

جمهوری اسلامی ایران  
وزارت صنعت، معدن و تجارت

برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

# راهنمای سنگ جوری مواد معدنی به روش‌های دستی یا خودکار

شماره ردیف نشریه در انتشارات  
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور

۵۵۴



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



انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن  
(شماره ثبت ۹۹۶۶)

|                      |  |
|----------------------|--|
| عنوان و نام پدیدآور: | راهنمای سنگ‌جویری مواد معدنی به روش‌های دستی یا خودکار/ وزارت صنعت، معدن و تجارت، معاونت امور معادن و صنایع معدنی، دفتر نظارت و بهره‌برداری برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن، وزارت صنعت، معدن و تجارت. |
| مشخصات نشر:          | تهران: سازمان نظام مهندسی معدن ایران، ۱۳۹۰.  |
| مشخصات ظاهری:        | ت، ۵۲ ص:، جدول.  |
| فروست:               | انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن؛ ۳۰.  |
| شابک:                | انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور؛ شماره ردیف نشریه ۵۵۴.<br>978-600-6422-04-6   |
| وضعیت فهرست‌نویسی:   | ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۲۲-۰۴-۶  |
| یادداشت:             | فیپا   |
| عنوان دیگر:          | بالای عنوان: برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن.  |
| موضوع:               | برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن.   |
| موضوع:               | سنگ معدن -- آماده‌سازی   |
| شناسه افزوده:        | معدن و ذخایر معدنی -- مهندسی   |
| شناسه افزوده:        | ایران. وزارت صنعت، معدن و تجارت. دفتر نظارت و بهره‌برداری. برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن   |
| رده‌بندی کنگره:      | انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن ایران.<br>TN۵۰۰/۲، ۱۳۹۰   |
| رده‌بندی دیویی:      | ۶۲۲/۷  |
| شماره کتابشناسی ملی: | ۲۴۷۱۲۸۷  |

978-600-6422-04-6

شماره شابک ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۲۲-۰۴-۶

راهنمای سنگ‌جویری مواد معدنی به روش‌های دستی یا خودکار

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

ناشر: انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن

نوبت چاپ: اول

شمارگان: ۱۵۰۰ نسخه

قیمت: ۳۳/۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: پاییز ۱۳۹۰

چاپ و صحافی: طراحان نصر

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



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

تاریخ: ۱۳۹۰/۲/۱۴

شماره: ۶۰۴۸۶۹

پیوست: .....

### ابلاغیه

به استناد ماده ۷۱ آیین‌نامه اجرایی قانون معادن مصوب سال ۱۳۷۷ و بر پایه مفاد ماده ۳۲ قانون نظام مهندسی معدن مصوب سال ۱۳۰۱، 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 صنایع و معادن 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 دستورالعمل راهنمای سنگ‌جوری مواد معدنی به روش‌های دستی یا خودکار که به استناد مواد قانونی فوق‌الذکر تدوین شده است، توسط معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهوری نیز با شماره ۵۵۴ 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 صنایع و معادن 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 ۱۳۹۱/۰۸/۰۱ لازم الاجرا خواهد بود.

وجیهه... جعفری  
معاون امور معادن و صنایع معدنی

آدرس اینترنتی: <http://www.mim.gov.ir> ، پست الکترونیکی: [info@mim.gov.ir](mailto:info@mim.gov.ir)



## 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، معادن 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 " راهنمای سنگ‌جوری مواد معدنی به روش‌های دستی یا خودکار " 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

آقای وجیهه... جعفری      معاون امور معادن و صنایع معدنی - وزارت صنعت، معدن و تجارت

## اعضای شورای عالی به ترتیب حروف الفبا

|                      |   |
|----------------------|---|
| آقای بهروز برنا      | کارشناس مهندسی معدن - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور             |
| آقای وجیهه... جعفری  | کارشناس مهندسی معدن - وزارت صنعت، معدن و تجارت                            |
| آقای عبدالعلی حقیقی  | کارشناس ارشد زمین‌شناسی - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| آقای عبدالرسول زارعی | کارشناس ارشد زمین‌شناسی - وزارت صنعت، معدن و تجارت                        |
| آقای ناصر عابدیان    | کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور        |
| آقای حسن مدنی        | کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر                         |
| آقای هرمز ناصرینیا   | کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان نظام مهندسی معدن                        |

## اعضای کارگروه فرآوری به ترتیب حروف الفبا

|                       |   |
|-----------------------|---|
| آقای احمد امینی       | کارشناس ارشد مهندسی فرآوری مواد معدنی - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور |
| آقای عبدالعلی حقیقی   | کارشناس ارشد زمین‌شناسی - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری       |
| آقای بهرام رضایی      | دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر                        |
| سرکار خانم فرشته رشچی | دکترای مهندسی متالورژی - دانشگاه تهران  |

## اعضای کارگروه تنظیم و تدوین به ترتیب حروف الفبا

|                      |  |
|----------------------|--|
| آقای عبدالرسول زارعی | کارشناس ارشد زمین‌شناسی - وزارت صنعت، معدن و تجارت |
| آقای مصطفی شریف‌زاده | دکترای مهندسی مکانیک سنگ - دانشگاه صنعتی امیرکبیر  |
| آقای حسن مدنی        | کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر  |
| آقای بهزاد مهرابی    | دکترای زمین‌شناسی اقتصادی - دانشگاه تربیت معلم     |

پیش‌نویس این گزارش توسط آقایان محمد مهدی سالاری‌راد، عبدالله سمیعی بیرق و اکبر مهدیلو تهیه شده و توسط کارگروه فرآوری بررسی و تایید شده است و پس از آن به تصویب شورای عالی برنامه رسیده است.

## مقدمه

سنگ‌جوری فرآیندی برای پرعیارسازی کانی‌ها و به منظور تهیه پیش‌کنسانتره و جدایش مواد باطله و کم‌ارزش بر اساس مشخصات و اختلاف خواص آن‌ها نظیر رنگ، جلا، شکل، خواص نوری، هدایت الکتریکی و رادیواکتیویته است که طی آن کانسنگ بر اساس کانی‌های تشکیل دهنده و وجوه تمایز آن‌ها به دو یا چند بخش با ارزش و فاقد ارزش تفکیک می‌شوند. برای انتخاب روش فرآوری یک کانسنگ و جدایش کانی‌ها، از یکدیگر لازم است در گام اول خواص کانی‌های مختلف شناسایی شود. پس از شناسایی خواص کانی‌ها انتخاب روش فرآوری بر مبنای اختلاف و جدایش قابل توجه یک یا چند خاصیت مشخصه کانی مورد نظر در مقایسه با سایر کانی‌ها صورت می‌گیرد. سنگ‌جوری به طور معمول با روش خشک و برای ذرات درشت و به دو صورت دستی و خودکار انجام می‌شود. این نشریه در سه فصل تهیه شده است. فصل اول به شرح تعاریف و کلیات سنگ‌جوری پرداخته است، در فصل دوم معیارهای سنگ‌جوری دستی و خودکار و در فصل سوم دستورالعمل سنگ‌جوری به روش‌های دستی و خودکار ارائه شده‌اند.





# فصل ۱

---

---

## تعاریف و کلیات



## ۱-۱- آشنایی

فرآیند سنگ‌جوری یک روش پیش‌تخلیظ برای پرعیارسازی کانسنگ‌ها و تولید کنسانتره اولیه با استفاده از جدایش کانی‌ها از یکدیگر بر اساس برخی مشخصات و اختلاف خواص آن‌ها نظیر رنگ، جلا، شکل، خواص نوری، رادیواکتیویته و هدایت الکتریکی است. طی این فرآیند کانسنگ بر اساس کانی‌های تشکیل دهنده و وجوه تمایز آن‌ها به دو یا چند بخش با ارزش و فاقد ارزش تقسیم می‌شود.

سنگ‌جوری به عنوان یک فرآیند اولیه، معمولاً با روش خشک و برای ذرات درشت و به دو صورت دستی و خودکار انجام می‌گیرد. این فرآیند می‌تواند در مراحل بعدی پرعیارسازی تحت عنوان روش‌های الکتریکی، ثقلی، مغناطیسی و غیره مورد استفاده قرار گیرد.

کاربرد روش سنگ‌جوری نسبت به سایر روش‌های فیزیکی بسیار محدود است ولی به دلیل کاربرد این روش برای آرایش اولیه گروهی از مواد معدنی و کاهش قابل توجه هزینه‌های عملیاتی، مورد توجه است.

اصول سنگ‌جوری را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

- انتقال مواد یا دانه‌ها به طور جداگانه به محل تشخیص و اندازه‌گیری خواص آن‌ها

- بررسی کانی‌ها یا دانه‌ها و اندازه‌گیری خواص آن‌ها

- تشخیص و تمیز دادن کانی‌ها یا دانه‌ها از یکدیگر و کنترل داده‌ها

- جدا کردن دانه‌ها یا کانی‌های مورد نظر

طی عملیات سنگ‌جوری یکی از مشخصات دانه در حال عبور، در محل خاصی اندازه‌گیری می‌شود. نتیجه این اندازه‌گیری به علایمی تبدیل شده و در صورت تطابق با دانه‌های مورد نظر، آن دانه از مسیر خارج می‌شود.

## ۱-۲- قابلیت سنگ‌جوری مواد معدنی

برای این که یک ماده معدنی قابلیت سنگ‌جوری داشته باشد باید دارای شرایط زیر باشد:

- کانسنگ باید در اندازه مناسب خرد شود تا قسمتی از سطح و به تبع آن مشخصه مورد نظر کانی جدا شونده در معرض دستگاه سنگ‌جوری قرار بگیرد.

- قابلیت تشخیص و ردیابی لازم را داشته باشد.

- سطح کانی‌ها باید تمیز باشد تا رفتار بارز کانسنگ نظیر رنگ، جلا و روشنی مشخص شود.

- دقت و حساسیت دستگاه سنگ‌جوری و کارگران باید مد نظر قرار گیرد.

- حداقل یکی از خصوصیات بارز کانی جدا شونده با دیگر کانی‌ها متفاوت باشد.

هر چه اندازه ذره بزرگتر باشد به همان اندازه کارایی و راندمان جدایش و سنگ‌جوری نیز افزایش پیدا می‌کند. محدودیت‌های ابعادی برای اندازه ذرات وجود دارد که دستگاه‌های سنگ‌جوری قادر به جدایش خارج از آن محدوده ابعادی نیستند.

### ۱-۳- کاربرد سنگ‌جویری

از سنگ‌جویری می‌توان برای تهیه کنسانتره نهایی، کنسانتره اولیه یا پیش‌تغلیظ و یا جدا کردن قطعات با ابعاد و شکل خاص در بسیاری از کانسنگ‌ها استفاده کرد ولی کاربرد عمده آن در جدایش و فرآوری کانسنگ‌هایی به شرح زیر است.

#### ۱-۳-۱- فلزات پایه و قیمتی

- طلا (روش‌های نوری و در برخی مواقع رادیومتری)

- فلزات گروه پلاتینیوم (رافنیم، رادیم، پالادیم، اسمیم، ایریدیم و پلاتینیوم)

- مس

- روی

- نیکل

#### ۱-۳-۲- کانی‌های صنعتی

- پگماتیت‌ها

- سنگ آهک

- کلسیت

- دولومیت

- زغال‌سنگ

- منیزیت

- شتلیت (به دلیل داشتن خاصیت شب‌نمایی در زیر نور ماوراء بنفش جدا می‌شود).

- ولفرامیت

- کوارتز

- فلدسپات

- کرومیت

- آزیست (با استفاده از اشعه مادون قرمز سنگ‌جویری می‌شود).

#### ۱-۳-۳- سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی

- الماس

- تانزانیت

### ۱-۴- اهداف سنگ‌جوری

در معدنکاری معمولاً سنگ‌جوری به عنوان یک روش پیش‌تغلیظ و برای تولید کنسانتره اولیه برای بالا بردن عیار حد آستانه‌ای ماده معدنی به کار می‌رود. این فرآیند معمولاً قبل از به کار بردن دیگر روش‌های آرایش ماده معدنی و به منظور افزایش کارایی فرآیندهای بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد که این عمل موجب کاهش حجم مواد فرآوری شده و هم‌زمان با آن باعث افزایش خلوص آن‌ها می‌شود. اهداف سنگ‌جوری به شرح زیر است:

#### ۱-۴-۱- پرعیارسازی اولیه (پیش‌تغلیظ)

در این حالت سنگ‌جوری فرآیندی است برای پرعیارسازی مقدماتی و کاهش میزان باطله در خوراک اولیه و به تبع آن کاهش وزن خوراک در مراحل بعدی فرآوری از جمله خردایش و یا پرعیارسازی نهایی طوری که در قابلیت فرآوری و هزینه‌های مربوطه تاثیر به‌سزایی داشته باشد. با به کارگیری این روش بخش‌هایی از کانسنگ با ترکیب و عیار متغیر می‌تواند مورد بهره‌برداری قرار گیرد. به عبارت دیگر در این روش با پرعیارسازی اولیه کانه کم‌عیار ضمن کاهش وزن خوراک، محصولی با عیار بیشتر برای ورود به کارخانه تهیه می‌شود.

می‌توان سنگ‌جوری را به منظور تهیه پیش‌کنسانتره، در دو مرحله قبل و بعد از سنگ‌شکنی انجام داد. سنگ‌جوری قبل از مرحله سنگ‌شکنی برای جدا کردن کلوخه‌ها و سنگ‌هایی که عیار ماده معدنی موجود در آن‌ها با توجه به خصوصیات آن نظیر رنگ، روشنی، جلا، شکل و غیره کمتر از بقیه است، به کار می‌رود. این کار معمولاً به روش دستی انجام می‌گیرد. سنگ‌جوری به عنوان پیش‌کنسانتره بعد از مرحله سنگ‌شکنی اغلب توسط دستگاه‌های سنگ‌جوری انجام می‌شود.

