود در محدوده

- اهداف و روش مطالعه

ت- فصل دوم: زمین‌شناسی ناحیه‌ای

در این فصل ویژگی‌های زمین‌شناسی ناحیه‌ای به صورت مختصر ارائه می‌شود. در این قسمت بیشتر مطالب اشاره به مراحل اکتشافات پیشین و زمین‌شناسی آن‌ها دارد که در این فصل دسته‌بندی، خلاصه‌تر و جمع‌بندی می‌شود.

ث- فصل سوم: زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه

در این فصل تمام ویژگی‌های زمین‌شناسی متناسب با استاندارد نقشه‌های ۱:۱۰۰۰ و یا ۱:۵۰۰ مورد بررسی قرار می‌گیرد. این ویژگی‌ها شامل واحدهای سنگی و تغییرات آن‌ها، سنگ‌های درونگیر، سنگ میزبان کانی و سنگ قیمتی، ارتباط کانی و سنگ قیمتی با سنگ‌های درونگیر و میزبان، امتداد و شیب گسل‌ها و بازشدگی آن‌ها، ابعاد پگماتیت بلورها و بررسی عملکرد فعالیت‌های ساختاری بعدی بر روی کانی و سنگ قیمتی است. موارد ارائه شده در این فصل عبارتند از:

- چینه‌شناسی و مطالعات لیتواستراتیگرافی

- بررسی فرآیندهای آذرین و دگرگونی و رخساره‌های آن‌ها (بیشتر برای سیلیکات‌های آلومینیم)

- ویژگی‌های ساختاری

- دگرسانی

- عوامل کنترل‌کننده ماده معدنی
- نتایج مطالعات آزمایشگاهی بر روی سنگ میزبان

ج- فصل چهارم: حفریات اکتشافی

- برداشت چاهک‌ها و ترانشه‌ها در مقیاس ۱:۱۰۰
- تهیه نمودار حفاری
- برداشت نمونه از حفریات اکتشافی
- تهیه نیمرخ‌های عرضی و بررسی پیوستگی کانی‌سازی

چ- فصل پنجم: زمین‌شناسی اقتصادی

- تعیین وسعت دقیق ماده معدنی، میانگین حجم کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی در یک متر مکعب، حداقل و حداکثر حجم کانی و سنگ قیمتی نسبت به حجم سنگ میزبان برای هر بلوک و کل کانسار
- بررسی کیفیت و کمیت کانی‌های اقتصادی و بررسی تغییرات رنگ و شکستگی آن‌ها
- تعیین مشخصات سه‌بعدی کانسار
- بلوک‌بندی کانسار
- تخمین ذخیره (مطابق نشریه ۳۷۹)
- درصد کانی‌های اصلی قیمتی و کانی‌های هم‌رده، مفید، مضر برای هر بلوک و کل کانسار

ح- فصل ششم: تلفیق داده‌ها

- نتایج مطالعات زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی
- نتایج عملیات حفاری، تعیین شکل ماده معدنی و گسترش سطحی و عمقی آن
- تعیین کیفیت و کمیت کانی‌های اقتصادی
- تراش، ساب، صیقل و پرداخت نمونه‌هایی از کانی‌های اقتصادی
- مطالعات امکان‌سنجی
- مطالعات زیست‌محیطی

خ- پیوست‌های گزارش

- نقشه توپوگرافی و زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰ یا ۱:۵۰۰

- نقشه‌های ژئوفیزیکی

- نمودار حفاری

- نتایج آزمایشات میکروسکوپی نوری و روش‌های دستگاهی (SEM و XRD)

- نتایج مطالعات کارگاهی (برش، تراش، صیقل و پرداخت) و آلبوم تهیه شده از نمونه‌های معدنی و نمونه‌های تراش خورده

در جدول ۷-۱ چک‌لیست فهرست خدمات اکتشاف تفصیلی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی ارایه شده است.

