

جمهوری اسلامی ایران
وزارت صنعت، معدن و تجارت

برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

راهنمای امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی

شماره ردیف نشریه در انتشارات
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

۵۵۸



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>
<http://www.minecriteria.ir>



انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن
(شماره ثبت ۹۹۶۶)

عنوان و نام پدیدآور :	راهنمای امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی / وزارت صنعت، معدن و تجارت، معاونت امور معادن و صنایع معدنی، برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن
مشخصات نشر :	تهران : انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن ایران، ۱۳۹۰
مشخصات ظاهری :	۱۳۲ص: جدول : ۲۹×۲۲ س.م.
فروست :	انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن ایران؛ ۶۴
شابک :	شماره ردیف نشریه در انتشارات معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور؛ ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۲۲-۰۳-۹
وضعیت فهرست‌نویسی :	فیا
یادداشت :	بالای عنوان : برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن .
عنوان دیگر :	برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن .
موضوع :	معدن و ذخایر معدنی -- صنعت و تجارت -- امکان‌سنجی
شناسه افزوده :	ایران .وزارت صنعت، معدن و تجارت .دفتر نظارت و بهره برداری .برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن
شناسه افزوده :	سازمان نظام مهندسی معدن ایران
رده‌بندی کنگره :	۱۳۹۰ ر ۲ / ۹۵۰۶ HD
رده‌بندی دیویی :	۳۸۸/۲
شماره کتابشناسی ملی :	۲۴۷۰۹۴۷

راهنمای امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی

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 : ۱۲۵/۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار : زمستان ۱۳۹۳

چاپ و صحافی : طراحان نصر

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



وزارت صنعت، معدن و تجارت

تاریخ: ۲۵/۱۲/۹۲

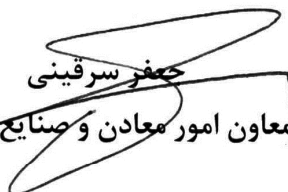
شماره: ۶۰۲۶۹۲۶۱

پوست:

ابلاغیه

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

نشریه **راهنمای امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی** که به استناد مواد قانونی فوق‌الذکر تدوین شده است، توسط معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور نیز با شماره ۵۵۸ 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 یاد شده این مقررات یا اصلاح و تکمیل شده آن، از تاریخ ۱۳۹۴/۷/۱ لازم‌الاجرا خواهد بود.


جعفر سرفینی
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 ۱۰۷ 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 امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی** " 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

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

اعضای شورای عالی به ترتیب حروف الفبا

فرزانه آقارمضانعلی	کارشناس ارشد مهندسی صنایع - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
بهروز برنا	کارشناس مهندسی معدن - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
عبدالعلی حقیقی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی
عبدالرسول زارعی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
جعفر سرقینی	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - 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 استخراج به ترتیب حروف الفبا

محمد فاروق حسینی	دکترای مهندسی معدن، مکانیک سنگ - دانشگاه تهران
مصطفی شریف‌زاده	دکترای مهندسی مکانیک سنگ - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
کوروش شهریار	دکترای مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
علی مرتضوی	دکترای مهندسی انفجار، مکانیک سنگ - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

اعضای کارگروه تنظیم و تدوین به ترتیب حروف الفبا

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

پیش‌نویس این گزارش توسط **خانم مهندس مریم صادق‌بیگی** تهیه شده و توسط کارگروه استخراج بررسی و تایید شده است و پس از آن به تصویب شورای عالی برنامه رسیده است.

مقدمه

مطالعات امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی چند بعدی است و در این مطالعات جنبه‌های حقوقی، فنی، اقتصادی، مالی، زیست‌محیطی و سیاسی-اجتماعی یک پروژه از نظر کیفی و کمی بررسی می‌شود. پروژه‌های معدنی از جنبه‌های مختلف با سایر پروژه‌های صنعتی متفاوت‌اند. این تفاوت‌ها شامل موقعیت جغرافیایی الزامی پروژه، غیرقابل تجدید بودن منابع معدنی و ظرفیت محدود کانسار، عدم قطعیت داده‌ها، نیاز به سرمایه‌گذاری زیاد و وابستگی به نیروی انسانی و ریسک‌های بالای فنی، اقتصادی و سیاسی است.

مطالعات امکان‌سنجی باید طبق برنامه زمان‌بندی منسجم، با کمترین هزینه و با هماهنگی گروه‌های مطالعاتی مختلف انجام شود. این مطالعات بر حسب مراحل طراحی معدن و همچنین مراحل مطالعات اکتشافی به سه مرحله مطالعات فرصت‌سنجی، پیش‌امکان‌سنجی و امکان‌سنجی تقسیم‌بندی شده است.

در مراحل اولیه طراحی هر پروژه جدید، بررسی زیرساخت‌های پروژه به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی، است. تخمین هزینه یکی دیگر از بخش‌های مهم مطالعات امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی است. تخمین هزینه به روش‌های متعددی انجام می‌شود که با توجه به اهداف و سطح اعتماد اطلاعات پروژه، استراتژی‌های از قبل تعیین شده و دقت مورد نظر، انتخاب می‌شود. مطالعات بازار به عنوان بخشی از فرآیند مطالعات امکان‌سنجی باید با دقت و با هدف دستیابی به اطلاعات مورد نیاز در زمان مناسب انجام شود.

با توجه به آنکه مشخصه‌هایی مانند قطر چال، ظرفیت صندوقه شاول و بعضی مشخصات دیگر بر حسب سیستم انگلیسی بیان می‌شود بنابراین در فرمول‌های مربوطه از این واحدها استفاده شده است.

این نشریه با عنوان **راهنمای امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی** در چارچوب برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن و در راستای اهداف وزارت صنعت، معدن و تجارت در ۸ فصل تهیه شده است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول- طراحی و برنامه‌ریزی مطالعات امکان‌سنجی.....
۳	۱-۱- آشنایی.....
۳	۱-۲- هدف‌های مطالعات امکان‌سنجی
۳	۱-۳- مراحل مطالعات امکان‌سنجی
۳	۱-۳-۱- مطالعات فرصت‌سنجی.....
۴	۱-۳-۲- مطالعات پیش‌امکان‌سنجی.....
۴	۱-۳-۳- مطالعات امکان‌سنجی.....
۴	۱-۴- مراحل مطالعات امکان‌سنجی
۵	۱-۴-۱- مرحله طراحی.....
۵	۱-۴-۲- مرحله سازماندهی.....
۶	۱-۴-۳- مرحله اجرا، نظارت و کنترل.....
۷	فصل دوم- عناوین گزارش‌های مطالعات امکان‌سنجی.....
۹	۱-۲- آشنایی
۹	۲-۲- گزارش مطالعات امکان‌سنجی
۹	۲-۲-۱- کلیات.....
۹	۲-۲-۲- شرایط عمومی منطقه.....
۱۰	۲-۲-۳- زمین‌شناسی.....
۱۰	۲-۲-۴- آب‌زمین‌شناسی.....
۱۰	۲-۲-۵- اکتشافات.....
۱۰	۲-۲-۶- ضوابط و معیارهای طراحی.....
۱۱	۲-۲-۷- امکانات زیربنایی.....
۱۱	۲-۲-۸- مطالعات طراحی معدن.....
۱۱	۲-۲-۹- مطالعات فرآوری.....
۱۲	۲-۲-۱۰- برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای.....
۱۲	۲-۲-۱۱- برآورد هزینه‌های جاری.....
۱۲	۲-۲-۱۲- مطالعات بازار.....
۱۳	۲-۲-۱۳- پیش‌بینی قیمت و برآورد درآمد.....
۱۳	۲-۲-۱۴- موارد حقوقی، مالکیت و قانونی.....
۱۳	۲-۲-۱۵- مسایل سرمایه‌گذاری.....

۱۳	.....تأثيرات زیست محیطی.....۱۶-۲-۲
۱۴	.....تجزیه و تحلیل اقتصادی.....۱۷-۲-۲
۱۴	.....صورت ریز ارزیابی اقتصادی پروژه های معدنی.....۳-۲-۳
۱۴	.....مالکیت.....۱-۳-۲
۱۵	.....ذخایر و منابع معدنی.....۲-۳-۲
۱۵	.....زمان بندی تولید.....۳-۳-۲
۱۵	.....واحدهای اندازه گیری.....۴-۳-۲
۱۵	.....استخراج.....۵-۳-۲
۱۶	.....فرآوری.....۶-۳-۲
۱۶	.....پیامدهای زیست محیطی.....۷-۳-۲
۱۷	.....هزینه های سرمایه ای.....۸-۳-۲
۱۷	.....هزینه های جاری.....۹-۳-۲
۱۸	.....درآمد.....۱۰-۳-۲
۱۸	.....نرخ تبدیل ارز و پول رایج.....۱۱-۳-۲
۱۹	.....حقوق دولتی.....۱۲-۳-۲
۱۹	.....مالیات.....۱۳-۳-۲
۱۹	.....تامین منابع مالی.....۱۴-۳-۲
۲۰	.....روش ارزیابی.....۱۵-۳-۲
۲۰	.....داده های غیرنقدی.....۱۶-۳-۲
۲۰	.....منابع اطلاعات.....۱۷-۳-۲
۲۱	.....مدیریت و کارکنان.....۱۸-۳-۲
۲۳	.....فصل سوم- بررسی های فنی.....
۲۵	.....تحلیل و بررسی فنی عملیات اکتشافی.....۱-۳
۲۵	.....مدلسازی توده معدنی.....۱-۱-۳
۲۶	.....برآورد ذخیره و مدلسازی بلوکی.....۲-۱-۳
۲۶	.....بررسی زیرساخت های پروژه.....۲-۳
۲۶	.....راه های دسترسی.....۱-۲-۳
۲۷	.....تامین آب.....۲-۲-۳
۲۷	.....تامین برق.....۳-۲-۳
۲۷	.....تامین خدمات عمومی و صنایع همگانی.....۴-۲-۳
۲۷	.....بررسی های فنی معدن.....۳-۳
۲۷	.....انتخاب روش استخراج.....۱-۳-۳

۲۸	.....انتخاب ظرفیت استخراج.....۲-۳-۳
۲۹	.....انتخاب تجهیزات استخراجی.....۳-۳-۳
۳۰	.....روش طراحی معادن.....۴-۳-۳
۳۰	.....راهنمای تجربی بررسی‌های فنی معدن.....۵-۳-۳
۳۰	.....بررسی پارامترهای فنی کارخانه فرآوری.....۴-۳-۳
۳۰	.....مطالعات فرآوری ضمن مطالعات امکان‌سنجی.....۱-۴-۳
۳۲	.....طراحی روش فرآوری.....۲-۴-۳
۳۳	.....طراحی کارخانه فرآوری.....۳-۴-۳
۳۳	.....راهنمای تجربی طراحی کارخانه فرآوری.....۴-۴-۳
۳۵	.....زمان‌بندی اجرای طرح.....۵-۳-۳
۳۷	.....فصل چهارم- روش‌های برآورد هزینه.....
۳۹	.....آشنایی.....۱-۴-۳
۳۹	.....برآورد هزینه‌ها.....۲-۴-۳
۳۹	.....هزینه‌های سرمایه‌ای.....۱-۲-۴
۴۴	.....هزینه‌های تولید.....۲-۲-۴
۴۸	.....جدول هزینه‌های ثابت و متغیر.....۳-۲-۴
۴۸	.....راهنمای برآورد هزینه.....۳-۴-۳
۴۹	.....روش تخمین مقایسه‌ای.....۱-۳-۴
۵۰	.....روش تخمین هزینه مستقیم (تفصیلی).....۲-۳-۴
۵۲	.....روش‌های اقتصادسنجی.....۳-۳-۴
۵۳	.....مدل اُهارا.....۴-۳-۴
۷۳	.....مدل سازمان معادن آمریکا.....۵-۳-۴
۷۴	.....روش‌های ترکیبی.....۶-۳-۴
۷۵	.....اصلاح هزینه‌های برآورد شده.....۴-۴-۳
۷۷	.....فصل پنجم- ضوابط مطالعات زیست‌محیطی.....
۷۹	.....آشنایی.....۱-۵-۳
۷۹	.....طراحی مطالعات زیست‌محیطی.....۲-۵-۳
۸۰	.....مطالعات زیست‌محیطی پروژه‌های معدنی.....۳-۵-۳
۸۱	.....گزارش تاثیرات زیست‌محیطی.....۴-۵-۳
۸۱	.....اطلاعات مورد نیاز.....۱-۴-۵
۸۲	.....سرفصل‌های تهیه گزارش‌های زیست‌محیطی.....۲-۴-۵