در فرآیند سنگ‌جوری پیش‌تغلیظ احتمال دارد که یکی از شرایط زیر حکم‌فرما باشد:

- شرایط مناسب و ایده‌آل موقعی پیش می‌آید که طبقه‌بندی و جدایش مستقیم بین باطله و ماده با ارزش وجود داشته و یا قطعات دارای درصد قابل توجهی از ماده با ارزش باشد.

- در سنگ‌جوری پیش‌تغلیظ، این احتمال وجود دارد که خوراک به دو بخش تقسیم شود و هر کدام از آن‌ها توسط فرآیندهای دیگر پرعیار شده و ماده با ارزش تولید کند.

- در عملیات پیش‌تغلیظ به روش سنگ‌جوری، مواد فاقد ارزش نیز تولید می‌شود که ممکن است این مواد در مراحل بعدی، باعث ایجاد مزاحمت در آرایش آن‌ها شوند.

#### ۱-۴-۲- تهیه کنسانتره و محصول نهایی

در این حالت سنگ‌جوری به عنوان فرآیندی برای تولید محصول یا محصولات نهایی (کنسانتره نهایی) محسوب می‌شود. این امر مستلزم آن است که قطعات یا بخش‌هایی از خوراک در یک محدوده ابعادی قابل سنگ‌جوری، عیاری مساوی و یا بیشتر از عیار

- محصول مورد نظر داشته باشند. این روش معمولاً برای سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی مانند الماس، فیروزه و موارد مشابه به کار می‌رود که معمولاً توسط تجهیزات و دستگاه‌های سنگ‌جوری الکترونیکی و نوری انجام می‌گیرد.
- در سنگ‌جوری با هدف تهیه محصول نهایی ممکن است شرایط زیر به وجود آید:
- وضعیت ایده‌آل زمانی پیش می‌آید که سنگ‌جوری به طور مستقیم بین محصول اصلی و باطله صورت گیرد.
  - احتمال دارد که دو نوع محصول با ارزش و قابل فروش تولید شود.
  - در بعضی مواقع ممکن است یک محصول نهایی و قابل فروش به دست آید و باقیمانده آن به یک محصول میانی و باطله تقسیم شود.
  - ممکن است که عملیات سنگ‌جوری به منظور بازیابی محصول نهایی و قابل فروش انجام گیرد و بر روی باقیمانده مواد، عملیات دیگر فرآوری به منظور آرایش نهایی آن‌ها صورت گیرد.
  - در مواقعی که یک خوراک به چندین قسمت توسط عملیات سنگ‌جوری تقسیم می‌شود، احتمال دارد که هر کدام از بخش‌ها مصارف مختلفی داشته باشند.
  - ممکن است از یک خوراک چندین محصول با عیارها و ترکیبات مختلف تولید شود.

## ۱-۵- مزایای سنگ‌جوری

- استفاده از روش‌های سنگ‌جوری در کارخانه‌های کانه‌آرایی دارای مزایای زیادی است که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
- به دست آوردن محصولی با عیار و کیفیت بالا
  - جلوگیری از خردایش بیش از حد مواد با ارزش و باطله و جلوگیری از اختلاط آن‌ها
  - کاهش هزینه عملیات خردایش و سایر مراحل پرعیارسازی به هنگام جدا کردن مواد باطله
  - تولید محصولات متنوع (مواد با ارزش، محصولات میانی و باطله)
  - کاهش اثرات زیست‌محیطی با کنار گذاشتن مواد باطله و جلوگیری از تولید نرمه
  - افزایش راندمان فرآوری در عملیات‌های پرعیارسازی به دلیل یکنواخت شدن خوراک
  - جدا کردن و کنار گذاشتن باطله‌های حاوی ذرات سمی و خطرناک نظیر آرسنیک
  - صرفه‌جویی در هزینه‌های انتقال و عملیات پرعیارسازی
  - امکان بهره‌برداری از ذخایر کم‌عیار
  - افزایش بازیابی و راندمان کارخانه فرآوری

## ۱-۶- محدودیت‌های سنگ‌جوری

از محدودیت‌های سنگ‌جوری می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- محدودیت‌های تجهیزات معدنکاری: در مواقعی که حجم و ابعاد رگه‌های معدنی کمتر از ابعاد تجهیزات معدنکاری باشد، ممکن است مقادیر زیادی از باطله به همراه ماده معدنی مورد نظر به مراحل خردایش و پرعیارسازی بعدی منتقل شود که موجب کاهش کارایی سیستم‌های سنگ‌جوری می‌شود.

- پیچیده بودن محدوده ذخیره معدنی به علت وجود گسل و عوارض زمین‌شناسی: بعضی از کانسارها به علت وجود گسل و سایر عوارض زمین‌شناسی از پیچیدگی‌های کانی‌شناسی خاصی برخوردارند. این پیچیدگی کانی‌شناسی باعث ورود مقدار زیادی از مواد باطله به کارخانه شده و در نتیجه منجر به افت کارایی سیستم‌های سنگ‌جوری می‌شود. در چنین مواقعی باید سیستم استخراج به گونه‌ای انتخاب شود تا مشکلات مربوط به عملیات سنگ‌جوری به حداقل برسد.

- غیریکنواخت بودن کانسار: چنانچه در یک کانسار کانه و مواد باطله به طور غیرقابل تفکیکی درگیر باشند، عملیات سنگ‌جوری با محدودیت مواجه می‌شود. برای افزایش راندمان جدایش باید کانی‌ها به درجه آزادی مناسب رسیده باشند، که در این حالت راندمان جدایش نیز افزایش می‌یابد.





## فصل ۲

---

---

معیارهای سنگ جوری دستی و خودکار



## ۱-۲- آشنایی

به منظور انتخاب روش سنگ‌جوری و جدایش کانی‌ها از مواد کم‌عیار و باطله باید خواص کانی‌های مختلف شناسایی شود. سپس روش سنگ‌جوری مناسب بر مبنای اختلاف و تمایز قابل توجه خواص کانی مورد نظر در مقایسه با سایر کانی‌ها انتخاب می‌شود. در این فصل معیارهای لازم برای سنگ‌جوری دستی و خودکار بر اساس خواص کانی‌ها و به منظور تهیه پیش‌کنسانتره و حذف کانی‌های مزاحم به شرح زیر ارائه می‌شود.

## ۲-۲- معیارهای انتخاب روش سنگ‌جوری بر اساس خواص کانی‌ها

تعدادی از خواص کانی‌ها که در سنگ‌جوری استفاده می‌شوند به شرح زیر هستند:

- خواص نوری نظیر رنگ، جلا، رطوبت، درخشندگی، لومینسانس و موارد مشابه
- خاصیت رادیواکتیویته
- خاصیت هدایت الکتریکی
- میزان شفافیت و انعکاس نور
- خاصیت حساسیت مغناطیسی
- ترکیب شیمیایی یا عدد اتمی
- اختلاف قابلیت نفوذ امواج رادیویی
- ابعاد مواد
- وزن مخصوص
- شکل ذرات

هر یک از خواص فوق در روش‌های خاصی از سنگ‌جوری دستی و خودکار کاربرد دارند. سنگ‌جوری مناسب بر اساس خواص کانی‌ها را می‌توان با توجه به جدول ۱-۲ انتخاب کرد.

جدول ۱-۲- معیارهای انتخاب روش سنگ‌جوری مناسب بر اساس خواص کانی‌ها

| ردیف | خواص      | روش سنگ‌جوری  |   |
|------|-----------|---|---|
|      |           | خودکار  | دستی  |
| ۱    | ابعاد     | جدایش قطعات مورد نظر ممکن است از طریق طبقه‌بندی جریان مواد توسط یک وسیله جداکننده مانند سرنده صورت گیرد.  | ممکن است قطعاتی از کانی مورد نظر در ابعادی خاص دارای بیشترین یا کمترین ارزش باشد که در این صورت با جدایش دستی آن از جریان بار اولیه می‌توان به کنسانتره نهایی یا پیش‌کنسانتره دست یافت. |
| ۲    | وزن مخصوص | جدایش به روش‌های ثقلی<br>- روش پراش اشعه X: میزان نفوذ اشعه X در مواد، به وزن مخصوص آن‌ها بستگی دارد، از این خاصیت می‌توان برای تشخیص و جدایش کانی‌هایی با چگالی‌های مختلف استفاده کرد. | جدایش دستی قطعات سنگین‌تر موجود در بار اولیه بر اساس مقایسه قطعات و به صورت تجربی انجام می‌شود.   |
| ۳    | شکل ذرات  | در صورت وجود خاصیت خردایش انتخابی یک کانی به ابعاد کوچکتر، می‌توان قطعات با شکل مورد نظر را با استفاده از سیستم تجزیه تصویری، سنگ‌جوری کرد.   | بعضی از کانی‌ها از نظر خردایش دارای قابلیت انتخابی هستند، لذا در ابعاد درشت می‌توان قطعات با شکل خاص را با دست از جریان بار اولیه جدا کرد.  |

## ادامه جدول ۱-۲- معیارهای انتخاب روش سنگ‌جویری مناسب بر اساس خواص کانی‌ها

| ردیف | خواص                             | روش سنگ‌جویری  |   |
|------|----------------------------------|--|---|
|      |                                  | خودکار   | دستی  |
| ۴    | رنگ، درخشندگی و جلا              | روش‌های نوری شامل فتومتر، رنگ‌سنجی                                     | اختلاف رنگ یا جلای کانی مورد نظر در ابعادی که قابل جدایش با دست باشد، قابلیت استفاده از سنگ‌جویری دستی را فراهم می‌کند. |
| ۵    | ترکیب شیمیایی و عدد اتمی         | استفاده از پراش اشعه X   | —   |
| ۶    | فلوئورسانس و لومینسانس           | استفاده از پراش اشعه X و لامپ نوری <sup>۱</sup>                        | —   |
| ۷    | شفافیت و انعکاس قابل رویت        | لامپ نوری  | —   |
| ۸    | رادیواکتیویته                    | استفاده از سیستم‌های رادیومتری مانند سنتیلومتر                         | —   |
| ۹    | هدایت الکتریکی                   | سنگ‌جویرهای مبتنی بر جدایش الکتریکی، استفاده از مقاومت یا جریان‌سنج‌ها | —   |
| ۱۰   | اختلاف حرارتی                    | اسکتر مادون قرمز   | —   |
| ۱۱   | اختلاف قابلیت نفوذ امواج رادیویی | استفاده از سیستم‌های رادیومتری   | —   |
| ۱۲   | حساسیت مغناطیسی                  | سنگ‌جویرهای الکترومغناطیسی   | —   |

## ۲-۳- سنگ‌جویری دستی کانسنگ با هدف تهیه پیش‌کنسانتره

سنگ‌جویری دستی با هدف تهیه کنسانتره به یکی از دو صورت زیر انجام می‌شود.

## الف- جدایش کانی مورد نظر

در این حالت قطعات کانی مورد نظر دارای قفل‌شدگی‌های نسبتاً زیادی است و اساس جدایش معمولاً بر مبنای رنگ و جلا است. در این حالت مراحل سنگ‌جویری را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

- اختلاف رنگ بین کانی مورد نظر و کانی‌های همراه به اندازه کافی قابل تشخیص باشد.
- خردایش تا حدی باشد که حداقل سطح از کانی مورد نظر در معرض دید قرار گیرد.
- سطوح سنگ‌جویری طوری انتخاب و طراحی شود که سطحی از کانی مورد نظر در معرض دید قرار گیرد.
- حداقل و حداکثر ابعاد قطعات به اندازه‌ای باشد که جدایش و انتقال آن‌ها توسط دست امکان‌پذیر باشد.
- نور محیط سنگ‌جویری کافی و به گونه‌ای باشد که موجب اختلال در رنگ کانی‌ها و تشخیص آن‌ها از یکدیگر نشود.

## ب- جدایش کانی‌های باطله

در این حالت با خروج کانی‌های باطله از جریان بار اولیه، پیش‌کنسانتره‌ای از کانی مورد نظر حاصل می‌شود. ضوابط کلی برای این حالت به صورت جدول ۲-۲ است.

جدول ۲-۲- سنگ‌جوری دستی کانسنگ با هدف تهیه کنسانتره

| معیار  | خواص  |
|--|---|
| ۱- کانی باطله جدا شونده از نظر ابعاد باید درشت‌تر از حدی باشد که به راحتی قابل تشخیص و قابل جدایش با دست باشد.<br>۲- کانی باطله جدا شونده از نظر اندازه و وزن باید در حدی باشد که توسط دست جابه‌جا و منتقل شود.<br>۳- روشنایی محیط عملیات سنگ‌جوری کافی بوده و نور مورد استفاده موجب اختلال در تشخیص رنگ کانی‌ها نشود.<br>۴- سطوح جدایش به گونه‌ای باشد که همه مواد در معرض دید قرار گیرند.<br>۵- استفاده از وسایل و تجهیزات با ایمنی مناسب و رعایت مسایل زیست‌محیطی، ایمنی و بهداشتی<br>۶- در اختیار داشتن فضای کافی و مناسب به منظور انتقال و جابه‌جایی مواد | رنگ، جلا، وزن<br>مخصوص، شکل و<br>ابعاد ذرات |
| اختلاف رنگ کانی باطله مورد نظر با سایر کانی‌ها به راحتی با چشم قابل تشخیص باشد.  | رنگ و جلا                                   |
| وزن مخصوص کانی باطله مورد نظر اختلاف قابل توجهی با وزن مخصوص کانی‌های دیگر داشته باشد تا به راحتی قابل تشخیص باشد.   | وزن مخصوص                                   |
| کانی باطله مورد نظر پس از خردایش دارای شکل خاصی بوده و در مقایسه با سایر کانی‌ها به راحتی قابل تشخیص باشد.   | شکل ذرات                                    |
| قطعات درشت‌تر از یک ابعاد مشخص، فاقد عنصر یا کانی با ارزش باشد.  | ابعاد                                       |

## ۲-۴- سنگ‌جوری دستی کانسنگ با هدف تهیه کنسانتره نهایی

سنگ‌جوری دستی با هدف تهیه کنسانتره نهایی در صورتی امکان‌پذیر است که کانی مورد نظر کمترین درگیری را با سایر کانی‌ها داشته باشد. برخی از خواص و معیارهای مورد استفاده برای تهیه کنسانتره نهایی با معیارهای مورد استفاده برای تهیه پیش‌کنسانتره مانند رنگ، جلا، وزن مخصوص و شکل ذرات مشترک هستند که در جدول ۲-۳ به آن‌ها اشاره شده است.