جدول ۷-۱- چک‌لیست مرحله اکتشاف تفصیلی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

شرح	عملیات	تایید	رد	بازنگری
اطلاعات و مدارک مورد نیاز	<ul style="list-style-type: none"> - جمع‌آوری گزارشات و نقشه‌های پیشین - جمع‌آوری اطلاعات مربوط به کارهای آزمایشگاهی و کارگاهی (تراش و کارهای انجام شده روی گوهر) و آلبوم‌های تهیه شده از پردازش نمونه‌ها - جمع‌آوری نتایج مطالعات اکتشافی درباره سنگ یا کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی مشابه در کانسارهای شناخته شده دنیا 			
مطالعات دفتری	<ul style="list-style-type: none"> - مطالعه کلیه گزارش‌های جمع‌آوری شده و تجزیه و تحلیل آن‌ها - بررسی سلیقه‌های جامعه و بازار تجارت متناسب با ویژگی‌های کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی - تعیین محدوده یا محدوده‌هایی که باید نقشه ۱:۵۰۰ یا ۱:۱۰۰۰ تهیه شود. - طراحی شبکه حفاری و تراکم حفاریات و ابعاد آن‌ها 			
عملیات صحرائی	<ul style="list-style-type: none"> - تهیه نقشه ۱:۱۰۰۰ یا ۱:۵۰۰ توپوگرافی از محدوده‌های مشخص شده - تهیه نقشه ۱:۱۰۰۰ یا ۱:۵۰۰ زمین‌شناسی به صورت استاندارد و برداشت تمام عوارض زمین‌شناسی، کانی‌سازی با برداشت مستقیم زمین - مطالعات ژئوفیزیکی - انتخاب روش و عملیات حفاری 			
عملیات آزمایشگاهی	<p>در این مرحله نمونه‌های برداشت شده به کمک روش‌های میکروسکوپی نوری، روش‌های دستگاهی SEM و XRD مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و کیفیت نمونه‌ها از نظر رنگ، جلا، وجود ادخال، بررسی وضعیت ترک و شکستگی با دقت مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. تعدادی نمونه نیز برای تراش به کارگاه ارسال می‌شود تا کیفیت محصول نهایی متناسب با وضعیت بازار تعیین شود.</p>			

ادامه جدول ۷-۱ - چک‌لیست مرحله اکتشاف تفصیلی کانی‌ها و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

بازنگری	رد	تایید	عملیات	شرح
			<ul style="list-style-type: none"> - ابعاد زون‌های کانهدار و تراکم کانی‌های قیمتی در آن‌ها مشخص می‌شود. - تخمین ذخیره (مطابق نشریه ۳۷۹) - ارزیابی و مقایسه کارهای انجام شده کارگاهی (تراش، صیقل، شکل دادن و پرداخت) با نمونه‌های مشابه شناخته شده - تهیه آلبوم از نمونه‌های طبیعی و نمونه‌های کار شده - ارزیابی اقتصادی - مطالعات زیست‌محیطی - روش مناسب استخراج 	مطالعه و پردازش داده‌ها
				تهیه گزارش