۸۵	..... ۵-۵- قوانین تجربی
۸۷	..... فصل ششم- مطالعات بازار و برآورد درآمد
۸۹	..... ۱-۶- آشنایی
۸۹	..... ۲-۶- قیمت مواد اولیه و فروش محصولات طرح
۸۹	..... ۳-۶- عرضه
۸۹	..... ۱-۳-۶- تولید داخلی
۹۰	..... ۲-۳-۶- واردات
۹۰	..... ۴-۶- پیش‌بینی امکانات عرضه
۹۰	..... ۱-۴-۶- پیش‌بینی امکانات عرضه داخلی
۹۱	..... ۲-۴-۶- پیش‌بینی واردات
۹۱	..... ۵-۶- تقاضا
۹۲	..... ۱-۵-۶- تقاضای خارجی
۹۲	..... ۲-۵-۶- تقاضای داخلی
۹۲	..... ۶-۶- پیش‌بینی تقاضا
۹۲	..... ۱-۶-۶- پیش‌بینی تقاضای داخلی
۹۳	..... ۲-۶-۶- پیش‌بینی تقاضای خارجی
۹۳	..... ۷-۶- تحلیل موازنه پیش‌بینی امکانات عرضه و تقاضا
۹۴	..... ۸-۶- بررسی بازار جهانی
۹۴	..... ۹-۶- راهنمای پیش‌بینی درآمد
۹۴	..... ۱-۹-۶- پیش‌بینی تولید
۹۴	..... ۲-۹-۶- برآورد قیمت فروش محصول
۹۷	..... فصل هفتم- ارزیابی اقتصادی پروژه‌های معدنی
۹۹	..... ۱-۷- آشنایی
۹۹	..... ۲-۷- ارزیابی اقتصادی پروژه‌های معدنی
۱۰۰	..... ۱-۲-۷- ارزیابی اقتصادی به روش ایستا
۱۰۲	..... ۲-۲-۷- ارزیابی اقتصادی به روش پویا
۱۰۳	..... ۳-۷- دستورالعمل برآورد سایر شاخص‌های ارزیابی
۱۰۴	..... ۱-۳-۷- تحلیل سربه‌سری (BESR)
۱۰۴	..... ۲-۳-۷- محاسبه بهای تمام شده
۱۰۵	..... ۳-۳-۷- محاسبه نسبت‌های سودآوری

۱۰۵	.....۴-۳-۷- برآورد ارزش افزوده طرح در ظرفیت کامل بهره‌برداری در سال
۱۰۵	.....۵-۳-۷- نسبت سرمایه‌گذاری به اشتغال
۱۰۶	.....۴-۷- تحلیل عدم قطعیت و ریسک
۱۰۶	.....۵-۷- تحلیل حساسیت
۱۰۹	..... فصل هشتم- ارزیابی منابع مالی
۱۱۱	.....۱-۸- آشنایی
۱۱۱	.....۲-۸- منابع تامین مالی
۱۱۱	.....۱-۲-۸- سرمایه پرخطر
۱۱۱	.....۲-۲-۸- وام‌های بلند مدت
۱۱۲	.....۳-۲-۸- وام‌های کوتاه مدت
۱۱۲	.....۴-۲-۸- حساب‌های پرداختی
۱۱۲	.....۳-۸- شاخص‌های تامین منابع مالی

فصل ۱

طراحی و برنامه‌ریزی مطالعات

امکان‌سنجی

۱-۱- آشنایی

پروژه‌های معدنی از جنبه‌های مختلف، با سایر پروژه‌های صنعتی متفاوت‌اند. این تفاوت‌ها شامل موقعیت جغرافیایی الزامی پروژه، تجدیدنپذیر بودن ذخایر معدنی، ظرفیت محدود کانسار، عدم قطعیت داده‌ها، نیاز به سرمایه‌گذاری زیاد، وابستگی به نیروی انسانی و ریسک‌های بالای فنی، اقتصادی و سیاسی است. مطالعات امکان‌سنجی چند بعدی‌اند. در این مطالعات، جنبه‌های حقوقی، فنی، اقتصادی، مالی، زیست‌محیطی و سیاسی-اجتماعی پروژه از نظر کیفی و کمی بررسی می‌شود. این مطالعات باید طبق برنامه زمان‌بندی منسجم، با کمترین هزینه و با هماهنگی گروه‌های مطالعاتی مختلف انجام شود. مطالعات امکان‌سنجی باید چنان سازمان‌دهی شود که تصمیمات ضروری در مورد پروژه را به طور مستقیم، به یکدیگر ارتباط دهد. در مراحل اکتشاف، استخراج و فرآوری باید گزینه‌های مختلفی با هدف کاهش ریسک، هزینه‌ها و افزایش درآمد معرفی شود.

۱-۲- هدف‌های مطالعات امکان‌سنجی

در مطالعات امکان‌سنجی، یک یا چند هدف از اهداف زیر دنبال می‌شود:

- الف- بررسی اطلاعات موجود (زیرساخت‌ها، زمین‌شناسی، عملیات اکتشافی و فرآوری انجام شده و نظایر آن‌ها) و تهیه چارچوب کاری جامع از واقعیت‌های مستدل و تفضیلی مرتبط با پروژه معدنی
- ب- انجام بررسی‌های فنی به ویژه انتخاب مناسب‌ترین و سودآورترین روش استخراج و فرآوری و نمایش نمای مناسب از بهره‌برداری به همراه طراحی‌ها و فهرست تجهیزات
- پ- بررسی امکان فروش محصول تولیدی و قیمت آن و برآورد هزینه و درآمد با ظرفیتی مناسب
- ت- تحقق امکان سودآوری مناسب برای سرمایه‌گذاری و تدوین اطلاعات به شکلی قابل فهم برای مالک و مناسب برای نشان دادن به بخش‌های مربوطه یا منابع تامین مالی به وسیله موسسات مالی
- ث- بررسی تاثیر پروژه بر اقتصاد منطقه‌ای و ملی

۱-۳- مراحل مطالعات امکان‌سنجی

مطالعات امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی در مراحل مختلف، متناسب با طبیعت پروژه انجام می‌شود و بنابراین به صورت دقیق تعیین حدود نشده است. از جمع‌بندی تقسیم‌بندی‌های انجام شده، مطالعات امکان‌سنجی به سه مرحله کلی مطالعات فرصت‌سنجی، پیش‌امکان‌سنجی و امکان‌سنجی تقسیم‌بندی شده است.

۱-۳-۱- مطالعات فرصت‌سنجی

این مطالعات، با استفاده از روش‌های مقایسه‌ای تعریف شرح خدمات و روش‌های تخمین هزینه، تبدیل ایده پروژه به پیشنهاد کلی برای سرمایه‌گذاری، با هدف تعیین فرصتی بالقوه برای سرمایه‌گذاری انجام می‌گیرد. در این مرحله، هزینه‌های سرمایه‌ای و تولیدی اغلب به طور تقریبی بر اساس طراحی مفهومی و مطالعات فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی انجام می‌گیرد و با به کارگیری

داده‌های پروژه‌های مشابه قبلی برآورد می‌شود. این مطالعات به شفاف شدن جنبه‌های اصلی سرمایه‌گذاری پروژه معدنی مورد بررسی، منجر می‌شود. دقت برآورد در این مرحله $\pm 50\%$ درصد است.

۱-۳-۲- مطالعات پیش‌امکان‌سنجی

این مطالعات حد واسط مطالعات کم هزینه فرصت‌سنجی و مطالعات نسبتاً پرهزینه امکان‌سنجی است. مطالعات پیش‌امکان‌سنجی، هنگامی انجام می‌گیرد که اطلاعات کافی از ذخیره معدنی در دست باشد. در این مرحله، روش‌های ممکن استخراج بر اساس نتایج مطالعات طراحی مفهومی و مطالعات طراحی و فرآوری در مقیاس پایه و انتخاب بهترین گزینه انجام می‌گیرد. هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری برآورد و همچنین مطالعات بازار به صورت مقدماتی انجام می‌گیرد. ارزیابی اقتصادی نیز به منظور تصمیم‌گیری نسبت به ادامه مطالعات انجام می‌شود. دقت برآورد هزینه در این مرحله $\pm 30\%$ درصد است.

۱-۳-۳- مطالعات امکان‌سنجی

مطالعات امکان‌سنجی معمولاً از جنبه محتوا، فرم و دقت استاندارد است و طی آن بر اساس طراحی تفصیلی و مطالعات فرآوری در مقیاس پیشاهنگ برآورد هزینه‌ها با دقت $\pm 10\%$ درصد انجام می‌گیرد و سرانجام، شاخص‌های اقتصادی ارزیابی و حساسیت پروژه نسبت به عوامل مختلف تحلیل می‌شود. نتیجه نهایی این مرحله، تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری پروژه است. این مطالعات بازگشت سرمایه را با ریسک قابل قبولی به سرمایه‌گذار و یا وام‌دهنده به منظور تصمیم‌گیری در تایید و یا رد پروژه ارایه می‌کند.

۱-۴-۱- مراحل مطالعات امکان‌سنجی

انجام مطالعات امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی مستلزم در اختیار داشتن منابع متعدد به ویژه الگوهای عملی برنامه‌ریزی و اجرای پایگاه اطلاعاتی و کارشناسان مجرب است.

ارزیابی پروژه، در قالب کار تیمی و با بهره‌گیری از متخصصان ماهر انجام می‌گیرد زیرا دامنه و گستردگی کار ارزیابی به گونه‌ای است که معمولاً یک فرد به تنهایی کلیه مهارت‌ها و تخصص‌های لازم را ندارد. در عمل، با استفاده از مشاوران و یا متخصصان، مطالعات به صورت کار جمعی توسط تیمی که مهارت‌های فنی و تجربی بالایی در زمینه‌های تحلیل اکتشافی و برآورد ذخیره، طراحی معدن، طراحی کارخانه فرآوری و تحلیل‌های اقتصادی دارد، انجام می‌گیرد. برای انجام مطالعات امکان‌سنجی بسته به نوع هدف به دو روش زیر انجام می‌گیرد:

- شرکت معدنی، خود مطالعات را سازماندهی و گزارش امکان‌سنجی را جمع‌بندی کند. بخش‌ها یا فعالیت‌های مختلف از طریق مشاوران خارج از شرکت انجام می‌شود.

- مطالعات امکان‌سنجی به یک یا چند شرکت مهندسی واگذار شود.

مطالعات امکان‌سنجی در سه مرحله و ۱۱ گام به شرح زیر انجام می‌شود که شامل مراحل طراحی، سازماندهی و اجرا است.

۱-۴-۱- مرحله طراحی

این مرحله طی چهار گام زیر انجام می‌گیرد:

الف- کارگروه هدایت

به منظور نظارت و ارزیابی مطالعات امکان‌سنجی، معمولاً کارگروهی از کارشناسان خبره با تخصص‌ها و تجربیات گسترده تشکیل می‌شود.

ب- ایجاد تیم مطالعه پروژه

اعضای تیم مطالعه بر اساس ملاک‌های کیفی باید انتخاب شوند:

- شایستگی در زمینه کاری مربوطه
- تجربه کافی در عملیات معدنکاری
- توانمندی‌های فنی
- سازگاری فردی و ارتباطات درون سازمانی قوی
- در دسترس بودن و حضور در طول انجام مطالعات

پ- ساختار مدیریت و کنترل پروژه (ساختار تحلیل و تقسیم کار)

ساختار تحلیل و تقسیم کار^۱ یا مدیریت و کنترل پروژه به این صورت تعریف شده است:

سیستم برنامه‌ریزی و تقسیم‌بندی شاخه‌ای جهت‌دار شامل سخت‌افزار، نرم‌افزار، تسهیلات و سایر اقلامی است که تمام عملیاتی را که در راستای تحقق اهداف پروژه انجام می‌شوند سازماندهی، تعریف و نمودارسازی می‌کند. در مرحله تقسیم کار، به طور منظم و قانونمند کل شرح خدمات هر پروژه به بسته‌های کاری تقسیم می‌شوند. اولین مرحله معمولاً ایجاد چشم‌اندازی از پروژه است. کل پروژه باید به عنوان مجموعه‌ای از قسمت‌ها دیده شود، به گونه‌ای که هر کدام از این قسمت‌ها را بتوان به عنوان پروژه‌های کوچک، طراحی، زمان‌بندی و قیمت‌گذاری کرد. برای ایجاد ساختار تحلیل و تقسیم کار، رده‌بندی‌های متعددی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رده‌بندی‌ها عبارت از اجزای محصول، وظایف، واحدهای سازمانی، مناطق جغرافیایی، حساب‌های هزینه‌ای، مراحل زمانی، محصولات قابل تحویل، افراد مسوول و اهداف فرعی است. تقسیم کار انجام شده باید قابل انعطاف باشد. دسته‌بندی‌های تقسیم کار را می‌توان به هر ترتیب دلخواه، از جمله استفاده چند باره از یک دسته‌بندی، به کار گرفت.