جدول ۲-۳- سنگ‌جوری دستی کانسنگ با هدف تهیه کنسانتره نهایی

| معیار   | خواص                         |
|---|------------------------------|
| ۱- کانی با ارزش جدا شونده از نظر ابعاد باید درشت‌تر از حدی باشد که به راحتی با دست قابل تشخیص و جدایش باشد.<br>۲- کانی با ارزش جدا شونده از نظر ابعاد باید کوچکتر از حدی باشد که به راحتی توسط اپراتور جابه‌جا و منتقل شود.<br>۳- مقدار کانی با ارزش در بار اولیه ورودی کمتر از حدی باشد که انتقال دستی آن به راحتی صورت گرفته و برای اپراتور خسته‌کننده نباشد.<br>۴- روشنایی محیط عملیات سنگ‌جوری کافی بوده و نور مورد استفاده موجب اختلال در تشخیص رنگ کانی‌ها نشود.<br>۵- سطوح جدایش به گونه‌ای باشد که همه مواد در معرض دید قرار گیرند. | رنگ، جلا، وزن<br>مخصوص و شکل |
| اختلاف رنگ کانی با ارزش مورد نظر با باطله یا کانی‌های دیگر به راحتی با چشم قابل تشخیص باشد.   | رنگ و جلا                    |
| وزن مخصوص کانی با ارزش مورد نظر اختلاف قابل توجهی با وزن مخصوص کانی‌های دیگر داشته باشد تا به راحتی برای اپراتور قابل تشخیص باشد.   | وزن مخصوص                    |
| کانی با ارزش مورد نظر پس از خردایش دارای شکل خاصی بوده و در مقایسه با سایر کانی‌ها به راحتی قابل تشخیص باشد.  | شکل ذرات                     |
| کانی با ارزش و یا قطعات حاوی آن دارای ابعادی باشد که امکان تشخیص با چشم و جدایش آن‌ها با دست وجود داشته باشد.   | ابعاد                        |

## ۲-۵- سنگ‌جوری خودکار با هدف تهیه پیش‌کنسانتره

ضوابط انواع روش‌های سنگ‌جوری خودکار برای تهیه پیش‌کنسانتره در جدول ۲-۴ نشان داده شده است.

جدول ۲-۴- سنگ‌جوری خودکار با هدف تهیه پیش‌کنسانتره

| ردیف | روش                       | ضوابط روش‌ها   |
|------|---------------------------|--|
| ۱    | نوری<br>(لومینسانس و رنگ) | - حتی‌الامکان مواد از نظر ابعاد در یک بخش ابعادی محدود آماده شوند.<br>- ابعاد مواد باید در حدی باشد که حداقل سطحی از کانی در معرض حس‌گر مربوطه قرار گیرد.<br>- اختلاف خاصیت نوری برای کانی مورد نظر در مقایسه با سایر کانی‌ها قابل توجه باشد.<br>- باردهی به صورت یکنواخت و در یک لایه انجام شود تا سطح بیشتری از کانی‌ها در معرض حس‌گر قرار گیرد. |
| ۲    | هدایت الکتریکی            | - اختلاف خاصیت هدایت الکتریکی کانی مورد نظر در مقایسه با سایر کانی‌ها قابل توجه بوده و با حس‌گر مربوطه به راحتی تشخیص داده شود.<br>- باردهی باید به صورت یکنواخت باشد تا حس‌گر کانی هادی را تشخیص و جدایش کند.   |
| ۳    | مغناطیسی                  | - اختلاف حساسیت مغناطیسی کانی مورد نظر باید در حدی باشد که به راحتی توسط حس‌گر مغناطیسی تشخیص و ثبت شود.<br>- ابعاد و باردهی مواد باید به گونه‌ای باشد که قطعات کانی مورد نظر به منظور شناسایی و جدایش با دقت بیشتر تحت تاثیر میدان مغناطیسی قرار بگیرد و به بخش پرعیار منتقل شوند.  |
| ۴    | راديوکتيويته              | - در حالت کلی باید اختلاف قابل توجهی بین خاصیت راديوکتيويته کانی مورد نظر با سایر کانی‌ها وجود داشته باشد.<br>- عیار مواد راديوکتيوي مهم‌ترین عامل در جدایش آن‌ها است. لذا خوراک‌دهی باید به گونه‌ای باشد که همه دانه‌ها در معرض حس‌گر قرار گیرند.   |
| ۵    | پراش اشعه X               | - در روش اشعه ایکس جدایش بر اساس اندازه‌گیری عدد اتمی متوسط ذرات و قطعات کانسنگ که به چگالی آن‌ها نیز بستگی دارد، انجام می‌گیرد و باید اختلاف قابل توجهی بین متوسط عدد اتمی کانی‌های مختلف و کانی سنگ‌جوری شونده، وجود داشته باشد.<br>- خوراک‌دهی باید به گونه‌ای باشد که همه دانه‌ها در معرض حس‌گر قرار گیرند.                                    |
| ۶    | وزن مخصوص                 | - چگالی موثر برای کانی مورد نظر بزرگتر از حدی باشد که امکان پرعیارسازی با روش‌های ثقلی را فراهم سازد.<br>- توزیع عنصر مورد نظر در کانسنگ غیریکنواخت بوده و در یک بعد مشخص، حداقل مقدار کانه‌های باطله آزاد شده موجود باشند تا امکان جدایش باطله وجود داشته باشد.   |
| ۷    | ابعاد                     | - خاصیت خردایش انتخابی کانی مورد نظر در مقایسه با سایر کانی‌ها باید اختلاف قابل توجه داشته باشد.<br>- ممکن است کانه مورد نظر دارای خاصیت خردایش انتخابی بوده و در یک بخش ابعادی خاص امکان تهیه پیش‌کنسانتره وجود داشته باشد.   |

## ۲-۶- سنگ‌جوری خودکار با هدف تهیه کنسانتره نهایی

معیارها و خواص مورد استفاده برای تهیه کنسانتره نهایی و پیش‌کنسانتره با استفاده از سنگ‌جوری خودکار به شرح زیر است:

- بار اولیه ورودی دارای دانه‌بندی محدود باشد.
- کانی مورد نظر به درجه آزادی مناسب رسیده باشد.
- خوراک‌دهی به گونه‌ای باشد که همه قطعات در معرض سیستم حس‌گر قرار گیرند تا خاصیت مورد نظر اندازه‌گیری و مورد ارزیابی قرار گیرد.
- رطوبت مواد در حدی باشد که اولاً ذرات به یکدیگر نچسبند، ثانیاً ضمن تمیز نگه داشتن سطح ذرات موجب ارتقای کیفیت تشخیص شده و کارایی سنگ‌جوری را افزایش دهد.
- معیارهای مورد استفاده در سنگ‌جوری خودکار برای تهیه کنسانتره نهایی به تفکیک روش در جداول ۲-۵ الی ۲-۹ ارائه شده‌اند.

جدول ۲-۵- معیارهای مورد استفاده در روش‌های سنگ‌جوری خودکار به منظور تهیه کنسانتره نهایی

| ردیف | روش            | معیارها و خواص مورد استفاده   |
|------|----------------|---|
| ۱    | نوری           | خواص نوری نظیر لومینسانس، رنگ و نظایر آن برای کانی مورد نظر بارز بوده و اختلاف قابل توجهی نسبت به کانی‌های دیگر داشته باشد.   |
| ۲    | هدایت الکتریکی | خاصیت هدایت الکتریکی کانی مورد نظر نسبت به کانی‌های دیگر قابل توجه باشد.  |
| ۳    | مغناطیسی       | حساسیت مغناطیسی کانی مورد نظر قابل توجه بوده و به راحتی قابل جدایش باشد.  |
| ۴    | راديوآکتیویته  | برای استفاده از این روش باید اختلاف قابل توجهی بین خاصیت راديوآکتیویته کانی مورد نظر با سایر کانی‌ها وجود داشته باشد.   |
| ۵    | پراش اشعه X    | باید اختلاف قابل توجهی بین متوسط عدد اتمی کانی‌های مختلف وجود داشته باشد.   |
| ۶    | وزن مخصوص      | باید چگالی کانی مورد نظر اختلاف قابل توجهی نسبت به سایر کانی‌ها داشته باشد، به عبارت دیگر چگالی موثر برای کانی مورد نظر بیشتر از حدی باشد که امکان تهیه کنسانتره نهایی با روش‌های ثقلی را فراهم سازد.   |
| ۷    | ابعاد          | خاصیت خردایش انتخابی کانی مورد نظر در مقایسه با سایر کانی‌ها باید اختلاف بارزی داشته باشد. ممکن است کانی مورد نظر دارای خاصیت خردایش انتخابی بوده و در یک بخش ابعادی خاص امکان تهیه کنسانتره نهایی وجود داشته باشد که در این حالت با استفاده از سیستم‌های طبقه‌بندی به خصوص سرنده می‌توان به کنسانتره نهایی دست یافت. |

جدول ۲-۶- معیار و پارامترهای سنگ‌جوری فتومتریک و رنگ‌سنجی

| معیار و پارامتر                           | توضیحات  |
|---|--|
| ابعاد خوراک                               | بر اساس یک سری ملاحظات اقتصادی نظیر فاصله بین محل سقوط سنگ و محل دمش هوا، سایش ناودان‌ها و پایداری یا استحکام سیستم، ماکزیمم ابعاد دانه‌ها ۱۵۰ تا ۱۶۰ میلی‌متر است. کوچکترین ابعاد ذراتی که به این روش سنگ‌جوری می‌شوند می‌تواند در حدود یک میلی‌متر و حتی کوچکتر باشد. به طور مثال باید نسبت ابعاد بزرگترین ذرات به کوچکترین آن‌ها برای بخش‌های درشت‌دانه در حدود ۲ به ۱ و برای بخش‌های ریزدانه ۳ به ۱ باشد. در مواقعی که افزایش بازیابی در کنسانتره بیشتر از افزایش عیار ملاک جدایش باشد، این نسبت به ۵ به ۱ نیز می‌رسد. |
| رنگ کانی مورد نظر (فتومتریک)              | قابلیت تشخیص سنگ‌جورهای نوری برای کانی‌های روشن و سفید بسیار بیشتر از کانی‌های تیره است.   |
| رنگ کانی مورد نظر (رنگ‌سنجی)              | در روش‌های نوری تشخیص رنگ‌های روشن راحت‌تر از رنگ‌های تیره صورت می‌گیرد. در جدایش کانی‌های تیره همواره باید از آغشته شدن سطح ذرات جلوگیری کرد. جداکننده رنگ‌سنج قادر است اختلاف رنگ سنگ‌ها را با اطمینان و دقت بالا برای کانی‌های سفید شناسایی و آن‌ها را از بقیه جدا کند. برای سنگ‌جوری ذرات و سنگ‌هایی با رنگ‌های متنوع بهتر است که به طور جداگانه از روش‌های سنگ‌جوری مونوکروماتیک (تک رنگی) و رنگ‌سنج روشن استفاده شود.  |
| نور و درخشندگی                            | سطح کانی‌ها باید از نظر رطوبت و میزان آلودگی در حدی باشد که موجب اختلال در تشخیص خواص نوری نظیر رنگ و جلا نشود.  |
| مقدار کانی یا قطعات مورد نظر              | مقدار کانی‌های مورد نظر باید بیشتر از حدی نباشد که موجب اختلال در تشخیص آن‌ها توسط دستگاه شود. همچنین مقدار آن‌ها نباید کمتر از حدی باشد که موجب افت ظرفیت دستگاه شود.   |
| ظرفیت                                     | با پیشرفت‌های صورت گرفته در تکنولوژی تجهیزات نوری (سیستم‌های فتومتریک)، ظرفیت و کارایی آن‌ها به طور قابل توجهی افزایش یافته است. حجم وسیعی از داده‌ها با دقت و سرعت زیاد با این روش‌ها پردازش می‌شوند. حجم داده‌های پردازش شونده در سنگ‌جوری رنگ‌سنجی چندین برابر سنگ‌جوری لیزری است. در سنگ‌جوری رنگ‌سنجی ظرفیت و راندمان دستگاه‌های کنترل شونده و خردایش (آسیا) زیاد است و توان عملیاتی و میزان تولید آن بستگی به اندازه خوراک دارد.   |
| تعداد و موقعیت قرارگیری دوربین (فتومتریک) | سیستم‌های فتومتریک دو نوع هستند:<br>۱- یک سیستم نورافکن لیزری<br>۲- مجموعه‌ای (یک‌سری) از دوربین‌های ویدیویی<br>سیستم‌های نوری در قسمت بالایی مسیر حرکت ذرات و یا بالای منطقه جدایش قرار دارند.  |
| تعداد و موقعیت قرارگیری دوربین (رنگ‌سنجی) | در این روش از سه دوربین استفاده می‌شود که دوربین‌های اولی و دومی از سطوح آزاد کانی عکس می‌گیرند و دوربین سوم موقعیت دقیق‌تری را نسبت به دو دوربین دیگر دارد. سیستم نوری در قسمت بالایی مسیر حرکت ذرات و یا بالای منطقه جدایش قرار می‌گیرد.   |