عناوین پروژه‌های اکتشاف برنامۀ تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	وضعیت
۱	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های اکتشافی	نشریه شماره ۳۲۸ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۲	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف زغال سنگ	نشریه شماره ۳۵۱ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۳	دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی	نشریه شماره ۳۷۹ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۴	راهنمای ملاحظات زیست‌محیطی در فعالیت‌های اکتشافی	نشریه شماره ۴۹۸ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۵	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف سنگ آهن	نشریه شماره ۵۲۶ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۶	دستورالعمل تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی - اکتشافی بزرگ مقیاس رقومی (۱:۲۵۰۰۰)	نشریه شماره ۵۳۲ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۷	علائم استاندارد نقشه‌های زمین‌شناسی	نشریه شماره ۵۳۹ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۸	دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵۰۰۰)	نشریه شماره ۵۴۰ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۹	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف مس	نشریه شماره ۵۴۱ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۱۰	فهرست خدمات اکتشافی سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی (باریت، بتونیت، زئولیت، سلسنتین، سیلیس، فلدسپار، فلورین)	نشریه شماره ۵۶۶ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۱۱	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف مس سرب و روی	نشریه شماره ۵۸۱ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۱۲	راهنمای مطالعات ژئوفیزیکی اکتشافی به روش‌های مغناطیس‌سنجی، گرانی‌سنجی و لرزه‌نگاری در اکتشافات معدنی	نشریه شماره ۵۹۴ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۱۳	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف آنتیموان	نشریه شماره ۵۹۵ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۱۴	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی	نشریه شماره ۵۹۹ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۱۵	فهرست خدمات و راهنمای مطالعات دورسنجی در اکتشاف مواد معدنی	نشریه شماره ۶۱۵ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۱۶	فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف مواد اولیه سیمان	نشریه شماره ۶۱۷ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۱۷	فهرست خدمات و دستورالعمل بررسی‌های چاه‌پیمایی	نشریه شماره ۶۱۸ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۱۸	راهنمای مطالعات ژئوفیزیکی به روش‌های مقاومت ویژه، پلاریزاسیون القایی، الکترومغناطیسی و پتانسیل خودزا در اکتشاف مواد معدنی	نهایی
۱۹	شرح خدمات مراحل مختلف اکتشاف طلا	در دست تدوین
۲۰	فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف تبخیری‌ها در شورابه‌ها و دریاچه‌ها	در دست تدوین
۲۱	دستورالعمل حفاری گمانه‌های اکتشافی به روش‌های مغزه‌گیری و پودری	در دست تدوین
۲۲	فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف پتاس سنگی	در دست تدوین
۲۳	فهرست خدمات و دستورالعمل اکتشاف سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی - بخش ۱ (نسوزها): خاک نسوز، منیزیت - هونتیت، بوکسیت، نسوزهای آلومینو سیلیکاته (کیانیت، سیلیمانیت و آندالوزیت)، گرافیت، دولومیت	در دست تدوین
۲۴	فهرست خدمات اکتشاف عناصر کمیاب (عناصر نادر خاکی)	در دست تدوین
۲۵	دستورالعمل مدلسازی و محاسبه ذخیره	در دست تدوین
۲۶	راهنمای تهیه گزارش پایانی عملیات اکتشافی	در دست تدوین
۲۷	ضوابط طراحی و دستورالعمل اجرای حفاریات اکتشافی سطحی	در دست تدوین
۲۸	دستورالعمل ارزشیابی و نظارت بر پروژه‌های اکتشافی در مراحل مختلف اکتشاف	در دست تدوین
۲۹	معیارها و دستورالعمل‌های طراحی شبکه تونل، چاه‌های اکتشافی در تپه‌های مختلف کانساری	در دست تدوین
۳۰	فهرست خدمات و دستورالعمل اکتشاف سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی - بخش ۳ (پرلیت، دیاتومیت، ورمیکولیت و شیل‌های منبسط‌شونده) فهرست خدمات اکتشافی	در دست تدوین
۳۱	فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف منابع قرصه (شن و ماسه کوهی، سنگ لاشه و ...)	در دست تدوین
۳۲	دستورالعمل فعالیت زمین‌شناسی استخراجی	در دست تدوین