ت- طرح اجرایی مطالعه

طرح اجرایی در ساده‌ترین شکل خود، طراحی دقیق زمانی-میله‌ای با ترتیب منطقی است که تمام فعالیت‌هایی را که باید انجام شوند، فهرست می‌کند (شکل ۱-۱).

۱-۴-۲- مرحله سازماندهی

این مرحله باید طی گام‌های زیر انجام گیرد:

- مشخص کردن نیاز به منابع اضافی

- مشخص کردن اعضای تیم دوم پروژه
- تهیه نمودار سازمانی و شرح وظایف
- تهیه طرح‌ها و برنامه‌های سطح دوم
- تعیین مهارت‌های خاص مورد نیاز
- ارزیابی و انتخاب مشاوران

تصمیم برای آماده‌سازی	مشخص شدن ذخیره	اولین گمانه
طراحی و برنامه‌ریزی	■■■■■	■■■■■
زمین‌شناسی	■■■■■	■■■■■
اکتشاف	■■■■■	■■■■■
ارزیابی ذخیره	■■■■■	■■■■■
مطالعات ژئوتکنیکی	■■■■■	■■■■■
طراحی معدن	■■■■■	■■■■■
طراحی فرآیند	■■■■■	■■■■■
طراحی فعالیت‌های جانبی	■■■■■	■■■■■
موارد حقوقی / زمین	■■■■■	■■■■■
مطالعات زیست‌محیطی، اخذ مجوز	■■■■■	■■■■■
اقتصادی، مالی	■■■■■	■■■■■
برنامه‌ریزی بازاریابی	■■■■■	■■■■■
تصمیم‌گیری هیات مدیره	■■■■■	■■■■■

اکتشاف →

بهره‌برداری

شکل ۱-۱- نمودار میله‌ای روند مطالعات امکان‌سنجی و تصمیم‌گیری یک معدن فرضی

۱-۴-۳- مرحله اجرا، نظارت و کنترل

تیم مطالعاتی پروژه با استفاده از مشاوران متخصص، باید اطمینان حاصل کند که مسیر انجام مطالعات به درستی انجام گیرد. بدین منظور، از روش‌های کنترل پروژه با ایجاد سیستم‌ها و ارزیابی‌های مدیریتی و گزارش‌دهی مختلفی استفاده می‌شود. مبنای کنترل برای هر سیستم و گزارش، شرح خدمات کار، برنامه زمان‌بندی و هزینه هر فعالیت است. برای کنترل کار و نگاه داشتن آن در مسیر اصلی، کارهای انجام شده در هر دو هفته به صورت خط وضعیت به برنامه زمان‌بندی اضافه شده و تغییرات و اصلاحات انجام گرفته، نشان داده می‌شود.

فصل ۲

عناوین گزارش‌های مطالعات

امکان‌سنجی

۱-۲- آشنایی

در گزارش‌های امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی، نتایج بررسی این پروژه‌ها از جنبه‌های مختلف حقوقی، فنی (اکتشافی، استخراجی و فرآوری)، اقتصادی (برآورد هزینه‌ها و درآمدها)، مالی (مطالعات بازار، مالیات و نظایر آن‌ها) و زیست‌محیطی جمع‌بندی و تجزیه و تحلیل می‌شود. با توجه به هدف مطالعات امکان‌سنجی، حدود دقت و جزئیات مطالعات بخش‌های هر قسمت متفاوت است. علاوه بر این، با توجه به نیاز مراکز متعدد به این گزارش‌ها از جمله دفاتر دولتی، بانک‌ها، بخش‌های خصوصی و شرکت‌های مهندسی مشاور، گزارش باید مسایل و موارد مورد نظر را پوشش دهد. بخش عمده‌ای از مطالعات انجام شده به وسیله شرکت‌های معدنی منتشر نمی‌شود اما به منظور کمک در اجرای دقیق این مطالعات می‌توان از منابع متعددی استفاده کرد. از آن جمله می‌توان به گزارش‌های امکان‌سنجی قبلی، موارد مطالعاتی و صورت‌ریزها اشاره کرد.

۲-۲- گزارش مطالعات امکان‌سنجی

در مراحل اولیه طراحی هر پروژه جدید باید عوامل متعددی مد نظر قرار گیرد. برخی از این عوامل به آسانی قابل شناسایی هستند، در حالی که برخی دیگر نیازمند مطالعه عمیق‌تری هستند. به دلیل اهمیت بالای این گزارش، لازم است تمام اطلاعات تفصیلی که به درک عمومی از پروژه و ارزیابی آن یا دلایل انتخاب فرآیندها، تجهیزات و کارهای خاص کمک می‌کند، در این گزارش آورده شود. به منظور تدوین دستورالعمل تهیه این گزارش‌ها، عناوین و زیر عناوین مورد نیاز برای مطالعات فرصت‌سنجی، پیش‌امکان‌سنجی و امکان‌سنجی در ادامه ارائه شده است.

۱-۲-۲- کلیات

- شرح کار
- پیش‌زمینه پروژه
- تعریف و تشریح پروژه
- اهداف پروژه

۲-۲-۲- شرایط عمومی منطقه

- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی
- محدوده کانسار یا پروانه اکتشاف
- وضعیت محلی شامل وضعیت توپوگرافی، پوشش گیاهی و نظایر آن‌ها
- وضعیت اقلیمی
- وضعیت زیست بومی
- وضعیت زیرساختی
- شرایط اقتصادی-اجتماعی

- زلزله‌خیزی

۲-۲-۳- زمین‌شناسی

- زمین‌شناسی عمومی (ناحیه‌ای)

- زمین‌شناسی منطقه‌ای محدوده شامل مطالعات زمین‌ریخت‌شناسی، چینه‌شناسی، سنگ‌شناسی، کانی‌زایی، تکتونیک و زمین‌شناسی اقتصادی

۲-۲-۴- آب‌زمین‌شناسی

- بارش‌ها و جریان‌های سطحی

- سطح ایستابی در منطقه

- ضرایب هیدرودینامیکی

- کمیت و کیفیت آب‌های ورودی به معدن

۲-۲-۵- اکتشافات

- تاریخچه، حجم عملیات انجام شده، نمونه‌برداری‌ها، نتایج تجزیه‌ها

- مدل زمین‌شناسی، شکل کانسار، تعداد لایه‌ها، رگه‌ها یا عدسی‌ها، ابعاد و نظایر آن

- مطالعات ژئوتکنیکی و ژئومکانیکی

- مشخصات کانسار و کانسنگ

- مستندسازی و تشکیل پایگاه داده‌های اکتشافی

- تخمین منابع و ذخایر و رده‌بندی آن‌ها

۲-۲-۶- ضوابط و معیارهای طراحی

- بررسی مدارک و مستندات

- امکانات، محدودیت‌ها و سیاست‌های کارفرما

- محدودیت‌ها و معیارهای محیطی و زیست‌محیطی

- بررسی روند عرضه و تقاضای ماده معدنی در بازارهای داخلی و خارجی

- فهرست عناوین یا کدهای مربوط به ضوابط و معیارهای فنی مورد استفاده

- مقررات حقوقی، اداری، پرسنلی، مالی و نظایر آن

- اطلاعات و تجربیات موجود از پروژه‌های مشابه

- منابع تامین سرمایه

- منابع تهیه و تامین تجهیزات و ماشین‌آلات

- محدوده مورد طراحی

- ظرفیت تولید

- برنامه کاری معدن

۲-۲-۷- امکان‌ات زیربنایی

- برق

- آب

- سوخت

- راه‌های ارتباطی

- ارتباطات

۲-۲-۸- مطالعات طراحی معدن

- پارامترهای اقتصادی ذخیره

- انتخاب روش استخراج

- تعیین محدوده کاواک یا شبکه معدن زیرزمینی

- تعیین حد استخراج روباز-زیرزمینی

- برآورد تناژ و عیار قابل استخراج

- مکان‌یابی سنگرهای باطله و سنگرهای موقت کانسنگ

- برنامه زمان‌بندی تولید

- برآورد ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز

- تعیین ظرفیت تولید و عمر معدن

۲-۲-۹- مطالعات فرآوری

- آزمایش‌های فرآوری در مقیاس‌های آزمایشگاهی، پایه و پیشاهنگ

- انتخاب نوع و مراحل فرآیند استحصال کنسانتره از کانسنگ

- تعیین ظرفیت کارخانه فرآوری و ماهیت و کیفیت فرآورده‌ها

- مطالعات مربوط به تاثیر نوع کانسنگ یا تغییرات عیار بار ورودی بر بازیابی و کیفیت محصولات

- روش تفصیلی پرعیارسازی همراه با فلوشیت‌ها و محاسبات جریان کمی مواد

- تعیین بازیابی و عیار محصول

- جانمایی عمومی کارخانه

- بررسی بازیافت مواد معدنی، پساب‌ها، مواد مصرفی و آب

۲-۲-۱۰- برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای

- خرید زمین
- محوطه‌سازی و ساختمان
- تجهیزات و ماشین‌آلات به علاوه حمل و نصب و مالیات‌های مربوط به تجهیزات
- زیرساخت‌ها و تسهیلات لازم شامل تامین راه دسترسی، برق، آب، ارتباطات و سایر موارد
- وسایل نقلیه
- آزمایشگاهی و کارگاهی
- تجهیزات و وسایل اداری و خدماتی
- قبل از بهره‌برداری
- سرمایه در گردش
- پیش‌بینی نشده

۲-۲-۱۱- برآورد هزینه‌های جاری

- برآورد مقدار مواد مصرفی و هزینه واحد آن‌ها
- حقوق پایه و مزایای نیروی انسانی
- برآورد هزینه عملیاتی تعمیر و نگهداری تجهیزات و ماشین‌آلات به اضافه ضرایب عملکرد مناسب آن‌ها
- تخمین هزینه آب، برق، سوخت و ارتباطات
- برآورد استهلاک
- برآورد هزینه‌های متفرقه و پیش‌بینی نشده

۲-۲-۱۲- مطالعات بازار

- مشخصات محصول، مقررات یا محدودیت‌های بازاریابی
- تجزیه و تحلیل بازار و پیش‌بینی قیمت‌های آینده
- بررسی روند عرضه و تقاضای محصول
- میزان واردات و صادرات محصول
- وسعت بازار و خریداران احتمالی
- کنترل کیفیت محصولات

۲-۲-۱۳ - پیش‌بینی قیمت و برآورد درآمد

- پیش‌بینی قیمت محصول
- مشخصات تجاری محصول
- برآورد هزینه حمل، پرعیارسازی‌های بعدی و فروش
- مفاد قرارداد فروش
- مزایای خرید مستقیم در مقایسه با پرعیارسازی مشارکتی
- مدت قرارداد و پیش‌بینی برای اصلاح یا تعدیل هزینه

۲-۲-۱۴ - موارد حقوقی، مالکیت و قانونی

- حقوق دولتی
- اجاره‌ها و حق‌الامتیازها
- تملک دارایی
- پروانه‌ها و مجوزها
- قوانین استخدام کارکنان
- موافقتنامه‌های مشارکت در سرمایه‌گذاری
- ضوابط قانونی مربوط به مالیات در عوارض و تبدیل ارز

۲-۲-۱۵ - مسایل سرمایه‌گذاری

- سازمان سرمایه‌گذار پیشنهادی (تعاونی و مشارکت با سایر شرکت‌ها)
- منابع تامین مالی، نظیر اخذ وام، بازپرداخت، بهره و وثیقه آن
- قرارداد یا ضمانت‌نامه‌های خرید از طرف شرکت برای تامین منابع مالی
- نظام‌ها و مولفه‌های مالیاتی
- نرخ‌های مجاز استهلاک و مالیات
- معافیت‌های مالیاتی