## جدول ۲-۷- معیار و پارامترهای سنگ‌جوری به روش پراش اشعه X

|   |   |
|---|---|
| متوسط عدد اتمی ذرات یا عیار فلز مورد نظر  | متوسط عیار یا عدد اتمی هر ذره اندازه‌گیری می‌شود. قطعاتی که متوسط عیار آن‌ها از یک مقدار مشخص کمتر یا بیشتر باشد از جریان خوراک جدا می‌شوند.  |
| خاصیت فلئورسانس و لومینسانس کانی مورد نظر | هر چه این خواص در یک کانی بارزتر باشد کارایی جدایش با این روش بهتر خواهد بود.   |
| چگالی کانی‌ها                             | میزان نفوذ اشعه X در مواد، بستگی به چگالی آن‌ها دارد. اگر دانه‌ها چگالی کمتری داشته باشند، اشعه X را به راحتی از خود عبور می‌دهند، حال آن که دانه‌های با چگالی زیاد مانع عبور اشعه و برخورد آن به صفحه حساس می‌شوند.  |
| ابعاد خوراک                               | ابعاد دانه‌ها در حدود ۵ تا ۵۰ میلی‌متر است که معمولاً توسط سنگ‌شکن‌ها و پس از دانه‌بندی توسط سرندها تامین می‌شود.   |
| ظرفیت                                     | ظرفیت و راندمان این روش بالاست زیرا روش اشعه ایکس برای کاربردهای معدنی در شرایطی که شناسایی با سرعت زیاد نیاز هست، به کار می‌رود. در این روش بر خلاف دیگر روش‌های نوری که فقط یک لایه از مواد مورد بررسی و تشخیص قرار می‌گیرند، حجم توده ماده معدنی ردیابی و تشخیص داده می‌شود. سرعت عبور مواد از روی بستر انتقال مواد از جلوی منبع اشعه X حدود ۳ متر بر ثانیه است. |
| هزینه‌های سرمایه‌گذاری                    | در مقایسه با سایر روش‌ها، هزینه‌های سرمایه‌گذاری بالا است.  |
| هزینه‌های عملیاتی                         | هزینه‌های عملیاتی نسبتاً پایین است.   |

## جدول ۲-۸- معیار و پارامترهای سنگ‌جوری هدایت الکتریکی

| معیار و پارامتر              | توضیحات   |
|------------------------------|---|
| اختلاف هدایت الکتریکی        | باید هدایت الکتریکی کوچکترین دانه کانی مورد نظر حداقل چهار برابر هدایت الکتریکی هادی‌ترین دانه‌های کانی‌های همراه باشد.   |
| ابعاد خوراک                  | بستگی به توانایی و قدرت سیستم جدایش سنگ‌جوری یا هوای فشرده و قابلیت هدایت الکتریکی کانی مورد نظر دارد. هر قدر اختلاف هدایت الکتریکی کانی مورد نظر شدیدتر باشد به همان اندازه ابعاد خوراک نیز می‌تواند بزرگتر باشد. هر چند ابعاد ۱ تا ۱۵۰ میلی‌متر را می‌توان با این روش سنگ‌جوری کرد ولی با توجه به عمق نفوذ کم هدایت الکتریکی، حداکثر ابعاد قطعات کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر خواهد بود. همچنین در صورتی که هدف تهیه کنسانتره نهایی باشد، کانی مورد نظر باید به حداکثر درجه آزادی برسد که در این حالت ابعاد خوراک کوچکتر می‌شود. در مجموع هر چه دامنه ابعادی خوراک محدودتر باشد سنگ‌جوری دقیق‌تر خواهد بود. |
| مقدار کانی یا قطعات مورد نظر | عمدتاً در ظرفیت این روش تأثیرگذار است.  |
| ظرفیت                        | بستگی به ابعاد قطعات، مقدار کانی مورد نظر، قابلیت هدایت الکتریکی آن‌ها و فاصله حس‌گر اندازه‌گیری تا ذرات دارد.  |
| هزینه‌ها                     | در مقایسه با روش‌های نوری کمتر است.   |
| رطوبت خوراک                  | برای خوراک مرطوب و نیز مواد متخلخل از روش ولتاژ پایین و برای خوراک خشک از روش ولتاژ بالا استفاده می‌شود.  |



جدول ۲-۹- معیار و پارامترهای سنگ‌جوری بر اساس رادیواکتیویته

| معیار و پارامتر                          | توضیحات   |
|--|---|
| نوع خاصیت رادیواکتیویته                  | در عمل این روش از سنگ‌جوری اغلب برای مواد با خاصیت رادیواکتیویته طبیعی استفاده می‌شود.  |
| ابعاد مواد                               | ابعاد مناسب ۲۵ تا ۲۰۰ میلی‌متر است. هر چند از نظر اندازه‌گیری خاصیت رادیواکتیویته محدودیتی برای ابعاد وجود ندارد ولی توانایی سیستم جدایش و دفع مواد موجب محدودیت در ابعاد می‌شود.   |
| نحوه توزیع کانی‌های رادیواکتیو در کانسنگ | از شرایط به کارگیری این روش هتروژن و نامتجانس بودن ذرات است. هر قدر توزیع مواد رادیواکتیو غیریکنواخت باشد، سنگ‌جوری با این روش بهتر خواهد بود.  |
| نسبت عیار به اندازه قطعات                | در واحدهای عملیاتی ممکن است نتایج حاصل از یک قطعه سنگ بزرگ با عیار کم و یک قطعه سنگ کوچک با عیار زیاد، مساوی باشند. بنابراین برای رفع این مشکل باید عیار حدی برای دانه‌های عبوری از محل اندازه‌گیری تعریف شود.  |
| یکنواختی خوراک‌دهی                       | لازم است که میزان خوراک‌دهی به طور نسبی یکنواخت باشد. نزدیک بودن فاصله قطعات به یکدیگر در خوراک‌دهی موجب می‌شود عیار مواد بیشتر و بالاتر از مقدار واقعی دانه‌ها اندازه‌گیری شود. زیاد بودن فاصله از همدیگر نیز موجب می‌شود که عیار دانه‌ها کمتر از میزان واقعی آن‌ها اندازه‌گیری شود. |
| توزیع ضریب موازنه مواد رادیواکتیو        | چنانچه میزان اورانیوم و رادیوم برای کانسنگی اندازه‌گیری نشده باشد و توزیع ضریب موازنه مواد رادیواکتیو تصادفی باشد، سنگ‌جوری رادیومتریک مناسب نخواهد بود.  |
| ظرفیت                                    | با این روش امکان تولید کنساتره نهایی وجود ندارد به دلیل تولید پیش‌کنساتره این روش از ظرفیت نسبتاً بالایی برخوردار است.  |

## ۲-۷- نکات و دستورات لازم در طراحی ماشین‌های سنگ‌جوری

نکاتی که لازم است در طراحی دستگاه‌های سنگ‌جوری مورد ملاحظه قرار گیرند به شرح زیر هستند:

### ۲-۷-۱- خارج کردن رطوبت هوا و گرد و خاک

محیط اطراف دستگاه‌ها و ماشین‌های سنگ‌جوری با توجه به نوع سیستم‌های دفع‌کننده پوشیده از رطوبت یا گرد و غبار می‌شود. دمیده شدن هوای فشار بالا به کانسنگ به وسیله شیرهای هوا، محیطی را ایجاد می‌کند که قسمت‌های بیرونی دستگاه سنگ‌جوری و فضای اطراف آن از ذرات ریز و گرد و غبار پوشیده می‌شود. لذا نصب سیستم‌های غبارگیر و رطوبت‌گیر به منظور سالم نگه داشتن سیستم‌های تشخیص و دستگاه‌های نوری و کارکرد بهینه تجهیزات، ضروری است.

### ۲-۷-۲- سیستم هوای فشرده مناسب

سیستم هوای فشرده باید با یک لوله کوتاه، حجم مناسب و افت فشار پایین طراحی شده و نکات لازم به منظور حذف گرد و غبار نیز رعایت شود.

### ۲-۷-۳- کنترل جریان بار اولیه و محصول تولیدی

نصب سیستم‌های کنترل برای جریان بار اولیه و محصول تولیدی توصیه می‌شود.

## ۲-۷-۴- راندمان عملیات

بازده عملیات سنگ‌جویری خودکار به عواملی از قبیل فاصله کانی مورد نظر از حس‌گر، میزان نفوذ خاصیت مورد نظر (مغناطیسی، الکتریکی، رادیواکتیویته، نوری و نظایر آن‌ها) در قطعات در حال عبور از مقابل حس‌گر، آزاد بودن سطح کانی، سالم بودن دستگاه سنگ‌جویری، تمیز بودن سطح کانی مورد نظر، میزان خوراک ورودی، میزان محصول تولیدی و شاخص بودن رفتار کانی مورد نظر بستگی دارد.

# فصل ۳

---

---

**دستورالعمل‌های سنگ‌جوری دستی و خودکار**



### ۳-۱- تعیین روش سنگ‌جوری

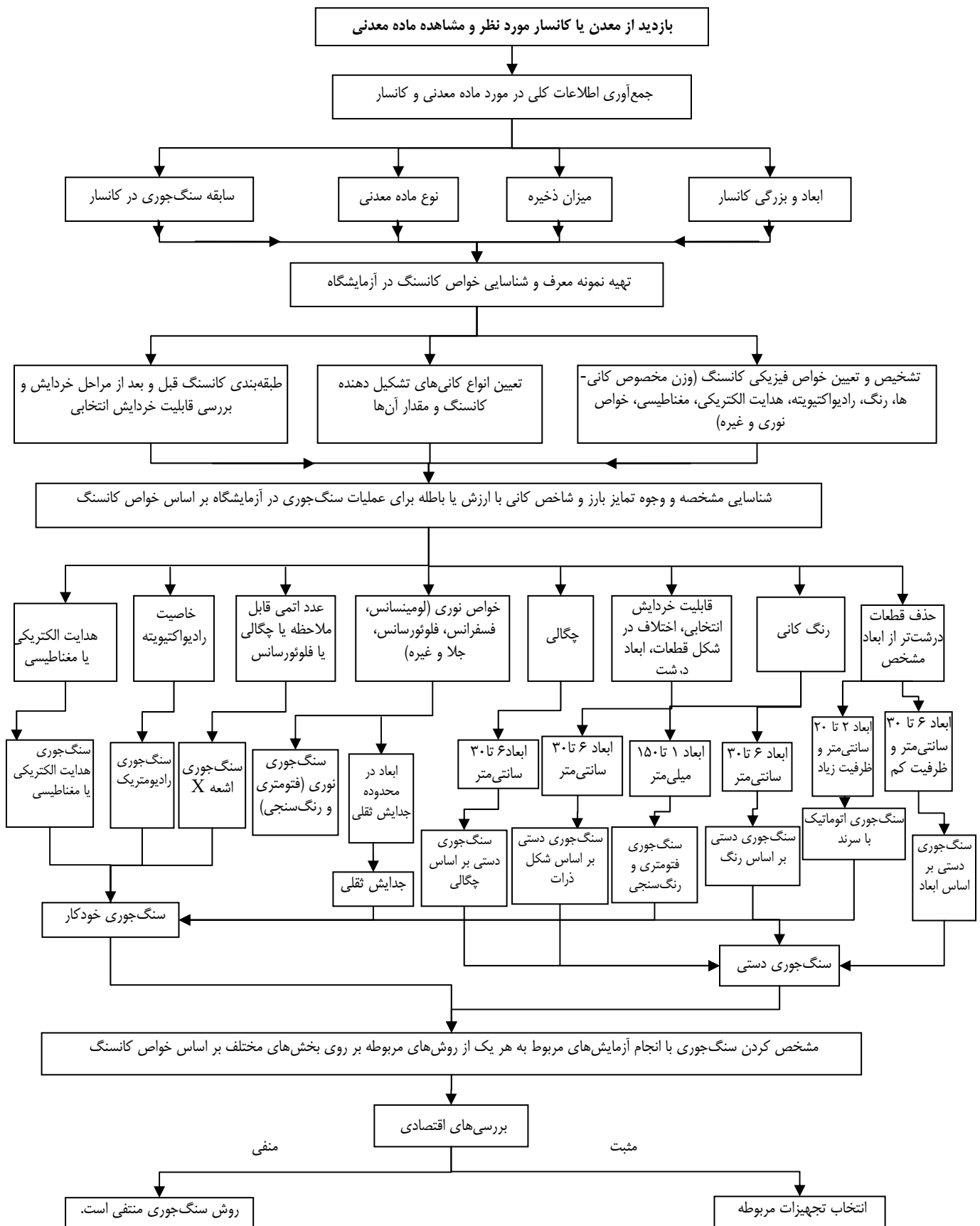
به منظور ارزیابی قابلیت جدایش و پرعیارسازی مواد معدنی به روش‌های مختلف سنگ‌جوری لازم است بررسی‌های اولیه بر اساس مشاهدات ظاهری کانسنگ (معمولا برای سنگ‌جوری دستی) و آزمایش‌های اولیه برای تعیین خصوصیات و رفتار آن (برای سنگ‌جوری خودکار) و در نظر گرفتن دیگر عوامل انجام گیرد. در ارزیابی‌های اولیه برای سنگ‌جوری دستی معمولا رنگ کانی در ابعاد نسبتا درشت و برای سنگ‌جوری خودکار، خواص نوری (انعکاس و انکسار یک اشعه نورانی، جذب نور و نظایر آن)، خاصیت رادیواکتیویته، هدایت الکتریکی، خاصیت مغناطیسی، ابعاد کانی‌ها، وزن مخصوص و غیره مد نظر قرار می‌گیرد.