عناوین پروژه های کمیته استخراج برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	وضعیت
۱	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های استخراجی	نشریه شماره ۳۴۰ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۲	مقررات تهویه در معدن	نشریه شماره ۳۵۰ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۳	دستورالعمل امداد و نجات در معدن	نشریه شماره ۴۸۸ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۴	راهنمای تهیه گزارش‌های طراحی معدن	نشریه شماره ۴۹۶ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۵	راهنمای ارزشیابی دارایی‌های معدنی	نشریه شماره ۴۴۳ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۶	دستورالعمل فنی روشنایی در معدن	نشریه شماره ۴۸۹ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۷	دستورالعمل تهیه نقشه‌های استخراجی معدن	نشریه شماره ۴۴۲ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۸	مقررات فنی آتشیاری در معدن	نشریه شماره ۴۱۰ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۹	دستورالعمل ترابری در معدن	نشریه شماره ۵۰۶ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۱۰	دستورالعمل تحلیل پایداری و پایدارسازی شیب‌ها در معدن روباز	نشریه شماره ۵۳۸ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۱۱	دستورالعمل توزیع هوای فشرده در معدن	نشریه شماره ۵۳۱ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۱۲	راهنمای محاسبه قیمت تمام شده در فعالیت‌های معدنی	نشریه شماره ۵۴۲ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۱۳	دستورالعمل طراحی و اجرای سیستم نگهداری تونل‌های معدنی	نشریه شماره ۵۳۷ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۱۴	دستورالعمل نگهداری و کنترل سقف در کارگاه‌های استخراج	نشریه شماره ۵۳۳ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۱۵	راهنمای آبکشی در معدن	نشریه شماره ۵۷۳ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۱۶	دستورالعمل طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفاریات زیرزمینی	نشریه شماره ۵۷۹ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۱۷	راهنمای ملاحظات زیست‌محیطی در فعالیت‌های استخراجی	نشریه شماره ۶۱۱ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۱۸	راهنمای ارزیابی و کنترل پیامدهای ناشی از انفجار در معدن	نشریه شماره ۶۱۶ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور
۱۹	راهنمای محاسبه بار و توزیع برق در معدن	نهایی
۲۰	دستورالعمل ارزیابی ایمنی، بهداشت و محیط زیست در معدن	نهایی
۲۱	دستورالعمل تعیین مرز تغییر روش استخراج از روباز به زیرزمینی	نهایی
۲۲	دستورالعمل طراحی و اجرای سیستم ابزاربندی و رفتارنگاری در معدن روباز	در دست تدوین
۲۳	ضوابط پر کردن فضاهای زیرزمینی	در دست تدوین
۲۴	راهنمای انتخاب روش استخراج ذخایر معدنی	در دست تدوین
۲۵	دستورالعمل کاربرد روش‌های عددی در طراحی ژئومکانیکی معدن	در دست تدوین
۲۶	دستورالعمل طراحی، احداث، کنترل و هدایت چاه‌های معدنی	در دست تدوین
۲۷	دستورالعمل طراحی‌های ژئومکانیکی حفاریات زیرزمینی	در دست تدوین
۲۸	دستورالعمل ارزیابی و کنترل نشست در معدن	در دست تدوین
۲۹	دستورالعمل اندازه‌گیری‌های ژئومکانیکی در معدن	در دست تدوین
۳۰	دستورالعمل بازرسی و تعمیر سیستم‌های نگهداری حفاریات معدنی	در دست تدوین
۳۱	علایم استاندارد نقشه‌های استخراجی مواد معدنی	در دست تدوین
۳۲	دستورالعمل تخریب در کارگاه‌های استخراج	در دست تدوین
۳۳	دستورالعمل رفتارنگاری و ابزاربندی در معدن زیرزمینی	در دست تدوین
۳۴	راهنمای جانمایی و احداث تاسیسات سطحی در معدن	در دست تدوین
۳۵	راهنمای طراحی و احداث شبکه‌های زیرزمینی	در دست تدوین
۳۶	راهنمای متره و برآورد در فعالیت‌های استخراج معدنی	در دست تدوین