۲-۲-۱۶ - تاثیرات زیست‌محیطی

- تهیه گزارش‌های زیست‌محیطی و اخذ مجوزهای لازم
- بررسی استانداردهای اجباری دستگاه‌های نظارتی
- ارزیابی طرح بازسازی محیط پس از بستن معدن

۲-۲-۱۷- تجزیه و تحلیل اقتصادی

- برنامه زمان‌بندی تولید و فروش
- برآورد درآمد معدن به ازای قیمت‌های مختلف محصول پس از کسورات نظیر حمل و نقل، پرعیارسازی‌های بعدی و سایر هزینه‌های مربوط به تحقق درآمد
- محاسبه هزینه‌های سالانه با استفاده از برنامه تولید و هزینه عملیاتی واحد
- تحلیل جریان نقدینگی
- برآورد ارزش افزوده طرح در ظرفیت کامل تولید
- تحلیل سودآوری
- محاسبه شاخص‌های ارزش خالص فعلی، نرخ بازگشت داخلی، دوره بازپرداخت و تقسیم سود
- تحلیل نقطه سربه‌سری (بدون احتساب هزینه‌های عملیاتی و غیرعملیاتی و با احتساب آن)
- تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات قیمت محصول قابل فروش، هزینه مواد مصرفی و سایر مولفه‌های موثر
- تحلیل ریسک

۲-۳- صورت‌ریز ارزیابی اقتصادی پروژه‌های معدنی

در ارزیابی اقتصادی پروژه‌های معدنی اطلاعات متنوعی مورد نیاز است. جزییات لازم برای مراحل مختلف ارزیابی پروژه در مرحله مطالعات فرصت‌سنجی، پیش‌امکان‌سنجی و امکان‌سنجی متفاوت است. هر پروژه ویژگی‌های منحصر به فرد دارد، بنابراین این صورت‌ریزها تنها به عنوان راهنما تلقی می‌شوند. در این راهنما به بیشتر عوامل مطرح شده در هر پروژه اشاره شده است. مراحل مطالعاتی شامل موارد زیر است:

۲-۳-۱- مالکیت

- نوع مالکیت محدوده معدنی و عوامل تاثیرگذار در آن نظیر طول مدت پروژه باید مشخص شود. در پروژه‌هایی که مالکشان بیش از یک نفر باشد، باید حقوق و تعهدات هر یک از شرکا مشخص شود. در این مورد مسایل زیر باید بررسی شود:
- مالکیت پروژه و قراردادهای مشارکت بین شرکا
- تعهدات حاکم بر شرایط مالکیت و تغییرات آن
- شناسایی مالکان به همراه تعهدات مالی آن‌ها و وجود ساختاری مناسب برای عمل کردن تعهدات
- تعیین دوره واگذاری و محجوزهای صادر شده نظیر مجوز اکتشاف و گواهی کشف

۲-۳-۲- ذخایر و منابع معدنی

ذخیره معدنی مهم‌ترین عامل موثر در توسعه هر پروژه معدنی است. بدون شناخت ذخیره‌ای مطمئن در مورد پروژه معدنی تصمیم‌گیری نمی‌شود و باید قبل از هر کار دیگری اطلاعات ذخیره تایید شود. حجم و میزان ذخایر و منابع معدنی هر محدوده یکی از عوامل موثر در تصمیم‌گیری‌هاست که باید بر اساس دستورالعمل‌های منتشر شده (نشریه شماره ۳۷۹ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) انجام گیرد.

۲-۳-۳- زمان‌بندی تولید

برنامه‌ریزی تولید باید متناسب با میزان ذخیره و بازار مصرف محصولات باشد. انتخاب ظرفیت تولید یکی از مهم‌ترین عوامل در ارزیابی پروژه و تعیین‌کننده عمر معدن، میزان هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری است. بنابراین بررسی تناسب آهنگ تولید با میزان ذخیره و بازار مصرف محصول تولیدی، ضروری است.

در هر پروژه جدید، شرکا ممکن است تمایل به برنامه زمان‌بندی متفاوتی داشته باشند که این برنامه‌ها به ندرت با همدیگر همخوانی دارند. برنامه‌های زمان‌بندی، ضمن ارزیابی اقتصادی پروژه به طور یک جا ظاهر می‌شوند و بنابراین ارتباط نهایی هر برنامه با برنامه‌های دیگر به عهده ارزیاب است.

معمولاً در ماه‌های آغازین، پروژه‌ها عملیاتشان را با ظرفیت کامل شروع نمی‌کنند. در اغلب معادن و کارخانه‌های فرآوری، چند سال طول می‌کشد تا تولید به ظرفیت کامل برسد. رسیدن به ۷۵ درصد ظرفیت کامل در سال اول، میزانی قابل انتظار است. در عین حال هزینه کارگری در آن سال، ۱۰۰ درصد است.

۲-۳-۴- واحدهای اندازه‌گیری

برای کلیه بخش‌های پروژه باید از سیستم اندازه‌گیری مشابه استفاده شود. امکان دارد که در پروژه‌ای از مترمکعب در معدن، تن خشک در فرآوری، تن تر برای فروش کنسانتره و همچنین دلار بر کیلو برای مبلغ دریافتی استفاده شود و در این صورت احتمال خطا بالا است. در ایران چون از سیستم متریک استفاده می‌شود، تن به معنی تن‌متریک معادل ۱۰۰۰ کیلوگرم است. برای گزارش‌دهی نیز باید قانون مشخصی وجود داشته باشد (برای حتی ۱۰ درصد اختلاف، ارزش کنترل وجود دارد) و ضرایب تبدیل واحدها و صحت اعمال آن‌ها با دقت انجام گیرد.

۲-۳-۵- استخراج

انتخاب یک یا چند روش استخراج برای کانسار به منظور حصول اطمینان از بهره‌برداری بهینه کانسار ضروری است. روش استخراج انتخابی و پارامترهای فرض شده، تعیین‌کننده هزینه، ظرفیت تولید و همچنین میزان ذخیره قابل استخراج‌اند. در این مورد بررسی عناوین زیر توصیه می‌شود:

- روش استخراج مناسب ذخیره معدنی
- همخوانی میزان تناژ استخراجی با ذخیره کانسار
- میزان بازیابی استخراج، تطابق میزان بازیابی با روش استخراج

- میزان رقیق‌شدگی، تطابق میزان اختلاط با روش استخراج
- برنامه زمان‌بندی سالانه روباره‌برداری، باطله‌برداری و استخراج
- آماده‌سازی کافی برنامه‌ریزی شده به منظور دستیابی به تولید پیش‌بینی شده
- وجود انباشتگاه، میزان و عیار بار ورودی و خروجی
- جرم مخصوص کانسنگ و باطله و روش تعیین آن
- رابطه بین تناژ، عیار و بازیابی

۲-۳-۶- فرآوری

- انتخاب روش فرآوری مناسب کانسنگ از جمله تصمیم‌گیری‌های خیلی مهم و مستلزم داشتن نمونه معرف از کانسار و همچنین انجام آزمایش‌های دقیق است. در این مورد بررسی عناوین زیر توصیه می‌شود:
- روش فرآوری مناسب ماده معدنی
 - بازیابی متالورژیکی
 - آزمایش‌های متالورژیکی کافی و مناسب
 - معرف بودن و کافی بودن نمونه کانسنگ برای انجام آزمایش‌ها
 - در نظر گرفتن آزمایش‌های متالورژیکی و طرح فرآوری بخش اکسیده کانسار که معمولاً در سال‌های اولیه بهره‌برداری استخراج می‌شود و عموماً روش فرآوری آن با قسمت‌های زیرین کانسار متفاوت است.
 - برنامه زمان‌بندی سالانه، عیار بار ورودی، خروجی و بازیابی
 - انباشتگاه، میزان تناژ و عیار بار ورودی و خروجی و ارتباط بین تناژ، عیار و بازیابی

۲-۳-۷- پیامدهای زیست‌محیطی

- در مراحل معدنکاری، بررسی پیامدهای زیست‌محیطی و اخذ مجوزهای زیست‌محیطی ضروری است. در این مورد، بررسی عناوین زیر توصیه می‌شود:
- بررسی ضوابط زیست‌محیطی موجود
 - بازسازی‌های لازم ضمن عملیات استخراجی و پایان عمر معدن
 - بررسی جامع پیامدهای زیست‌محیطی، مطالعه خط‌مشی‌های اصلی کار
 - تاثیرات احتمالی پروژه بر محیط زیست از جنبه‌های فیزیکی، اجتماعی و زیست‌محیطی
 - ذرات آلاینده آب و هوا، کیفیت و کمیت آن‌ها، روش تصفیه و حد آلاینده‌گی مجاز
 - محل انباشت باطله معدن و کارخانه فرآوری
 - مقدار باطله معدن و باطله فرآوری برای انباشت
 - روش مورد استفاده برای انباشت باطله (حوضچه باطله، مواد پرکننده و موارد دیگر)

- کافی بودن اندازه محل انباشت باطله و پایداری آن

- پتانسیل زهاب‌های اسیدی

۲-۳-۸- هزینه‌های سرمایه‌ای

در هنگام ارزیابی پروژه، برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای اولیه اهمیت دارد. منابع مالی که هر یک از مالکان باید سرمایه‌گذاری کنند و یا از بانک وام بگیرند، باید تعیین شود. معمولاً هزینه‌های سرمایه‌ای به صورت کلی محاسبه شده و سالانه در نظر گرفته نمی‌شود. میزان هزینه‌های سرمایه‌ای عامل مهم در محاسبه نرخ بازگشت سرمایه است.

برآورد هزینه‌ها شامل تخمین هزینه‌های غیرمستقیم ساختمان‌های موقت، مدیریت مهندسی، تدارک و ساخت، حمل و نقل، مالیات‌های فروش، عوارض، زیرساخت‌ها، مشاوران، بررسی‌های ژئوتکنیکی، مطالعات پایه زیست‌محیطی و بررسی پیامدهای زیست‌محیطی، هزینه‌های حقوقی، مطالعات بازاریابی و فروش، هزینه‌های مالک، هزینه‌های شروع به کار، به کارگیری و آموزش پرسنل قبل از شروع به کار (در حقیقت این هزینه‌ها جزئی از هزینه‌های جاری قبل از تولیداند و ممکن است به عنوان هزینه جاری محاسبه شوند اما معمولاً این هزینه‌ها به عنوان هزینه‌های سرمایه‌ای منظور می‌شوند)، هزینه مواد مصرفی اولیه فرآوری و لوازم و قطعات یدکی انبار باید انجام گیرد.

بخشی از اقلام هزینه‌های سرمایه‌ای از جمله سرمایه در گردش، بهره ضمن عملیات ساخت، هزینه‌های مالی و تورم باید به طور جداگانه لحاظ شوند.

هزینه‌های آتی را معمولاً به عنوان هزینه‌های جاری در نظر می‌گیرند و شامل جایگزینی دوره‌ای ماشین‌آلات معدنی، ساخت دوره ای سد باطله، آماده‌سازی اضافی معدن، به ویژه وقتی روش استخراج معدن از روباز به زیرزمینی تغییر می‌کند و همچنین هزینه‌های زیست‌محیطی است.

سرمایه در گردش در سال آخر پروژه به عنوان سرمایه بازگشتی است و معمولاً به عنوان اعتباری در ارزیابی اقتصادی نشان داده می‌شود. این اقلام استهلاک‌ناپذیراند و مشمول پرداخت مالیات نمی‌شوند.