مهم‌ترین اقداماتی که لازم است قبل از عملیات سنگ‌جوری انجام گیرد عبارتند از:

- رویت و مشاهده کلی کانسار یا معدن و ماده معدنی
- بررسی و تعیین کلیه خصوصیات ماده معدنی از نظر کانی‌شناسی، خواص فیزیکی و شیمیایی به منظور مشخص کردن قابلیت جدایش بر اساس روش‌های سنگ‌جوری (دستی و خودکار)
- تهیه نمونه مورد نیاز، انجام فرآیندهای خردایش، طبقه‌بندی و تجزیه ابعادی در مقیاس آزمایشگاهی
- شناسایی و معرفی ویژگی و وجوه تمایز بارز و شاخص کانی با ارزش یا باطله قابل به کارگیری در عملیات سنگ‌جوری با در نظر گرفتن شرایط فنی و اقتصادی، ایمنی و بهداشت، مسایل زیست‌محیطی و نظایر آن‌ها. با توجه به پیچیدگی خواص مواد معدنی، در اکثر موارد لازم است که در یک سیستم برای مشخص کردن ویژگی و وجوه تمایز بارز و شاخص ماده معدنی، خواص بیشتری از آن اندازه‌گیری شود.
- انجام آزمایش‌های اولیه با توجه به مشخصه بارز ماده معدنی در عملیات سنگ‌جوری بر روی بخش‌های مختلف برای مشخص کردن شرایط بهینه در مقیاس‌های صنعتی و نیمه‌صنعتی
- بررسی قابلیت‌های سنگ‌جوری ماده معدنی مانند اندازه مناسب و تمیز بودن سطح کانی برای تعیین مشخصه مورد نظر، قابل تشخیص بودن مشخصه مورد نظر و متفاوت بودن آن با سایر کانی‌های موجود در سنگ، دقت و حساسیت تجهیزات و افرادی که عملیات سنگ‌جوری را انجام می‌دهند.
- بررسی‌های فنی و اقتصادی بر اساس طراحی ارایه شده از واحد سنگ‌جوری صورت می‌گیرد که در این خصوص عوامل و پارامترهای موثر را می‌توان به شرح زیر دسته‌بندی کرد:
  - الف) مشخصات کانسنگ (مانند عیار، ابعاد، تناژ بار ورودی، ذخیره کانسنگ و غیره)
  - ب) مشخصات محصول (پارامترهای متالورژیکی مانند عیار، بازیابی، ابعاد، میزان محصول تولیدی و غیره)
  - پ) هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای خرید تجهیزات مورد نیاز شامل سیستم‌های خردایش، طبقه‌بندی، سنگ‌جوری و غیره
  - ت) هزینه‌های عملیاتی مورد نیاز شامل هزینه‌های پرسنلی و مواد مصرفی
  - ث) ارزش و قیمت واقعی محصول نهایی (در سنگ‌جوری با هدف تهیه کنسانتره نهایی)
  - ج) میزان هزینه‌های صرفه‌جویی شده در واحد پرعیارسازی نهایی، در صورت انجام عملیات سنگ‌جوری با هدف تهیه کنسانتره

- تعیین اهداف عملیات سنگ‌جوری (پیش‌تغلیظ یا کنسانتره نهایی)

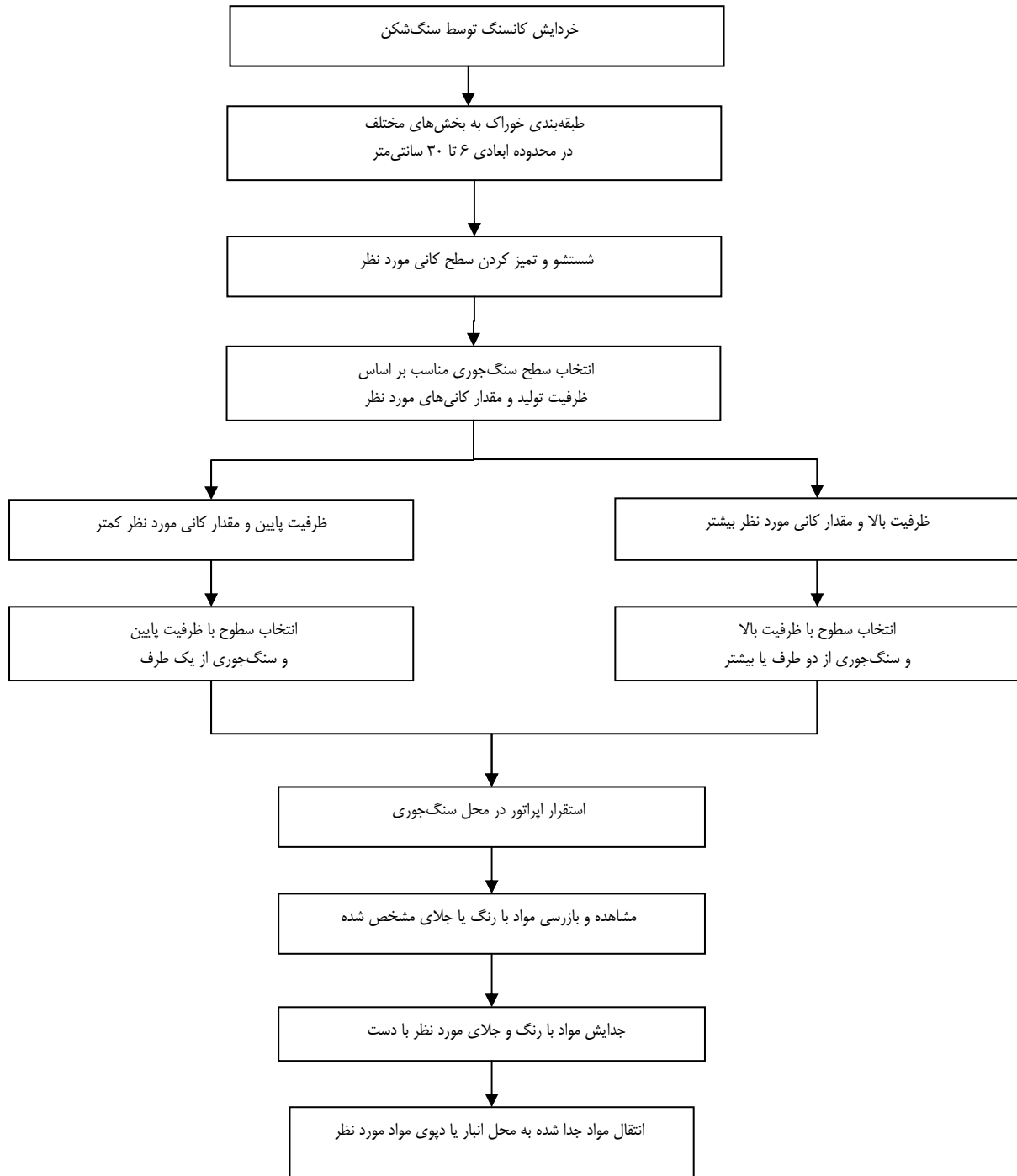
بعد از انجام آزمایش‌های اولیه و اقدامات فوق می‌توان به اطلاعات لازم و کافی از ماده معدنی مورد نظر دست یافت. با استفاده از تجزیه و تحلیل رفتارهای ماده معدنی، یکی از خصوصیات آن به عنوان معیار سنگ‌جوری تعیین شده و بر این اساس روش مناسب و مفید عملیات سنگ‌جوری (دستی یا خودکار) انتخاب می‌شود. بنابراین با توجه به موارد و مطالب فوق‌الذکر دستورالعمل مناسب برای انتخاب روش سنگ‌جوری بر اساس خواص کانی مورد نظر مطابق روندنمای ۳-۱ ارائه می‌شود.



روندنمای ۳-۱- انتخاب روش سنگ‌جوری بر اساس مشخصات و وجوه تمایز در کانی با ارزش و باطله

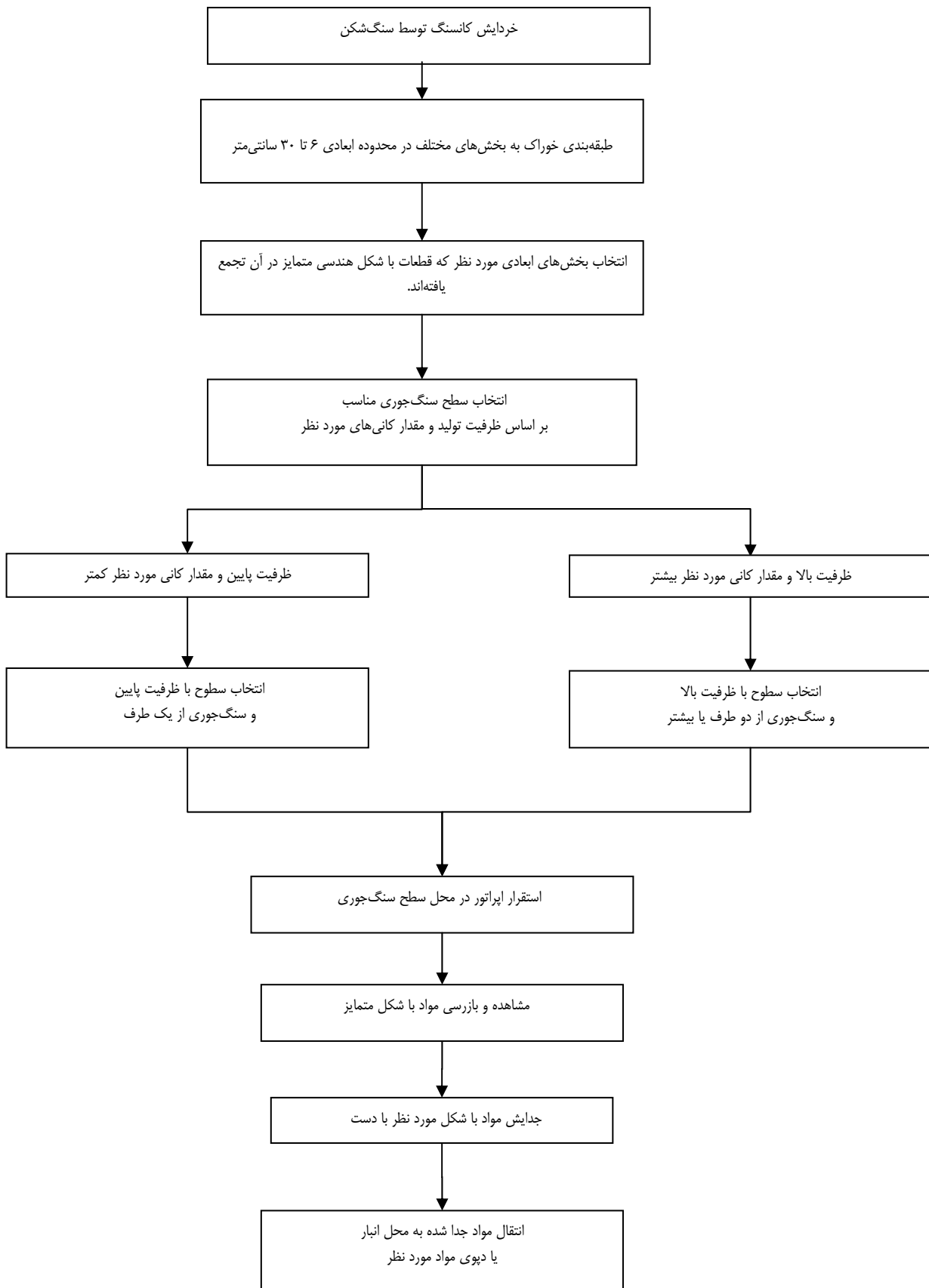
### ۳-۲- دستورالعمل روش‌های مختلف سنگ‌جویری بر اساس ویژگی‌های کانی مورد نظر

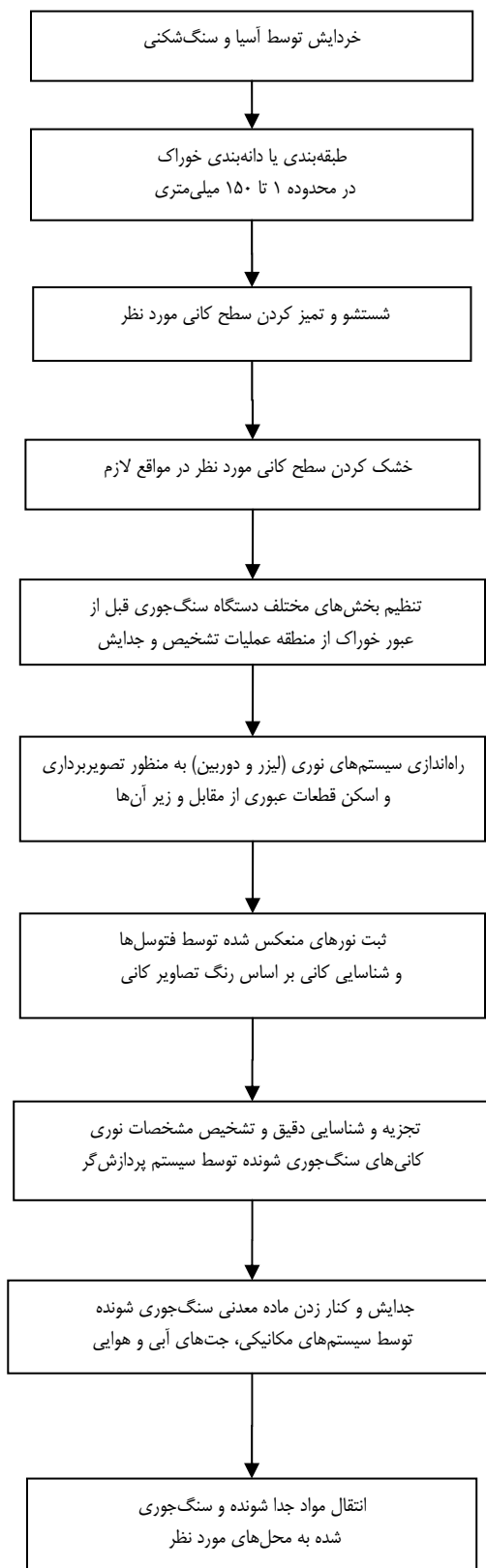
در روندنماهای ۲-۳ و ۳-۳ انجام روش‌های مختلف سنگ‌جویری دستی و در روندنماهای ۳-۳ تا ۴-۳ روش‌های سنگ‌جویری خودکار ارایه شده است. همچنین در پیوست در نمودارهای پ-۱ تا پ-۴ شمای عملیات تعدادی از روش‌های سنگ‌جویری آورده شده است.