عناوین پروژه‌های فرآوری برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	وضعیت
۱	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های کانه‌آرایی	نشریه شماره ۴۴۱ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۲	فهرست خدمات طراحی پایه واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری مواد معدنی	نشریه شماره ۴۹۷ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۳	راهنمای اکتشاف، استخراج و فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما	نشریه شماره ۳۷۸ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۴	علایم استاندارد نقشه‌های کانه‌آرایی	نشریه شماره ۵۰۸ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۵	دستورالعمل مکان‌یابی واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری	نشریه شماره ۵۱۵ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۶	ضوابط انجام آزمایش‌های کانه‌آرایی در مقیاس آزمایشگاهی، پایه و پیشاهنگ	نشریه شماره ۵۴۴ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۷	راهنمای محاسبه تعیین ظرفیت ماشین‌آلات و تجهیزات واحدهای کانه‌آرایی	نشریه شماره ۵۴۵ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۸	راهنمای انباشت مواد باطله در واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری	نشریه شماره ۵۵۹ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۹	راهنمای حمل و نقل مواد معدنی در مدارهای کانه‌آرایی	نشریه شماره ۵۶۴ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۱۰	شناسایی مواد معدنی و آزادسازی آن‌ها در کانه‌آرایی	نشریه شماره ۵۶۵ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۱۱	راهنمای سنگ‌جوری مواد معدنی به روش‌های دستی یا خودکار	نشریه شماره ۵۵۴ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۱۲	ضوابط و معیارهای انتخاب آسیای خودشکن و نیمه‌خودشکن	نشریه شماره ۵۸۰ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری
۱۳	فهرست خدمات مهندسی تفصیلی واحدهای کانه‌آرایی	در دست تدوین
۱۴	دستورالعمل دانه‌بندی مواد معدنی	در دست تدوین
۱۵	راهنمای تعیین اندیس خردایش در آسیاهای مختلف	در دست تدوین
۱۶	دستورالعمل خردایش مواد معدنی	در دست تدوین
۱۷	معیارهای افزایش مقیاس (Scale up) واحدهای فرآوری	در دست تدوین
۱۸	راهنمای پذیرش و انبار نمونه در مقیاس آزمایشگاهی فرآوری مواد معدنی	در دست تدوین
۱۹	ضوابط و معیارهای قیمت‌گذاری خدمات آزمایشگاهی در فرآوری مواد معدنی	در دست تدوین
۲۰	دستورالعمل دفع آرسنیک، ترکیبات سولفیدی و سیانید در واحدهای فرآوری مواد معدنی در مقیاس آزمایشگاهی	در دست تدوین
۲۱	دستورالعمل نمونه‌برداری در مقیاس‌های مختلف کانه‌آرایی	در دست تدوین
۲۲	معیارهای فنی کنترل بار ورودی، مواد در حال کانه‌آرایی و محصولات تولیدی در واحدهای کانه‌آرایی	در دست تدوین
۲۳	دستورالعمل ایمنی در واحدهای کانه‌آرایی	در دست تدوین
۲۴	ضوابط و معیارهای آماده‌سازی نمونه‌ها در فرآوری مواد معدنی	در دست تدوین
۲۵	راهنمای فنی کنترل و پایش تجهیزات فرآوری	در دست تدوین
۲۶	راهنمای آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه‌های کانه‌آرایی	در دست تدوین
۲۷	راهنمای پذیرش و انبار نمونه در مقیاس آزمایشگاهی فرآوری مواد معدنی	در دست تدوین
۲۸	دستورالعمل جدایش ثقلی مواد معدنی در مقیاس آزمایشگاهی	در دست تدوین
۲۹	راهنمای تهیه فهرست اسناد مناقصه پروژه‌های معدنی (فارسی-انگلیسی)	در دست تدوین
۳۰	راهنمای تهیه نرم‌افزار تعیین قیمت خدمات آزمایشگاهی	در دست تدوین

Islamic Republic of Iran
Ministry of Industry, Mine and Trade

Mining Technical Criteria Benchmarking Program

List of Services for Precious and Semiprecious Minerals and Rocks Exploration

(Publication No. **599**)
of
(Vice Presidency of Strategic Planning and Supervision)

43

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

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

2013