۲-۳-۹- هزینه‌های جاری

مطالعات امکان‌سنجی، هزینه‌های جاری نیز با دقت باید برآورد شود. در این مورد بررسی عناوین زیر توصیه می‌شود:

- تورم در برآورد هزینه

- واحد پولی به کار رفته در تخمین هزینه، روش تبدیل این واحد به پول رایج

- بازنگری هزینه‌های جاری

- تفکیک اجزای هزینه جاری به هزینه‌های ثابت و متغیر و بررسی میزان تاثیر آنها

- هزینه دستمزد مدیریت، عوارض شهری، هزینه ریاست، هزینه کمپ، چادر و نظایر آنها

- پیش‌بینی سرمایه مورد نیاز برای برچیدن

- هزینه‌های حمل و نقل، تصفیه و پالایش فلزات

۲-۳-۱۰- درآمد

بسته به محصولات تولیدی به ویژه فلزات پایه و کانی‌های صنعتی، درآمد علاوه بر قیمت فروش فلزات، متاثر از قراردادهای فروش و هزینه‌های حمل و نقل نیز هست. در این بخش موارد زیر بررسی می‌شوند:

- مطالعات بازاریابی و فروش
- بررسی بازار فروش محصول معدن
- قیمت فروش مورد استفاده در ارزیابی
- در نظر گرفتن تورم در قیمت فروش
- واحد پولی استاندارد و واحد اندازه‌گیری مربوط به قیمت فروش
- نرخ تبدیل پول رایج
- قرارداد فروش، شیوه و مدت پرداخت
- هزینه بازاریابی و روش محاسبه
- روش فروش محصول نظیر قیمت فروش سر معدن، تحویل در محل و موارد مشابه
- اگر محصول کنسانتره باشد، علاوه بر فلز اصلی، فلزات همراه یا عناصر مزاحم در قیمت محصول تاثیرگذارند.
- دوره‌های پرداخت هزینه‌های فرآوری، عیار و فلزات تشویقی، افت فلز، هزینه‌های تصفیه، جریمه عناصر مزاحم، امتیاز عناصر همراه و سهم ذوب‌کننده در افزایش قیمت فلز
- میزان رطوبت محصول، زیرا اکثراً موازنه متالورژیکی مواد بر اساس واحد خشک بیان می‌شود اما مواد حمل شده حاوی درصد قابل توجهی رطوبت‌اند که همراه آن حمل می‌شود.
- هزینه حمل و نقل شامل هزینه از معدن تا بندر، میزان مواد باربری شده به وسیله کامیون و قطار، هزینه جابه‌جایی و نگهداری در بندر، اجاره کانتینر، میزان حمل و نقل و باربری دریایی و میزان هزینه بازرسی
- کاهش وزن مواد در حین حمل و نقل
- بخشی از فلز محتوا، هزینه‌های تصفیه محصول نهایی فرآیند شامل شمش طلا، نقره یا کاتدهای مسی، میزان محصولات، هزینه حمل و نقل تا کارخانه تصفیه. اگر محصول نهایی پروژه معدنی به صورت فلزات قیمتی و مس کاتدی باشد، معمولاً هزینه فرآوری دیگری همانند قراردادهای فروش کنسانتره در قرارداد فروش منظور نمی‌شود اما هزینه تصفیه برای تبدیل محصول به فلز تصفیه شده یا خالص در نظر گرفته می‌شود.

۲-۳-۱۱- نرخ تبدیل ارز و پول رایج

در مراحل اولیه ارزیابی، پول رایج مورد استفاده باید تعیین شود. بدین منظور باید از واحدهای پولی متفاوت قیمت فلز، ماشین‌آلات اصلی، مواد مصرفی عملیاتی و حقوق افراد اطلاع داشت و همه آن‌ها را به یک واحد تبدیل کرد. نرخ تبدیل بین واحدهای مختلف نیز باید تایید شود زیرا در حالت کلی دو نرخ تبدیل رسمی و واقعی برای واحد پول رایج کشور وجود دارد.

بررسی واحد پول رایج در ارزیابی نهایی، واحد پول رایج قیمت فلز و نرخ تبدیل آن، واحد پول رایج هزینه‌های سرمایه‌ای و نرخ تبدیل آن، واحد پول رایج هزینه‌های جاری به ویژه حقوق پرسنل و مواد مصرفی و نرخ تبدیل آن‌ها نیز در این بخش انجام می‌شود.

۲-۳-۱۲ - حقوق دولتی

دارنده مجوزهای بهره‌برداری و یا فرآوری باید درصدی از بهای ماده معدنی موضوع مجوز را به نرخ روز در سر معدن به صورت استخراج شده، کانه‌آرایی شده یا فرآوری شده به عنوان حقوق دولتی پرداخت کند. میزان درصد یاد شده بر اساس عوامل زیر مشخص می‌شود:

- میزان ذخیره

- روش استخراج

- عیار و کیفیت ماده معدنی

- سود ترجیحی

- معادن واقع در مناطق دور افتاده و کمتر توسعه یافته

- درصدهای بازیابی صنعتی متناسب با مقیاس معدنکاری و نوع مواد معدنی

درصد یاد شده برای میزان ماده معدنی کانه‌آرایی شده یا فرآوری شده فقط برای دارندگان مجوز بهره‌برداری معادن که اقدام به عملیات کانه‌آرایی یا فرآوری ماده معدنی کنند، تعیین می‌شود. این درصد که بر مبنای ده درصد از بهای هر واحد ماده و یا مواد معدنی استخراج شده در سر معدن تعیین می‌شود به طوری که کاهش آن در مورد معادن بزرگ از پنج درصد کمتر نشود و افزایش آن برای سایر معادن حداکثر از سه برابر درصد مینا بیشتر نشود.

۲-۳-۱۳ - مالیات

در این مورد عناوین زیر باید بررسی شود:

- مالیات‌های وضع شده بر پروژه و برای مالک

- مالیات‌های ارزش افزوده و فروش که معمولاً در هزینه‌های جاری و هزینه مواد مصرفی لحاظ می‌شود.

- تغییرات برنامه‌ریزی شده در ساختار مالیات رایج یا نرخ‌های مالیات، جزییات محاسبه مالیات شامل نرخ مالیات، روش‌های

استهلاک، تخصیص‌های فرآوری، مالیات‌های حداقل، معافیت‌های مالیاتی و نظایر آن‌ها

- سرمایه‌های مستهلک شدنی قابل استفاده، وجود برنامه زمان‌بندی استهلاک این سرمایه‌ها و وجود مالیات پرداخت نشده

۲-۳-۱۴ - تامین منابع مالی

تفاوت بین ارزیابی اقتصادی و ارزیابی مالی را باید تشخیص داد. در ارزیابی اقتصادی، اعتبار پروژه بدون در نظر گرفتن وام بررسی می‌شود. در ارزیابی مالی، تاثیر وام بر پروژه و همچنین توانایی پروژه برای حمایت و بازپرداخت وام را تعیین می‌کنند. اکثر مالکان تمایل دارند که تامین اعتبار را ضمن ارزیابی پروژه در نظر گیرند. اگر این مساله مورد نیاز باشد، باید پروژه را بدون گرفتن وام نیز ارزیابی کرد تا اطمینان حاصل شود که پروژه بدون گرفتن وام هم معتبر است و بنابراین عناوین زیر باید بررسی شود:

- وضعیت پروژه با فرض تامین اعتبار
- وام‌گیرنده و وام‌دهنده، مبلغ وام و سود مورد نظر، برنامه بازپرداخت وام
- سود معین پروژه، دریافت بخشی از سود توسط بعضی از مالکان زمین بدون داشتن سهام
- حمایت دولتی، الزام به بازپرداخت این حمایت‌ها و تاثیر بر مالیات
- جریان نقدینگی تامین مالی و تاثیر بر مالیات

۲-۳-۱۵- روش ارزیابی

متداول‌ترین روش ارزیابی، محاسبه جریان نقدینگی سالانه و شاخص‌های اقتصادی پروژه نظیر نرخ بازگشت داخلی، ارزش خالص فعلی و دوره بازگشت سرمایه است. اگر پارامتر دیگری مورد نظر باشد، نیز باید تعیین شود. در این بخش باید روش ارزیابی مورد نظر مالک شامل نرخ بازگشت جریان نقدینگی تنزیل یافته و ارزش خالص فعلی، نرخ تنزیل مورد استفاده، تنزیل پیوسته یا ناپیوسته، دوره بازگشت سرمایه، مبنای زمانی تنزیل و زمان تنزیل بررسی شود. سایر موارد و نیاز به گزارش‌های حسابداری علاوه بر جریان نقدینگی، لحاظ تورم در ارزیابی شامل نرخ و دوره لحاظ تورم، وجود درآمد، هزینه و یا موارد خاص تاثیرگذار بر درآمد یا تفسیر نتایج ارزیابی و میزان سود سهام از جمله ضرورت‌های دیگر است.

۲-۳-۱۶- داده‌های غیرنقدی

هدف از تهیه این داده‌ها، توسعه مدل تفصیلی اقتصادی با تجزیه و تحلیل جریان نقدینگی نهایی تولید است. بنابراین عناوین موجود در این لیست بر هزینه‌های نقدی متمرکز و اقلام حسابداری مثل استهلاک در آن بررسی نشده است. اگر ارزیابی نهایی مستلزم محاسبات حسابداری باشد، این اقلام باید جمع‌آوری شوند.

۲-۳-۱۷- منابع اطلاعات

تهیه داده‌ها، فرضیات و محاسبات پشتیبانی مطالعات امکان‌سنجی معمولاً آسان‌تر از گزارشات عملیات استخراجی است. علت آن است که کل فرآیند مطالعات امکان‌سنجی تصویر شده و فرضیات و معیارها باید به طور جداگانه تعیین شوند. اگر فردی پروژه را ضمن مطالعات امکان‌سنجی یا حتی راه‌اندازی بازنگری کند، بیشترین اطلاعات را در مورد پروژه مورد نظر جمع‌آوری می‌کند. زمانی که پروژه به مرحله بهره‌برداری می‌رسد، از طرح‌های نهایی عمر معدن بیشترین اطلاعات استنتاج می‌شود. زمانی که پروژه‌ای در حال کار است، اطلاعات ثبت شده گذشته و طرح و نقشه‌های طول عمر پروژه، اطلاعات بسیار مفیدی را به دست می‌دهد. فرضیه‌ها اغلب به روشنی توضیح داده نشده‌اند زیرا مدارک برای کاربرد داخلی تهیه شده است و افراد درگیر مفهوم فرضیه‌ها را می‌دانند. در معادن فعال، منابع اطلاعاتی، گزارش‌های عملیاتی ماهانه، فصلی و سالانه است. گزارش‌های سالانه شرکت، منبع اطلاعاتی دیگری است و به ویژه برای طرح راهبردی کلی، غالباً گزارش‌های ارزیابی مالی و گزارش‌های مالی سالانه، منبع اطلاعاتی دیگری در ارتباط با مشکلات بالقوه و دریافت وام است. گزارش‌های واصله و ارایه شده به بخش‌های دولتی هم به عنوان منبع اطلاعاتی تلقی می‌شود.

۲-۳-۱۸- مدیریت و کارکنان

مدیریت و کارکنان پروژه عامل اساسی به موفقیت رساندن عملیات هستند. در ارزیابی کلی، بررسی این موضوع عاملی حساس به شمار می‌رود. در این مورد نمودار سازمانی کامل موجود، صلاحیت مدیر، صلاحیت کارکنان، همکاری و مشارکت مدیر و کارکنان و وجود مشکلات مدیریت یا کارکنان بررسی می‌شود.

فصل ۳

بررسی‌های فنی

۳-۱- تحلیل و بررسی فنی عملیات اکتشافی

در مراحل اکتشافات عمومی و تفصیلی، حفر ترانشه‌ها، گمانه‌ها و گاه تونل‌های اکتشافی، به منظور آگاهی از نوع، مقدار و عیار ماده معدنی و همچنین خصوصیات ژئومکانیکی ذخایر معدنی، اجتناب‌ناپذیر است. با استفاده از تلفیق و تحلیل این داده‌ها و شناخت وضعیت زمین‌شناسی محل و سایر عوامل، مدل سه بعدی پیکره کانسار تهیه می‌شود. هدف از مدلسازی، کمی کردن اندازه، شکل و توزیع خواص و ویژگی‌های زمین‌شناسی به بهترین وجه ممکن و سپس برآورد میزان ذخیره است. برآورد موجودی کانسنگ مستلزم قضاوت‌های اساسی و در نظر گرفتن فرضیاتی در ارتباط با کیفیت نمونه و عیارسنجی و تفسیر ویژگی‌های زمین‌شناسی بر اساس داده‌های محدود است. تهیه پایگاه داده‌های مناسب، مبنای مطالعات امکان‌سنجی است. به منظور تهیه مدل زمین‌شناسی کانسار و ارزیابی ذخیره، مجموعه اطلاعات اکتشافی قابل دسترس تهیه و با ساخت پایگاه اطلاعات جامع پروژه، مدل هندسی و عیاری مربوطه تهیه می‌شود. به کمک مدل و با تکیه بر روش‌های مرسوم تخمین ذخیره، میزان ذخیره را برآورد می‌کنند.