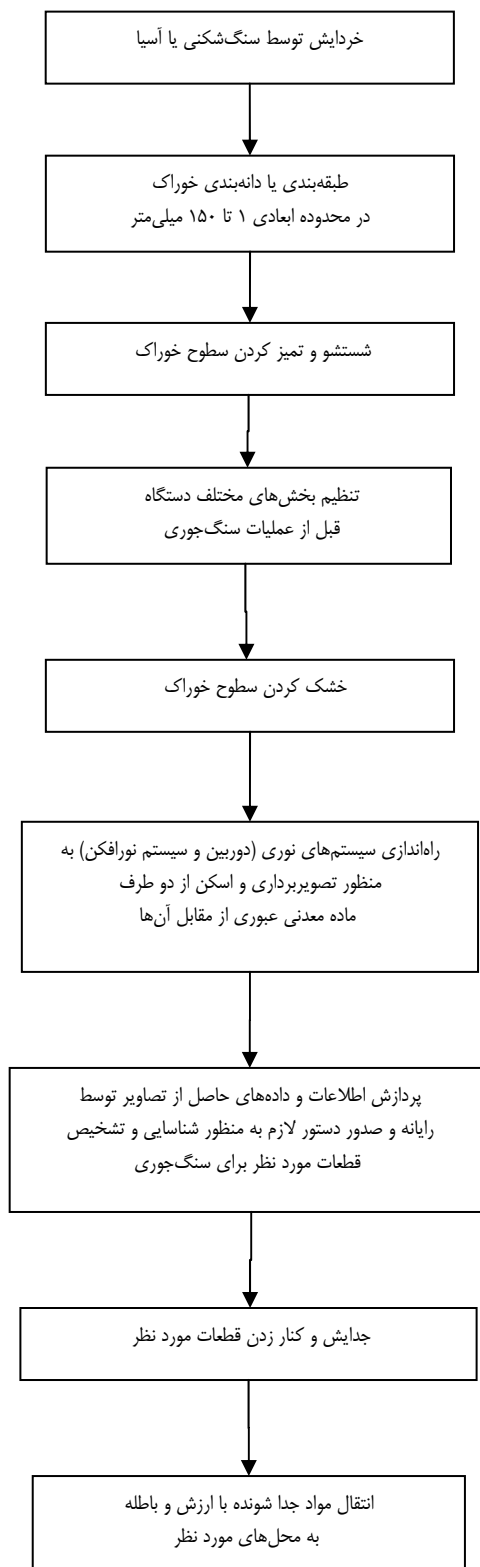
روندنمای ۳-۲- سنگ‌جویری دستی بر اساس رنگ و جلا



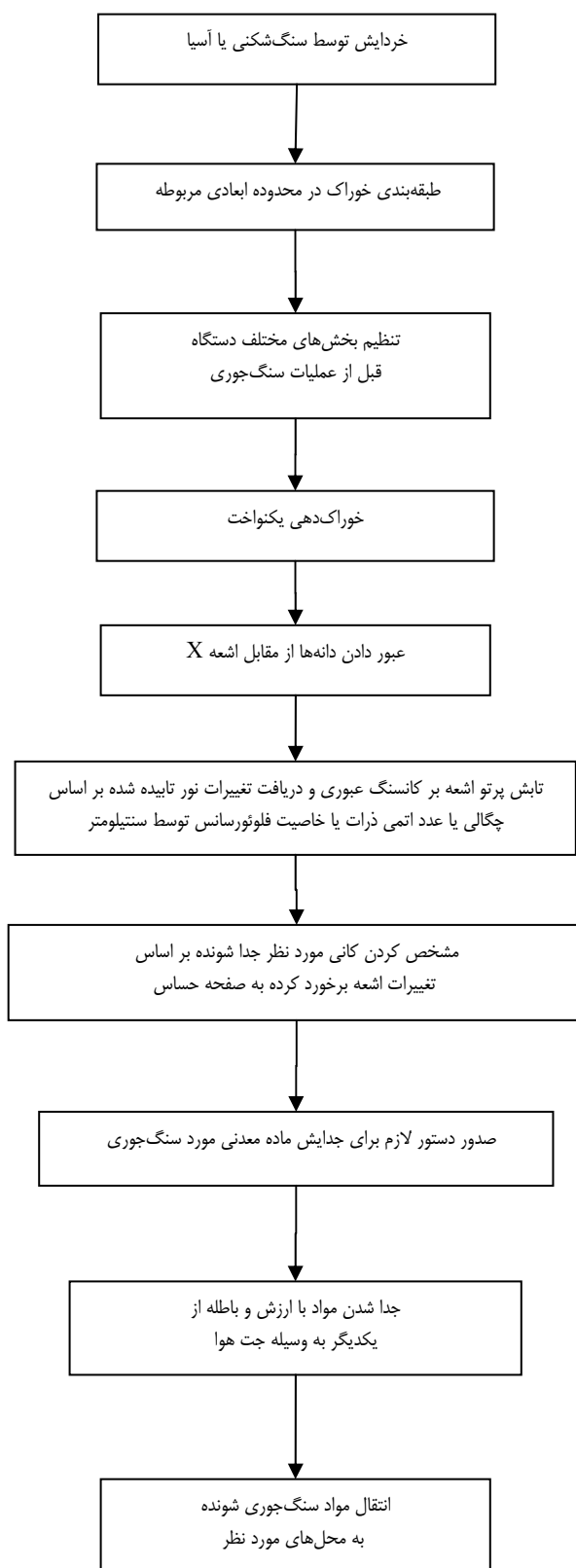




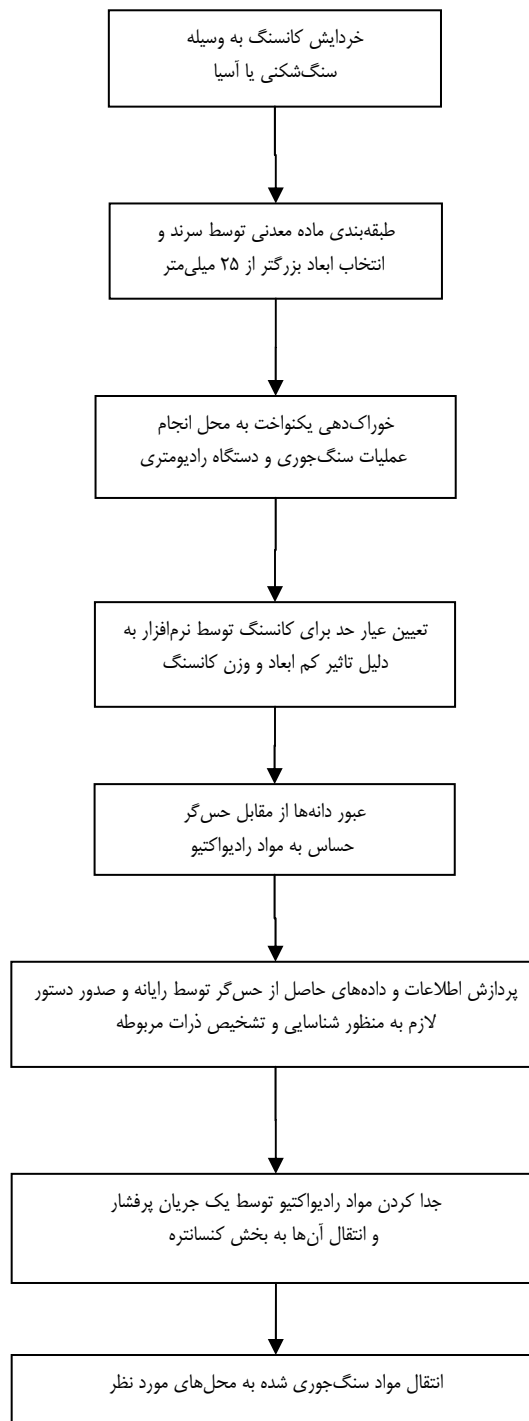
روندنمای ۳-۴- سنگ‌جویری خودکار نوری (فتومتریک)



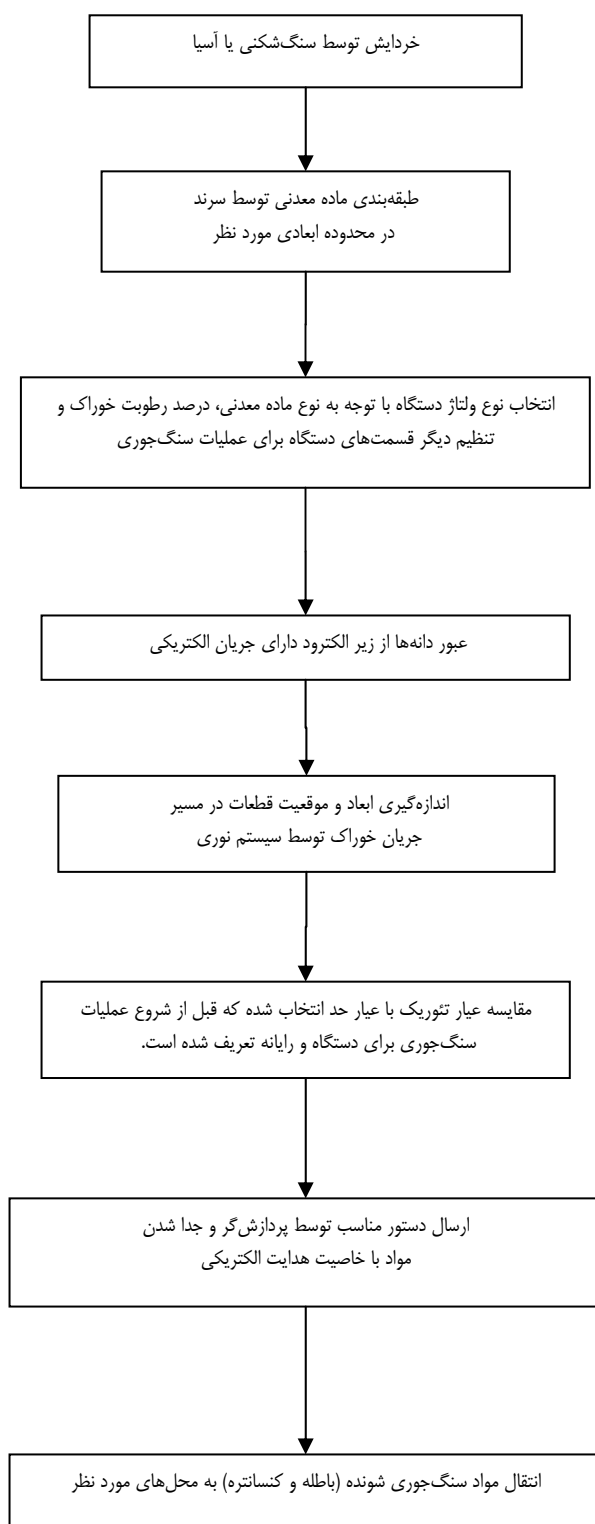
روندنمای ۳-۵- سنگ‌جویری نوری (رنگ‌سنجی)



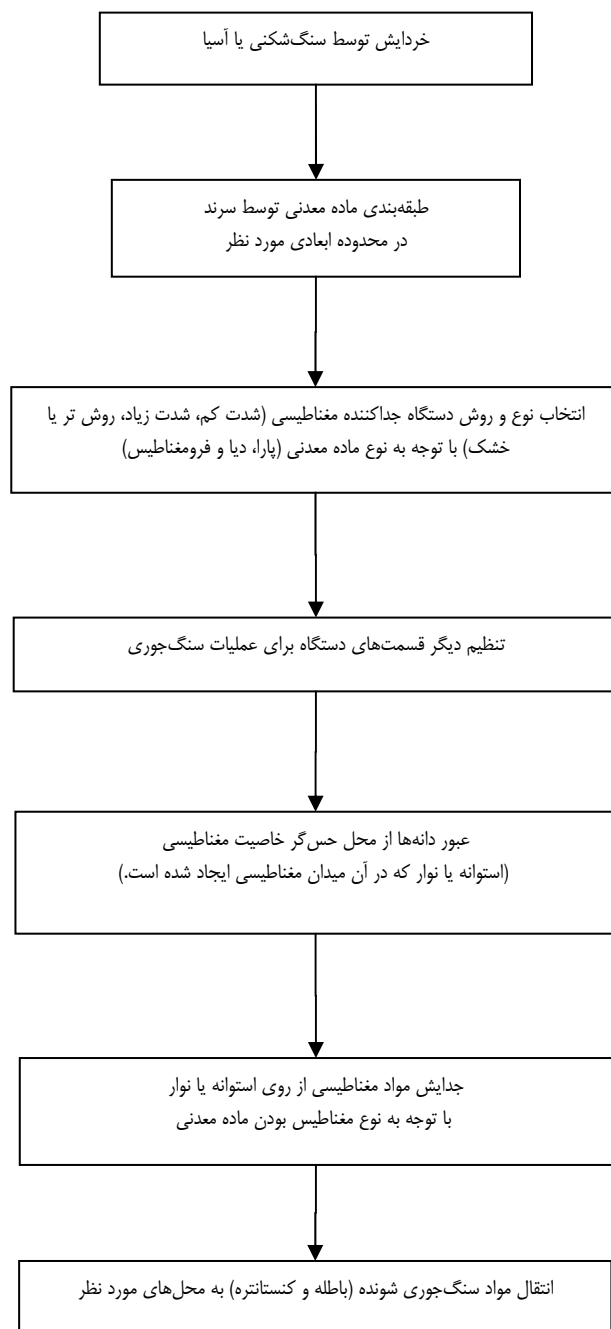
روندنمای ۳-۶- سنگ‌جویری با استفاده از پراش اشعه X