۳-۱-۱- مدلسازی توده معدنی

مدلسازی توده در واقع تعیین شکل هندسی کانسار یا به عبارتی تهیه تصویر سه بعدی از توزیع فضایی کانسنگ در اعماق زمین است. این مطالعات با استفاده از اطلاعات اکتشافی و با توجه به ماهیت عوامل کنترل‌کننده در محدوده مورد مطالعه و عموماً با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای معدنی تخصصی انجام می‌شود. فرآیند ساخت مدل طی مراحل تحلیل نتایج و داده‌های اکتشافی، ساماندهی و ساخت پایگاه داده‌ها، مدلسازی توپوگرافی و حفریات اکتشافی، مدلسازی هندسی و عیار کانسار انجام می‌شود.

الف- ساماندهی و ساخت پایگاه داده‌ها

ساخت پایگاه داده‌های اکتشافی مناسب، اولین گام در انجام مطالعات مدلسازی ضمن مطالعات امکان‌سنجی کانسار است.

ب- مدلسازی توپوگرافی و حفریات اکتشافی

مدل توپوگرافی با استفاده از نتایج نقشه‌برداری و به کمک نرم‌افزارهای معدنی تهیه می‌شود. با تجزیه و تحلیل اطلاعات ثبت شده در پایگاه داده‌های موجود، مدل دو بعدی و سه بعدی حفریات اکتشافی شامل ترانشه‌ها و گمانه‌ها ساخته می‌شود.

پ- مدلسازی دو بعدی کانسار

بر اساس شناخت کلی کانسار، تقسیم‌بندی ساختاری، مدل توپوگرافی منطقه و همچنین مدل فضایی توزیع سنگ‌شناسی و عیار حفریات اکتشافی، واحدهای سنگ‌شناسی و عیاری همسان در سطح و عمق در فضای دو بعدی ارتباط داده می‌شوند.

ت- مدلسازی سه بعدی کانسار

مدل سه بعدی از ارتباط محدوده‌های مشابه در مقاطع و پلان‌ها به یکدیگر ساخته می‌شود. مدلسازی هر کانسار بر اساس نوع، دقت و کمیت داده‌های زمین‌شناسی و اکتشافی موجود انجام می‌گیرد و هر چه این اطلاعات بیشتر و دقیق‌تر باشد، مدل ساخته شده به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود.

۳-۱-۲- برآورد ذخیره و مدلسازی بلوکی

انتخاب روش ارزیابی ذخیره به مشخصات کانسار، داده‌های در دسترس، چگالی شبکه اکتشاف، نوع نتایج، دقت و زمان مورد نیاز بستگی دارد. هر روش مزایا و محدودیت‌هایی دارد. قواعد وزن‌دار کردن عکس فاصله، در واقع ترکیبی از روش‌های عکس فاصله و زمین‌آمار است. مدلسازی هندسی و عیاری سه بعدی کانسار به کمک نرم‌افزارهای تخصصی امکان‌پذیر است و معمولاً تخمین بهتری از کانسار را نتیجه می‌دهد. برآورد ذخیره مبتنی بر مدل بلوکی متأثر از الگوریتم مدلسازی و عوامل متعددی نظیر شکل هندسی کانسار، فضای تخمین عیار، ابعاد بلوک‌ها، شعاع جستجو و نظایر آن‌ها است.

۳-۲- بررسی زیرساخت‌های پروژه

در مراحل اولیه طراحی هر پروژه جدید، بررسی زیرساخت‌های پروژه به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی اهمیت ویژه‌ای دارد. زیرساخت‌های عمده لازم برای اجرای هر پروژه شامل جاده‌های دسترسی، برق، آب، سیستم حمل و نقل، سوخت و ارتباطات هستند. در این مورد، باید موقعیت و نوع پروژه‌های مهم در منطقه شناسایی و سطح دسترسی به منابع محلی نظیر انرژی، آب، برق، تسهیلات حمل و نقل، صنایع همگانی و ساختمان‌ها بررسی شود.

امکانات و تاسیسات فیزیکی که برای راه‌اندازی و فعال کردن معدن و کارخانه لازم است، "تاسیسات و تسهیلات" محسوب می‌شود. موقعیت جغرافیایی پروژه معدنی و فاصله آن تا نزدیک‌ترین آبادی و شهر، یکی از بررسی‌های اولیه در مورد میزان بهره‌گیری از زیرساخت‌ها و تاسیسات و تسهیلات پروژه است. در فاز احداث، پیش از هر بررسی، تصمیم‌گیری در مورد انتخاب محل کارخانه و تاسیسات و تسهیلات مربوطه ضروری است.

اولین عامل موثر در انتخاب محل تسهیلات و تاسیسات و جانمایی کلی، تعیین محل آن‌ها در نزدیکی توده معدنی است. عامل دوم اجتناب از دوباره‌سازی یا تعیین محل مجدد برای بخش‌هایی از تاسیسات و تسهیلات به دلیل توسعه تسهیلات دیگر، گسترش معدن یا نشست حاصل از فعالیت‌های زیرزمینی است.

۳-۲-۱- راه‌های دسترسی

یکی از زیرساخت‌های مهم هر طرح معدنی راه‌های دسترسی است. به منظور بررسی راه‌های دسترسی، تهیه نقشه کلی ناحیه، زیرساخت‌های محدوده معدنی به ویژه شبکه عمومی جاده‌ها و بنادر، شهرها و خدمات و خطوط راه آهن ضروری است. پتانسیل راه‌های دسترسی در ایران، از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی نزدیکی به راه‌های آبی، جاده‌ها و خطوط راه آهن در دسترس است. معمولاً نقشه توپوگرافی و عکس‌های هوایی ناحیه در برگزیده محدوده محل پروژه، برای برنامه‌ریزی‌های کلی و بررسی جاده‌ها مناسب است. قابلیت دسترسی جاده‌ای و ارتباطی شهر اصلی به خارج، شامل روش‌های حمل و نقل موجود، قابلیت اطمینان به سیستم حمل و نقل موجود و سایر راه‌های ارتباطی نیز باید مطالعه شود. به منظور بررسی روش‌های حمل و نقل محصول قابل فروش، کسب اطلاعات عمومی در مورد بنادر و فرودگاه‌ها و خطوط راه‌آهن منطقه ضروری است.

۳-۲-۲- تامین آب

یکی از مهم‌ترین اطلاعات مورد نیاز به منظور مطالعات امکان‌سنجی طرح‌های معدنی، داده‌های مربوط به ذخایر و پتانسیل آب‌های محدوده معدن و کارخانه فرآوری است. مطالعات آب‌شناسی محل پروژه و بررسی‌های حقوقی به منظور تامین آب مورد نیاز آشامیدنی و صنعتی کارخانه فرآوری ضروری است. بدین منظور، در مراحل اولیه مطالعات، شرایط اقلیمی از جمله بررسی وضعیت آب و هوای منطقه، تحلیل آماری متوسط میزان بارش جوی و سرعت تبخیر منطقه طی دوره‌های زمانی مختلف و جریان‌ات آب طبیعی و سیل بررسی می‌شود و عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای برای بررسی استریوگرافیک منابع آبی به کار می‌رود. پتانسیل منابع آبی در ایران، از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی نزدیکی به حوضه‌های آبی، کانال‌ها و رودخانه‌ها بررسی شده و در دسترس است. عملیات آبرسانی شامل حفر چاه آب، انتقال آب از طریق لوله‌کشی‌ها، پمپ‌ها و مخازن آب است.

۳-۲-۳- تامین برق

یکی دیگر از زیرساخت‌های مورد نیاز هر طرح معدنی، تامین برق مورد نیاز پروژه است. در مراحل اولیه، مطالعات عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای به منظور بررسی استریوگرافیک خطوط نیرو در منطقه اطراف محل پروژه به کار می‌رود. پتانسیل منابع نیرو در ایران، از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی نزدیک به منابع خطوط برق، گاز و نفت بررسی شده و در دسترس است.

۳-۲-۴- تامین خدمات عمومی و صنایع همگانی

در این مورد، کسب اطلاعات مورد نیاز شامل موقعیت و فاصله خدمات عمومی از محل، شرایط دسترسی به محل، تسهیلات در دسترس، نیروی کاری در دسترس و برآورد هزینه‌های خدمات‌رسانی ضروری است. پتانسیل دسترسی به تسهیلات در ایران، از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی نزدیکی به شهرها تهیه شده است. یکی از مهم‌ترین تسهیلات مورد نیاز هر طرح معدنی، تامین ارتباطات شامل تدارک تلفن و اطلاعات تصویری حاصل از سیستم ماهواره‌ای در محل پروژه است.

۳-۳- بررسی‌های فنی معدن

مشخصات فنی معدن در حین مطالعات امکان‌سنجی شامل انتخاب روش استخراج، بررسی روش دسترسی به کانسار، انتخاب ظرفیت استخراج و تعیین برنامه زمان‌بندی آماده‌سازی و تولید و سرانجام انتخاب ماشین‌آلات استخراجی است.

۳-۳-۱- انتخاب روش استخراج

انتخاب روش استخراج، تصمیمی کلیدی در مطالعات فنی معدن است. بدین منظور، مطالعات ژئومکانیکی کانسار و مدلسازی آن باید انجام شود. بر اساس مدل هندسی و عیاری کانسنگ و خواص ژئومکانیکی کانسار، چندین روش استخراج که بهترین انطباق را با مشخصات زمین‌شناسی، ژئومکانیکی و زیست‌محیطی کانسار قابل استخراج داشته باشد، به عنوان انتخاب اولیه در نظر گرفته می‌شود. سپس با رعایت محدودیت‌های ایمنی، فنی و اقتصادی به نحوی که کمترین هزینه و بیشترین سود را به دست دهد، روش پهنه انتخاب می‌شود. از مهم‌ترین عوامل موثر در انتخاب روش می‌توان مشخصات فضایی کانسار، شرایط زمین‌شناسی و آب‌شناسی، خصوصیات ژئومکانیکی ماده معدنی و سنگ‌های اطراف آن، ملاحظات اقتصادی، عوامل فنی و مسایل زیست‌محیطی و

محدودیت‌های ایمنی را برشمرد. در مواردی که همه عوامل موثر در انتخاب روش استخراج کاملاً مشخص باشد، انتخاب روش با بررسی عوامل موثر در انتخاب روش استخراج آسان است. در غیر این صورت ممکن است چند روش یکسان به نظر برسند که در این حالت ارزیابی مهندسی کلیه گزینه‌ها ضروری است. ممکن است یک یا چند روش استاندارد مناسب باشند ولی راه حل بهینه، اصلاح یا ترکیب یک یا چند روش از روش‌های موجود است. از جدول ۳-۱ می‌توان به عنوان راهنمای مناسب و سریعی برای انتخاب روش استخراج استفاده کرد.

جدول ۳-۱- روند انتخاب روش مناسب بر اساس ویژگی‌های کانسار

عمق	مقاومت کانسنگ و سنگ‌های درونگیر	شیوه استخراج	مشخصات هندسی	روش استخراج
کم عمق (معدن سطحی)	مقاوم و متراکم	مکانیکی	هر شکل، هر شیب، ضخیم و وسیع	روپاز
			لایه‌ای یا توده‌ای، هر شیب و ضخامت	کواری
			لایه‌ای، کم عمق، نازک و وسیع	استخراج نواری
			لایه‌ای، افقی، نازک و باقی‌مانده کانسار	استخراج با اوگر
عمیق (معدن زیرزمینی)	ضعیف و نامتراکم	هیدرولیکی	لایه‌ای، افقی، نازک و گسترش کم	استخراج هیدرولیکی
			لایه‌ای، افقی، ضخیم و وسیع	استخراج با درج
			هر شکل، هر شیب، ضخیم و وسیع	استخراج گمانه‌ای
			هر شکل، شیب‌دار، ضخیم و وسیع	لیچینگ
عمیق (معدن زیرزمینی)	متوسط تا مقاوم و ایمن	بدون نگهداری	لایه‌ای، افقی، نازک و وسیع	اتاق و پایه
			لایه‌ای، افقی، ضخیم و وسیع	کارگاه و پایه
			لایه‌ای، شیب‌دار، نازک و هر اندازه	انبارهای
			لایه‌ای، شیب‌دار، ضخیم و وسیع	استخراج از طبقات فرعی
	ضعیف تا متوسط و نایمن	با نگهداری	هر شکل، شیب‌دار نازک، هر اندازه	کندن و آکندن
			لایه‌ای، شیب‌دار، نازک، گستردگی کم	استخراج ستونی
			هر شکل و شیب و اندازه، ضخیم	کرسی چینی
			لایه‌ای، افقی، نازک و وسیع	جبهه‌کار بلند
ضعیف تا متوسط با قابلیت تخریبی	تخریبی	لایه‌ای یا توده‌ای، شیب‌دار، ضخیم و وسیع	تخریب در طبقات فرعی	
		توده‌ای، شیب‌دار، ضخیم و وسیع	تخریب بلوکی	

۳-۲-۳- انتخاب ظرفیت استخراج

انتخاب ظرفیت بهینه استخراج و عمر معدن، یکی از مهم‌ترین تصمیم‌گیری‌هایی است که ضمن مطالعات فنی هر پروژه معدنی انجام می‌شود و باید متناسب با میزان و عیار ذخیره معدنی، شرایط بازار مصرف و قیمت فروش محصولات تولیدی، زمان آماده‌سازی، هزینه‌های استخراج، روش‌های تامین منابع مالی، حمایت‌های دولت، سیاست‌های مالیاتی و عوامل دیگر باشد.

در تمام روش‌ها قبل از انتخاب ظرفیت بهینه استخراج، برآورد میزان ذخیره قابل استخراج ضروری است. میزان ذخیره قابل استخراج با در نظر گرفتن عیار حد معین، بازیابی استخراج و اختلاط باطله با کانسنگ محاسبه می‌شود. میزان بازیابی استخراج بسته به روش استخراج بین ۶۵ تا ۱۰۰ درصد متغیر است. میزان کاهش عیار و افزایش تناژ مواد معدنی ناشی از اختلاط باطله و کانسنگ بین ۵ تا ۳۰ درصد تغییر می‌کند. در مراحل اولیه این مقدار به طور متوسط ۱۰ درصد در نظر گرفته می‌شود.

در ماه‌های نخست، عملیات با ظرفیت کامل شروع نمی‌شود. در برنامه زمان‌بندی تولید، ظرفیت استخراج سال اول را معمولاً ۷۵ درصد ظرفیت کامل در نظر می‌گیرند. ظرفیت ماشین‌آلات و تعداد نیروی انسانی بر اساس میزان ظرفیت استخراج انتخاب می‌شود.

قوانین تجربی انتخاب ظرفیت بهینه از تجربیات عملی به دست آمده و مرتبط با مشخصات فیزیکی کانسار از جمله تناژ، عمق و یا ویژگی‌های اقتصادی پروژه شامل جریان نقدینگی، طول عمر پروژه، بازار مصرف و سایر عوامل هستند. بر اساس مطالعه بر پروژه‌های واقعی، روابط تجربی زیر قابل استفاده است:

$$C = 5(R)^{0.75} \quad (۱-۳)$$

$$T = 0.2(R)^{0.25} \quad (۲-۳)$$

که در آن:

C ظرفیت تولید سالانه

R ذخیره بر حسب تن

T طول عمر معدن (سال)

برای معادن زیرزمینی زغال سنگ، رابطه ۳-۳-۳ ارایه می‌شود:

$$C = 390(R)^{0.5} \quad (۳-۳)$$

تعدادی از قوانین تجربی مبتنی بر ویژگی‌های اقتصادی معادن ارایه شده که از آن جمله می‌توان موارد زیر را برشمرد:

- عمر معدن باید بیش از ۱/۵ تا ۲ برابر زمان وام‌های بانکی، دوره نوسان قیمت فلز و در غیر این صورت حداقل ۱۰ سال باشد.

- کانسارهای با عیار پایین و تناژ بالا را برای دوره ۱۵ تا ۳۰ سال تامین اعتبار می‌کنند اما عمر کانسارهای با عیار بالا و تناژ پایین، حداقل ۴ سال در نظر گرفته می‌شود.

- تولید سالانه نباید بیش از تقاضای بازار باشد.

از جمله روش‌های مبتنی بر پارامترهای اقتصادی پروژه می‌توان دو روش زیر را نام برد:

- روش مبتنی بر ماکزیمم کردن ارزش خالص فعلی و یا نرخ بازگشت داخلی

- روش مبتنی بر ظرفیت تولید به ازای دو برابر هزینه سرمایه‌ای

۳-۳-۳- انتخاب تجهیزات استخراجی

تجهیزات استخراجی در معادن روباز شامل چالزن‌ها، شاول‌ها، لودرها، کامیون‌ها، بولدوزرها، گریدرها، سیستم سوخت‌رسانی و تجهیزات متحرک متفرقه است. تجهیزات استخراجی در روش‌های استخراج زیرزمینی، بالابرها، کمپرسورها، لودرها، لوکوموتیوها، بارکننده بارکش‌ها، ماشین‌های حمل مواد معدنی و باطله، بادبزن‌های تهویه، پمپ‌های آبکشی، سیستم شبکه آب و برق، سنگ‌شکن‌های زیرزمینی و تجهیزات متحرک متفرقه را در برمی‌گیرد. تجهیزات چالزنی با توجه به مقاومت فشاری و نوع خردشدگی سنگ و ظرفیت تجهیزات موجود به ویژه ماشین‌آلات باربری و سنگ‌شکن تعیین می‌شود. در انتخاب تجهیزات بارگیری و باربری

مواد، امکان‌پذیری فنی، مطلوبیت اقتصادی و ایمنی از جمله معیارهای اصلی هستند که باید رعایت شوند. انتخاب تجهیزات سایر عملیات از انتقال و جابه‌جایی مواد تبعیت می‌کند. با توجه به میزان ظرفیت مورد نیاز، سرمایه در اختیار و دسترسی در بازار، ماشین مورد نظر انتخاب می‌شود.

۳-۳-۴- روش طراحی معادن

مهم‌ترین هدف طراحی، تعیین محدوده نهایی استخراج، ابعاد و شکل هندسی معدن در پایان عمر آن است. این محدوده میزان ذخیره قابل استخراج و استحصال ذخیره کلی را مشخص می‌کند. بدین منظور، از سه روش اصلی طراحی دستی، کامپیوتری و ترکیبی استفاده می‌شود.

۳-۳-۵- راهنمای تجربی بررسی‌های فنی معدن

بخشی از راهنمای تجربی بررسی‌های فنی معدن که در استخراج معادن سنگ سخت قابل کاربردند در جدول ۳-۲ درج شده است.

۳-۴-۲- بررسی پارامترهای فنی کارخانه فرآوری

یکی از سرفصل‌های اصلی مطالعات امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی، بررسی روش فرآوری مواد معدنی است. پس از فرآیند فرآوری، محصولی به نام کنسانتره تولید می‌شود که مشخصات فنی آن نظیر عیار، دانه‌بندی، نوع و مقدار کانی‌های همراه، میزان رطوبت و نظایر آن پس از بازاریابی و مذاکره با مصرف‌کنندگان مشخص می‌شود. انتخاب روش فرآوری مناسب کانسنگ، تصمیمی خیلی مهم و مستلزم داشتن نمونه کافی و معرف کانسار و همچنین انجام آزمایش‌های دقیق است. بسته به نوع کانسنگ و مشخصات مورد نظر کنسانتره، مراحل عملیات فرآوری متفاوت است.

۳-۴-۱- مطالعات فرآوری ضمن مطالعات امکان‌سنجی

مراحل و دقت مطالعات فرآوری متناسب با زمان در دسترس، دقت مورد نیاز و مرحله مطالعات امکان‌سنجی متفاوت است. بر اساس این مطالعات، نوع، مراحل و بازیابی فرآیند استحصال فلز از کانسنگ، برآورد میزان ذخیره قابل استحصال به منظور برآورد درآمد ناشی از محصول قابل فروش تعیین می‌شود. یکی دیگر از اهداف این مطالعات، تخمین هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری واحد فرآوری بر اساس نوع ماشین‌آلات و موازنه مواد و لوازم مصرفی و نیروی انسانی مورد نیاز است. مطالعات سیستماتیک فرآوری در سه مرحله شامل آزمایش‌های فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی، پایه و پیشاهنگ برای تعیین فلوشیت‌های احتمالی فرآیند و موازنه جرمی مواد و بهینه‌سازی فلوشیت‌های پیشنهادی انجام می‌شود.

جدول ۳-۲- راهنمای تجربی بررسی‌های فنی معادن سنگ سخت

عنوان	راهنمای تجربی
انتخاب روش استخراج	به منظور استخراج کانسنگی با شیب کم و ارتفاع بیش از ۳۰ متر، روش تخریب از طبقات فرعی انتخاب می‌شود. در غیر این صورت، روش کارگاه و پایه انتخاب می‌شود.

ادامه جدول ۳-۲- راهنمای تجربی بررسی‌های فنی معادن سنگ سخت

عنوان	راهنمای تجربی
شیب	ممکن است مواد معدنی کم شیب به طور کامل بر اثر نیروی جاذبه کشیده شود. به ناچار بخش عمده‌ای از مواد معدنی شکسته شده روی کمربند باقی می‌ماند. اگر شیب کمتر از ۶۰ درجه باشد، دهانه تخلیه مواد معدنی کاهش می‌یابد اما افت ماده معدنی حذف نمی‌شود.
آماده‌سازی کارگاه	تعداد کارگاه‌های آماده‌سازی باید به اندازه‌ای باشد که تناژ روزانه برنامه‌ریزی شده، ۶۰ تا ۸۰ درصد کارگاه‌ها باشد. کارگاه‌های اضافی برای وقایع پیش‌بینی نشده و برای یکنواخت نگه داشتن عیار مواد معدنی ارسالی به واحد خریدش مورد نیاز است. به دلیل اکسیداسیون مواد معدنی سولفیدی، این مواد به روش انبارهای استخراج نمی‌شوند. در معادن با روش استخراج پر کردن، میزان استخراج باید ۳۵ درصد بیش از تناژ روزانه برنامه‌ریزی شده باشد.
عرض ماده معدنی	برای استخراج مواد معدنی کم عرض با عرض ۳ متر، روش طبقات فرعی انتخاب می‌شود. استخراج با این عرض کم فقط وقتی عملی است که کنتاکت خوبی وجود داشته و شیب خیلی یکنواخت باشد. اگر محورهای افقی بیش از دو برابر ارتفاع نقاط تخلیه پیشنهادی باشد، استخراج کانسار توده‌ای با روش تخریب از طبقات فرعی انجام نمی‌شود.
جانمایی کاواک	شیب نهایی معادن روباز بزرگ در شرایط خوب زمین، به جز برش‌های آخر که ممکن است پرشیب‌تر باشد به زوایه قرار دیواره سنگ شکسته شده می‌رسد. وقتی که لاتریت‌های سنگی به روش روباز استخراج می‌شوند، شیب ایمن کاواک بیش از مقدار محاسبه شده در حالت متعارف است (شیب ۵۰ درجه بین جاده‌های باربری). ماکزیمم شیب ایمن جاده‌های باربری، ۱۰ درصد است. در شرایط خاص، میزان این شیب ۸ درصد است. معمولاً در طول مسیرهای کوتاه، مقدار شیب از این مقدار ماکزیمم بیشتر است. ماکزیمم شیب ایمن جاده‌های باربری در طول مسیرهای کوتاه، ۱۵ درصد است. ماکزیمم سرعت عملیاتی ایمن در سرازیری به ازای هر یک درصد افزایش شیب تا ۲ کیلومتر بر ساعت کاهش می‌یابد. برای جلوگیری از تصادف در اثر چرخش کامیون، عرض جاده باربری کاواک باید معادل عرض به علاوه طول بزرگترین کامیون به علاوه ۱۵ فوت فاصله ایمنی باشد. برای وضوح دیدن سمت چپ و راست مسیر توسط راننده، عرض هر مسیر حرکت، باید معادل با بزرگترین عرض کامیون به علاوه نصف عرض کامیون در سمت چپ و نصف عرض کامیون در سمت راست حرکت باشد. در مسیرهای حرکت یک بانده، عرض جاده باربری دو برابر عرض وسیله نقلیه انتخابی است. در مسیرهای حرکت دوبانده، عرض جاده باربری سه و نیم برابر عرض بزرگترین وسیله نقلیه است. حداقل ارتفاع دیواره اطمینان تشکیل شده از سنگ شکسته بر روی جاده باربری باید به اندازه شعاع غلتش لاستیک کامیون باشد. ارتفاع دیواره اطمینان تشکیل شده از قلوه سنگ باید ارتفاعی تقریباً معادل با ارتفاع لاستیک وسیله نقلیه باربری داشته باشد.
اختلاط	یک تن ماده معدنی باقی مانده در کارگاه ارزشی دو برابر خردایش یک تن باطله حاصل از اختلاط دارد.
دنبال‌لایه‌های کمربند	در روش استخراج طبقات فرعی در شرایط مناسب زمین، فاصله دنبال‌لایه‌های کمربند از ماده معدنی باید حداقل ۱۵ متر باشد. در معادن عمیق‌تر، این فاصله، ۲۳ متر است و این فاصله در استخراج مواد معدنی عمیق‌تر نباید کمتر از ۳۰ متر باشد.
لنگه یا پایه تاج	معمولاً وقتی ماده معدنی به روش زیرزمینی استخراج می‌شود، پایه تاج ماده معدنی زیر کاواک در محل باقی می‌ماند. ارتفاع پایه تاج در شرایط خوب زمین معادل با ماکزیمم عرض کارگاه‌هایی که بلافاصله استخراج می‌شوند، است. وقتی که روباره عمیق است، کانسنگ به وسیله کاواک استخراج نمی‌شود، اما پایه تاج در محل ارتفاع مشابه باقی می‌ماند. اگر رخنمون ماده معدنی هوازده یا اکسیده یا ماده معدنی با گسل‌های بزرگی شکسته شده باشد، ارتفاع پایه تاج افزایش می‌یابد.
ورودی‌های معدن	باربری کامیونی از طریق رمپ برای کانسارهای کوچک اندازه تا عمق ۵۰۰ متر، اقتصادی‌ترین روش باربری است. باربری به وسیله کامیون از طریق رمپ برای کانسارهای متوسط اندازه با ۴ میلیون تن ذخیره تا عمق ۲۵۰ متر، اقتصادی‌ترین روش است. عمق بهینه تغییر از باربری به وسیله کامیون به بالای‌بری در چاه، ۳۵۰ متر است. ظرفیت تولید معدن بین ۳۸ تا ۸۹ درصد ظرفیت پیش‌بینی شده کامیون است.