روندنمای ۳-۷- سنگ‌جواری با استفاده از خاصیت رادیواکتیویته



روندنمای ۳-۸- سنگ‌جوری با استفاده از خاصیت هدایت الکتریکی



روندنمای ۳-۹- سنگ‌جوری با استفاده از خاصیت مغناطیسی





# پیوست

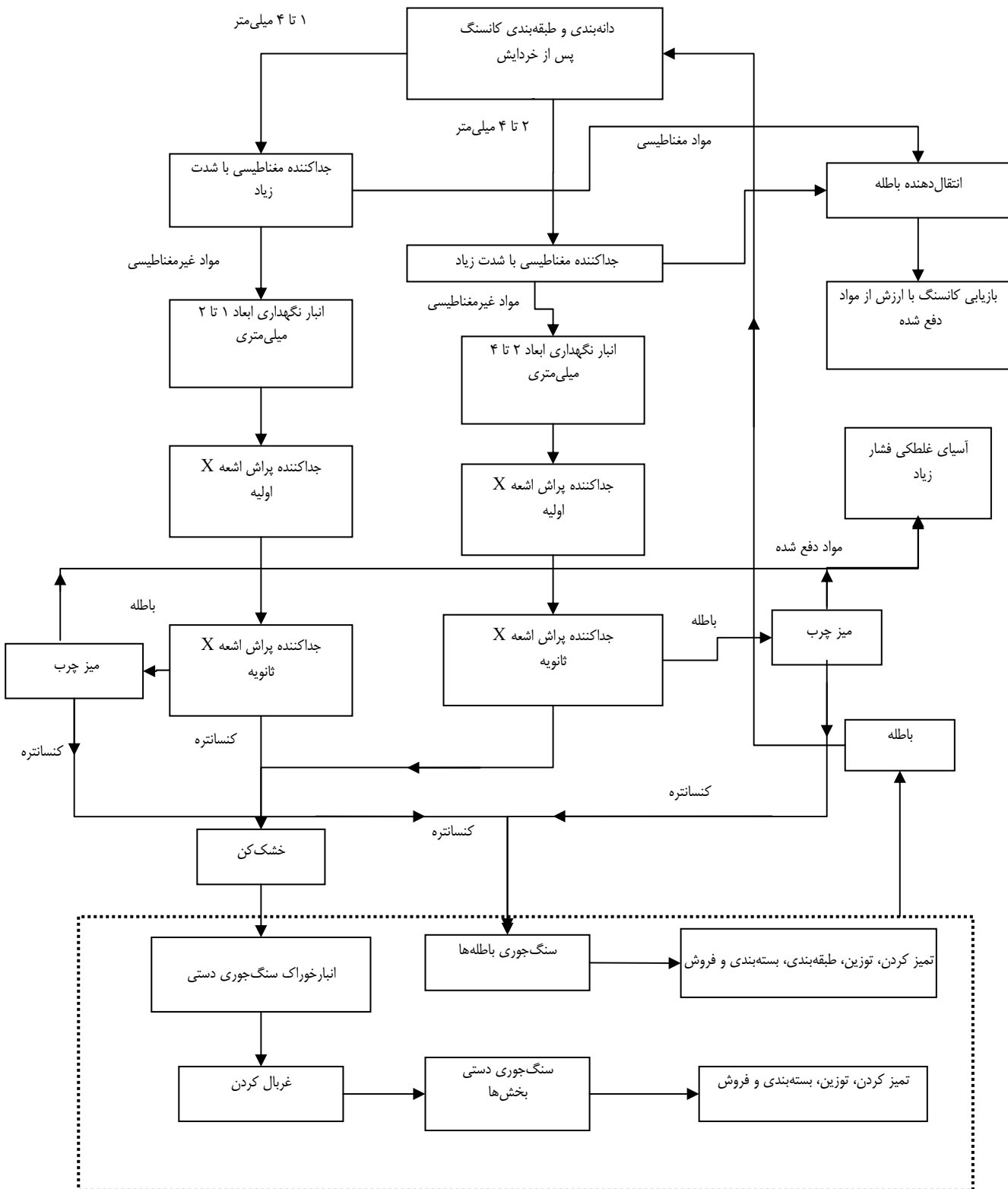
---

---

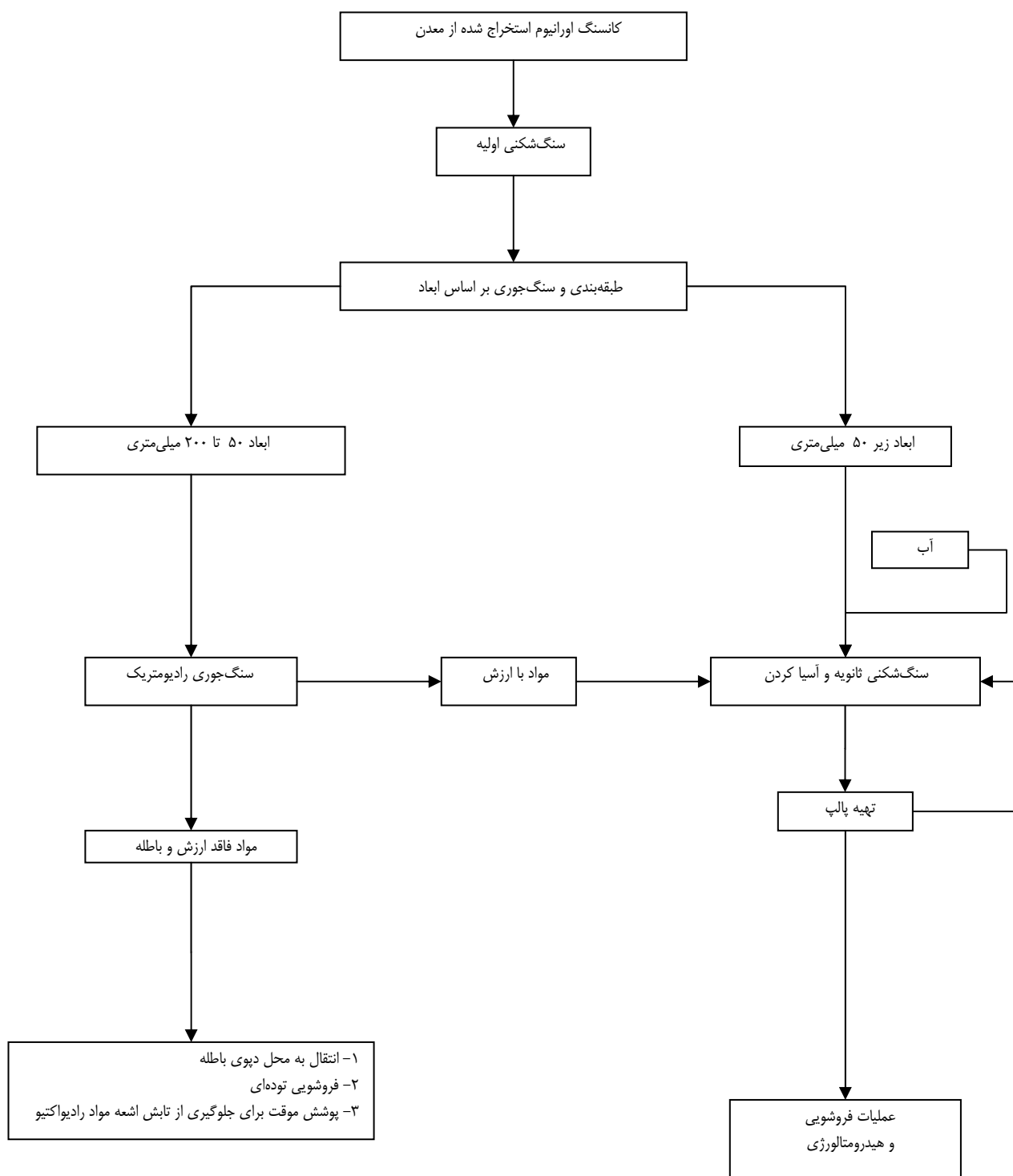
نمونه‌های شمای عملیات برای

سنگ جوری دستی و خودکار

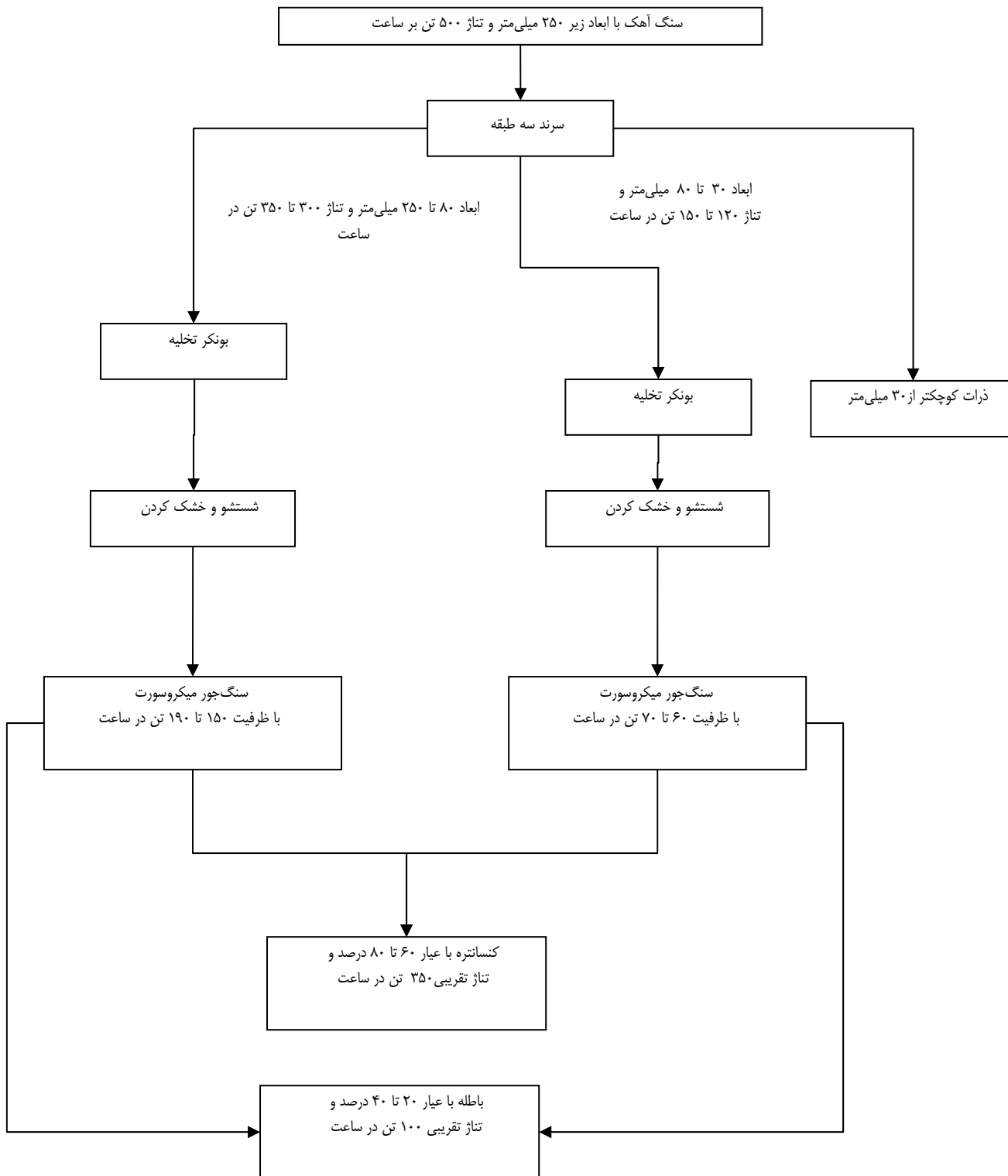




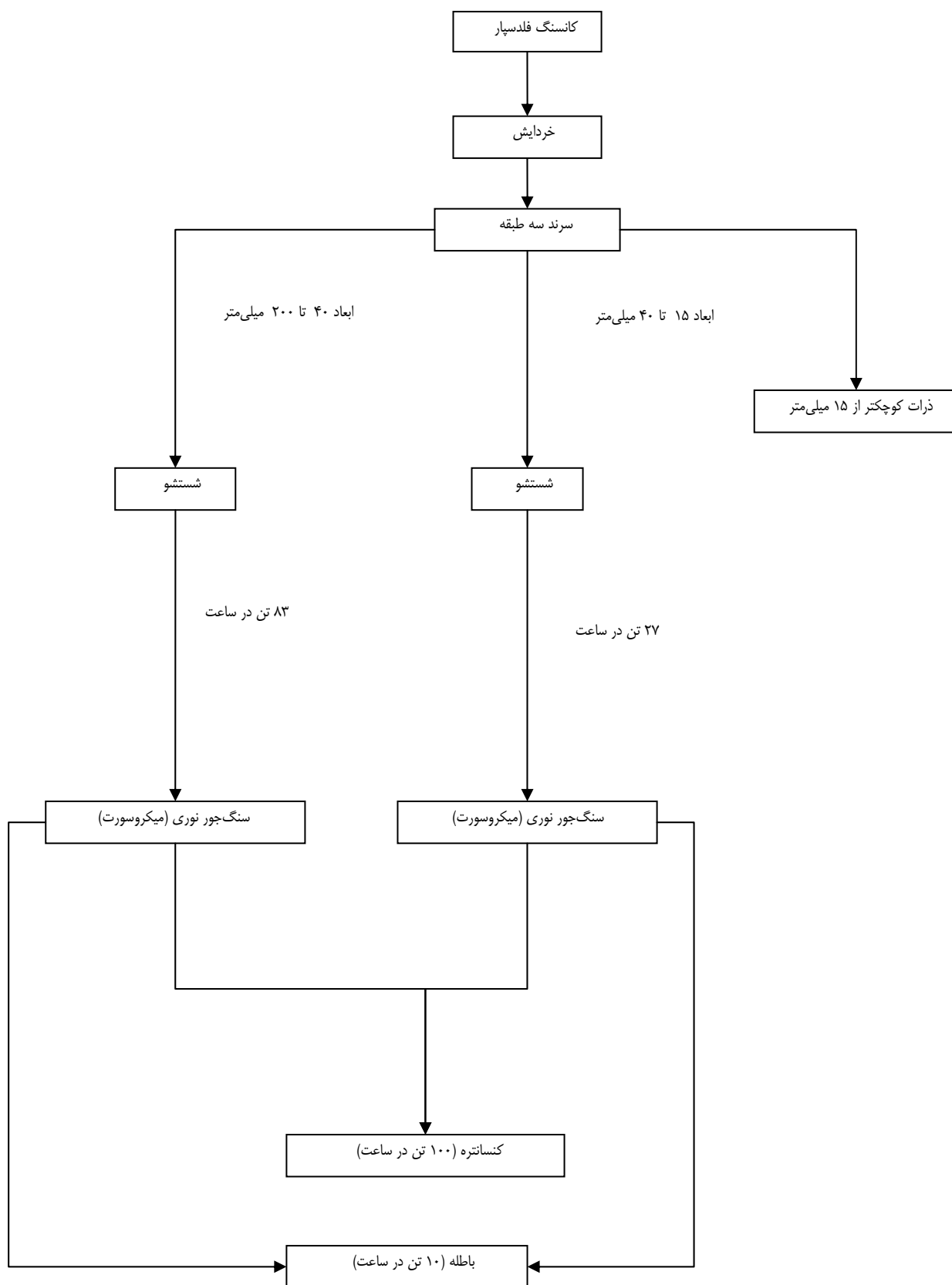
نمودار پ-۱ - نمونه‌ای از شمای عملیات فرآوری الماس



نمودار پ-۲- نمونه‌ای از شمای عملیات آماده‌سازی کانسنگ اورانیوم قبل از مراحل هیدرومتالورژی



نمودار پ-۳- نمونه‌ای از شمای عملیات سنگ‌جوری رنگ‌سنجی خودکار بر اساس ابعاد برای جدایش دولومیت از سنگ آهک



نمودار پ-۴- نمونه‌ای از شمای عملیات سنگ‌جواری نوری کانسنگ فلدسپار

## عناوین پروژه‌های اکتشاف برنامه 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 زغال‌سنگ  | نشریه شماره ۳۵۱ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۳    | راهنمای اکتشاف سنگهای تزئینی و نما   | نشریه شماره ۳۷۸ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۴    | دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی  | نشریه شماره ۳۷۹ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۵    | راهنمای ملاحظات زیست محیطی در فعالیتهای اکتشافی  | نشریه شماره ۴۹۸ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۶    | فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف سنگ آهن  | نشریه شماره ۵۳۶ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۷    | دستورالعمل تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی - اکتشافی بزرگ مقیاس رقومی   | نشریه شماره ۵۳۲ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۸    | راهنمای علائم استاندارد نقشه‌های زمین‌شناسی  | نشریه شماره ۵۳۹ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۹    | دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵,۰۰۰)  | نشریه شماره ۵۴۰ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۱۰   | فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف مس   | نشریه شماره ۵۴۱ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۱۱   | شرح خدمات مراحل مختلف اکتشاف طلا   | نهایی - در دست چاپ  |
| ۱۲   | فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف فلزات پایه  | نهایی - در دست چاپ  |
| ۱۳   | شرح خدمات و دستورالعمل بررسی های ژئوفیزیک اکتشافی به روشهای لرزه ای، مغناطیسی و گرانی سنجی   | نهایی - در دست چاپ  |
| ۱۴   | شرح خدمات و دستورالعمل اکتشافات ژئوفیزیکی به روشهای الکتریکی و الکترومغناطیسی  | نهایی - در دست چاپ  |
| ۱۵   | دستورالعمل مدلسازی و محاسبه ذخیره  | نهایی - در دست چاپ  |
| ۱۶   | راهنمای تهیه گزارش پایانی عملیات اکتشافی   | نهایی - در دست چاپ  |
| ۱۷   | دستورالعمل ارزشیابی و نظارت بر پروژه‌های اکتشافی در مراحل مختلف اکتشاف   | نهایی - در دست چاپ  |
| ۱۸   | دستورالعمل حفاری گمانه‌های اکتشافی به روش‌های مغزه‌گیری و پودری  | نهایی - در دست چاپ  |
| ۱۹   | ضوابط و دستورالعمل های طراحی شبکه تونل، چاه‌های اکتشافی حفاری‌های عمیق در تیپ‌های مختلف کانساری  | نهایی - در دست چاپ  |
| ۲۰   | شرح خدمات و دستورالعمل اکتشاف سنگها و کانیهای صنعتی - بخش ۳ (پرلیت، دیاتومیت، ورمیکولیت و شیل‌های منبسط شونده) فهرست خدمات اکتشافی   | نهایی - در دست چاپ  |
| ۲۱   | فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف پتاس سنگی  | نهایی - در دست چاپ  |
| ۲۲   | شرح خدمات و دستورالعمل اکتشاف عناصر کمیاب به تفکیک مقیاس   | در دست تدوین  |
| ۲۳   | ضوابط طراحی و دستورالعمل اجرای حفاریات اکتشافی سطحی  | در دست تدوین  |
| ۲۴   | شرح 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  |
| ۲۵   | فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف سنگها و کانیهای قیمتی و نیمه‌قیمتی  | در دست تدوین  |
| ۲۶   | فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف تبخیری‌ها در شورابه‌ها   | در دست تدوین  |
| ۲۷   | فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف مواد اولیه سیمان   | در دست تدوین  |
| ۲۸   | فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف مواد اولیه تولید آجرها و سفالهای ساختمانی  | در دست تدوین  |
| ۲۹   | فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف سنگها و کانیهای صنعتی بخش ۲: باریت، سلسنتین، سیلیس، فلدسپار، زئولیت، بنتونیت، فلورین   | در دست تدوین  |
| ۳۰   | فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف آنتیموان   | 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 برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۲    | مقررات تهویه در معادن   | نشریه شماره ۳۵۰ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۳    | دستورالعمل امداد و نجات در معادن                                      | نشریه شماره ۴۸۸ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۴    | راهنمای تهیه گزارش های طراحی معدن                                     | نشریه شماره ۴۹۶ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۵    | راهنمای ارزشیابی دارایی‌های معدنی                                     | نشریه شماره ۴۴۳ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۶    | دستورالعمل فنی روشنایی در معادن                                       | نشریه شماره ۴۸۹ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۷    | راهنمای استخراج سنگ‌های تزئینی و نما                                  | نشریه شماره ۳۷۸ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۸    | دستورالعمل تهیه نقشه های استخراجی معدن                                | نشریه شماره ۴۴۲ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۹    | مقررات فنی آتشیاری در معادن   | نشریه شماره ۴۱۰ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۱۰   | دستورالعمل فنی ترابری در معادن  | نشریه شماره ۵۰۶ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۱۱   | دستورالعمل تحلیل پایداری و پایدار سازی شیب‌ها در معادن روباز          | نشریه شماره ۵۳۸ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۱۲   | دستورالعمل توزیع هوای فشرده در معادن                                  | نشریه شماره ۵۳۱ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۱۳   | راهنمای محاسبه قیمت تمام شده در فعالیت‌های معدنی                      | نشریه شماره ۵۴۲ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۱۴   | دستورالعمل طراحی و اجرای سیستم‌های نگهداری تونل‌های معدنی             | نشریه شماره ۵۳۷ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۱۵   | ضوابط امکان‌سنجی در فعالیت‌های معدنی                                  | نهایی   |
| ۱۶   | دستورالعمل طراحی هندسی بازکننده ها و حفاریات معدنی                    | نهایی   |
| ۱۷   | دستورالعمل های زیست محیطی در فعالیت های استخراجی                      | نهایی   |
| ۱۸   | راهنمای محاسبه بار و توزیع برق در معادن                               | نهایی   |
| ۱۹   | دستورالعمل طراحی و اجرای سیستم ایزار بندی و رفتارنگاری در معادن روباز | نهایی   |
| ۲۰   | دستورالعمل نگهداری و کنترل سقف در کارگاه های استخراج                  | نهایی   |
| ۲۱   | دستورالعمل طراحی سیستم آبکشی در معادن                                 | نهایی   |
| ۲۲   | ضوابط راه اندازی معدن   | در دست تدوین  |
| ۲۳   | دستورالعمل طراحی، احداث، کنترل و هدایت چاه‌های معدنی                  | در دست تدوین  |
| ۲۴   | دستورالعمل طراحی‌های ژئومکانیکی در حفاریات زیرزمینی                   | در دست تدوین  |
| ۲۵   | دستورالعمل اندازه‌گیری های ژئومکانیکی در معادن                        | در دست تدوین  |
| ۲۶   | ضوابط پر کردن فضاهای زیرزمینی   | در دست تدوین  |
| ۲۷   | دستورالعمل بازرسی و تعمیر سیستم‌های نگهداری حفاریات معدنی             | در دست تدوین  |
| ۲۸   | دستورالعمل انتخاب روش استخراج ذخایر معدنی                             | در دست تدوین  |
| ۲۹   | دستورالعمل مهندسی نشت در معادن  | در دست تدوین  |
| ۳۰   | دستورالعمل کاربرد روش‌های عددی در طراحی ژئومکانیکی                    | در دست تدوین  |



## عناوین پروژه‌های فرآوری بر نامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

| ردیف | عنوان پروژه   | وضعیت   |
|------|---|---|
| ۱    | تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های فرآوری                                      | نشریه شماره ۴۴۱ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۲    | فهرست خدمات مرحله طراحی پایه واحدهای کانه آرای و فرآوری مواد معدنی        | نشریه شماره ۴۹۷ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۳    | راهنمای فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما                                       | نشریه شماره ۳۷۸ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۴    | علایم استاندارد نقشه های کانه آرای  | نشریه شماره ۵۰۸ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۵    | دستورالعمل مکان‌یابی واحدهای کانه‌آرای و فرآوری                           | نشریه شماره ۵۱۵ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۶    | ضوابط انجام آزمایش‌های کانه آرای در مقیاس‌های آزمایشگاهی، پایه و پیش‌آهنگ | نشریه شماره ۵۴۴ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۷    | راهنمای محاسبه تعیین ظرفیت ماشین آلات و تجهیزات واحدهای کانه آرای         | نشریه شماره ۵۴۵ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری |
| ۸    | ضوابط و معیارهای انتخاب آسیای خودشکن و نیمه خودشکن                        | نهایی - در دست چاپ  |
| ۹    | ضوابط شناسایی مواد معدنی و آزادسازی آنها در کانه آرای                     | نهایی - در دست چاپ  |
| ۱۰   | ضوابط حمل و نقل مواد معدنی در مدارهای فرآوری                              | نهایی   |
| ۱۱   | ضوابط، معیارها و دستورالعمل‌های سنگ جوری (دستی و اتوماتیک)                | نهایی   |
| ۱۲   | ضوابط انباشت باطله و مواد زائد در واحدهای کانه آرای                       | نهایی   |
| ۱۳   | ضوابط و معیارهای اختلاط مواد ورودی واحدهای فرآوری                         | نهایی   |
| ۱۴   | فهرست خدمات مهندسی تفصیلی واحدهای کانه‌آرای                               | در دست تدوین  |
| ۱۵   | دستورالعمل دانه بندی مواد معدنی   | در دست تدوین  |
| ۱۶   | راهنمای تعیین اندیس خردایش در آسیاهای مختلف                               | در دست تدوین  |
| ۱۷   | دستورالعمل خردایش مواد معدنی  | در دست تدوین  |
| ۱۸   | ضوابط و دستورالعمل آزمایشگاهی جدایش جامد- مایع                            | در دست تدوین  |
| ۱۹   | دستورالعمل‌های زیست محیطی در فعالیت‌های فرآوری                            | در دست تدوین  |
| ۲۰   | راهنمای پذیرش و انبار نمونه در مقیاس آزمایشگاهی فرآوری مواد معدنی         | در دست تدوین  |
| ۲۱   | ضوابط و معیارهای قیمت‌گذاری خدمات آزمایشگاهی در فرآوری مواد معدنی         | در دست تدوین  |
| ۲۲   | دستورالعمل دفع مواد شیمیایی در آزمایشگاه ها و واحدهای فرآوری              | در دست تدوین  |
| ۲۳   | ضوابط کلی انجام آزمایش‌های هیدرومتالورژی ( در مقیاس آزمایشگاهی )          | در دست تدوین  |
| ۲۴   | ضوابط و معیارهای نمونه‌برداری درمقیاسهای مختلف کانه‌آرای                  | در دست تدوین  |
| ۲۵   | ضوابط و معیارهای نمونه‌برداری درمقیاسهای مختلف فرآوری                     | در دست تدوین  |
| ۲۶   | معیارهای انتخاب مواد شیمیایی مصرفی در فلوتاسیون                           | در دست تدوین  |
| ۲۷   | معیارهای افزایش مقیاس ( Scale up ) واحدهای فرآوری                         | در دست تدوین  |
| ۲۸   | ضوابط و معیارهای آماده‌سازی نمونه‌ها در فرآوری مواد معدنی                 | در دست تدوین  |





**Islamic Republic of Iran**  
Ministry of Industry, Mine and trade

**Mining Technical Criteria Benchmarking Program**

# **Guidelines for Automatic and Manual Ore Sorting**

(Publication No. **554**)  
of  
(Vice Presidency of Strategic Planning and Supervision)

**30**

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

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

---

**2011**