۳-۴-۲- طراحی روش فرآوری

بر اساس نتایج مطالعات کانی‌شناسی و فرآوری انجام شده، فلوشیت فرآیند فرآوری تهیه می‌شود. در مراحل مختلف مطالعاتی به منظور طراحی فرآیند فرآوری، به تفکیک واحدهای مختلف، بررسی‌های زیر انجام می‌گیرد:

الف- خردایش

نتایج مطالعات کانی‌شناسی کانسنگ و باطله، آزمایش‌های برآورد شاخص کار باند، شاخص آسیای خودشکن و اطلاعات مربوط به ساینده‌گی، موازنه متالورژیکی مواد، بازیابی و توزیع ابعادی بار ورودی و محصول بخش‌های مختلف فرآیند

ب- دانه‌بندی

بررسی توزیع ابعادی بار ورودی و محصول بخش‌های مختلف فرآیند با سرندها و کلاسیفایرها

پ- جدایش ثقیلی

بررسی جرم مخصوص، دانه‌بندی و شکل ذرات

ت- جدایش الکتریکی و مغناطیسی

بررسی اندازه ذرات و توزیع دانه‌بندی مواد

ث- فلوتاسیون

بررسی تفرق کانی‌شناسی ماده معدنی، شرایط خردایش، توزیع ابعادی و وضعیت سطحی ذرات، زمان لازم برای تماس ذرات و حباب هوا، درصد جامد پالپ، زمان آماده‌سازی، نوع ماشین فلوتاسیون و وظیفه سلول، نحوه هوادهی و شدت جریان حجمی هوا، سرعت هم‌زدن پالپ، زمان توقف پالپ در سلول، دمای پالپ، محل تاسیسات، نوع و غلظت مواد شیمیایی مصرفی، سختی، کیفیت و کمیت آب، حضور کاتیون‌ها و آنیون‌های موجود در محلول، وجود عناصر فرعی و سایر پارامترهای هیدرودینامیکی.

ج- هیدرومتالورژی

بررسی قابلیت انحلال‌پذیری فلز از کانه و ترسیب فلز از محلول

چ- جدا کردن فازهای جامد از مایع

بررسی نوع و میزان مواد شیمیایی مورد استفاده در مرحله آزمایش‌های ته‌نشین کردن، چگالی مواد ورودی، خواص رئولوژیکی پالپ، موقعیت و تجهیزات مورد استفاده برای تیکنر، بررسی رطوبت استاندارد محصول نهایی، قابلیت تولید گرد و غبار، سیستم بارگیری و زمان‌بندی عملیاتی کارخانه در مرحله خشک کردن حرارتی

ح- نوار نقاله

بررسی فواصل

۳-۴-۳- طراحی کارخانه فرآوری

طراحی کارخانه فرآوری شامل مراحل زیر است:

- بررسی روش خردایش، دانه‌بندی و پرعیارسازی با جزییات ایده فرآوری تفصیلی همراه با فلوشیت‌ها و محاسبه میزان بار ورودی، تعیین میزان استحصال و تناژ و عیار محصول

- تعیین ظرفیت تولید و زمان‌بندی عملیاتی. ظرفیت کارخانه فرآوری را بر اساس عمر معدن تعیین می‌کنند. برنامه زمان‌بندی عملیاتی کارخانه فرآوری با توجه به توقف برنامه‌ریزی شده تعیین می‌شود. تناژ و عیار بار خروجی با توجه به نتایج طراحی روش فرآوری به ویژه موازنه جرمی مواد و بازیابی متالورژیکی نهایی و بر اساس مشخصات فنی محصول قابل فروش نظیر عیار، دانه‌بندی، نوع و مقدار سایر کانی‌های همراه، برآورد می‌شود. ظرفیت روزانه و ساعتی فرآوری با احتساب تعداد روزهای مفید کاری و ساعات کاری روزانه محاسبه می‌شود.

- انتخاب نوع و اندازه ماشین‌آلات و تجهیزات. ماشین‌آلات واحدهای مختلف کارخانه فرآوری بر اساس فرآیند فرآوری و ظرفیت تولید و زمان‌بندی عملیاتی انتخاب می‌شود. تجهیزات بخش خردایش شامل گریزلی، بونکر، سنگ‌شکن‌ها و آسیاها انتخاب می‌شود. انتخاب گریزلی بر اساس اندازه چشمه، بونکر بر اساس نوع و ظرفیت، سنگ‌شکن با توجه به نوع، توان، ظرفیت، سرعت، اندازه و اندازه دهانه حداکثر و حداقل و آسیا بر حسب نوع، توان، ظرفیت، سرعت و ابعاد است. تجهیزات دانه‌بندی مواد شامل سرندها و کلاسیفایرها است. نوع سرندها بر اساس نوع، توان، ظرفیت، اندازه چشمه و سطح انتخاب و نوع هیدروسیکلون بر حسب نوع، قطر، سطح مقطع دهانه ورودی، قطر سرریز و ته‌ریز و افت فشار تعیین می‌شود. تجهیزات جدایش شامل سیستم جدایش ثقلی، جدایش الکتریکی و مغناطیسی، فلوتاسیون و هیدرومتالورژی است. پس از انتخاب تجهیزات خردایش و جدایش، تجهیزات جدایش فازهای جامد از مایع و جابه‌جایی مواد تعیین می‌شود. در انتخاب خشک‌کن‌ها، پارامترهای متعددی به ویژه مشخصات ماده مورد نظر از جمله توزیع دانه‌بندی، میزان رطوبت و سیالیت و قابلیت جابه‌جایی مواد، مشخصات خشک کردن، کیفیت محصول مورد نظر، مسایل مربوط به استحصال محصول و شرایط مکانی موثرند.

- تهیه نقشه کلی محل به همراه جانمایی تجهیزات واحدهای مختلف کارخانه و تاسیسات مربوطه و موقعیت سد باطله

- برآورد نیروی انسانی مورد نیاز واحدهای مختلف کارخانه. با توجه به توسعه فلوشیت پیشنهادی در مقیاس‌های آزمایشگاهی، پایه و پیشاهنگ و برنامه زمان‌بندی، نیروی انسانی مورد نیاز برآورد می‌شود.

- برآورد مواد و لوازم مصرفی شامل مواد شیمیایی مصرفی، آب، برق، پوشش‌های فولادی و سایر مواد و لوازم مصرفی

بعد از انتخاب روش فرآوری و تجهیزات مورد نیاز، طرح جانمایی تجهیزات واحدهای مختلف و تاسیسات و تسهیلات کارخانه تعیین می‌شود. با توجه به فلوشیت کارخانه و ظرفیت آن، برنامه زمان‌بندی، قوانین کاری و عوامل متعدد دیگر، نیروی انسانی مورد نیاز شامل نیروی مدیریتی، عملیاتی و تعمیر و نگهداری کارخانه برآورد می‌شود. با توجه به موازنه مواد و لوازم مصرفی حاصل از مطالعات فرآوری در مقیاس‌های مختلف، میزان مواد و لوازم مصرفی مورد نیاز کارخانه مشخص می‌شود.

۳-۴-۴- راهنمای تجربی طراحی کارخانه فرآوری

تعدادی از راهنمای تجربی در مورد طراحی کارخانه فرآوری شامل انتخاب، طراحی، نصب و هزینه‌های سنگ‌شکن و عمومی در جدول ۳-۳ آورده شده است.

جدول ۳-۳- راهنمای تجربی طراحی کارخانه فرآوری

عنوان	راهنمای تجربی
انتخاب سنگ‌شکن	<p>در معادن با ظرفیت کمتر ۶۰۰ تن در ساعت، سنگ‌شکن‌های فکی اولیه و در معادن با ظرفیت بیشتر از ۱۰۰۰ تن در ساعت، سنگ‌شکن‌های ژیراتوری انتخاب می‌شود. اگر ظرفیت بین این دو مقدار باشد، یکی از این دو نوع سنگ‌شکن انتخاب می‌شود. در معادن زیرزمینی با ظرفیت روزانه بیش از ۸۰۰۰ تن ماده معدنی در روز، سنگ‌شکن ژیراتوری اقتصادی‌تر است. اگر تناژ ساعتی مواد معدنی شکسته کمتر از ۰/۱۱۵ برابر مجذور دهانه مورد نیاز بر حسب اینچ باشد، سنگ‌شکن‌های فکی و در غیر این صورت، سنگ‌شکن‌های ژیراتوری استفاده می‌شود.</p> <p>تقریباً همه سنگ‌شکن‌ها محصولی تولید می‌کنند که ۴۰ درصد ریزتر از نصف مقدار خردایش مورد نیاز در مرحله طراحی سنگ‌شکن است. توزیع ابعادی محصول سنگ‌شکن‌های فکی به گونه‌ای است که ۸۰ درصد ابعاد دانه‌ها کوچکتر از دهانه باز سنگ‌شکن باشد. اگر دهانه سنگ‌شکن در حالت باز ۶ اینچ باشد، ۸۰ درصد ابعاد محصول پنج و سه چهارم اینچ خواهد بود.</p> <p>در معادن سنگ سخت، محصول سنگ‌شکن‌های فکی به صورت تخته‌ای و محصول سنگ‌شکن‌های ژیراتوری بلوکی است که نهایتاً حمل از طریق نقاط انتقال به سیستم نوار نقاله آسان‌تر می‌شود.</p> <p>به منظور خردایش مواد معدنی با نسبت خردایش بیش از ۴۰، سنگ‌شکن‌های چرخشی یا چکشی به کار می‌روند اما به ندرت این سنگ‌شکن‌ها در معادن سنگ سخت مورد استفاده قرار می‌گیرند. از آنجا که در این سنگ‌شکن‌ها سرعت بالا است، پوشش آستر آن‌ها نسبت به سنگ‌شکن‌های فکی یا ژیراتوری ضخیم‌تر و مقاوم‌تر در نظر گرفته می‌شود و این سنگ‌شکن‌ها نباید در معادن سنگ سخت به کار برد.</p>
طراحی سنگ‌شکن	<p>در معادن سنگ سخت، ظرفیت تقریبی سنگ‌شکن‌های فکی بر حسب تن در ساعت در حالت تنظیم تیپیک از حاصل ضرب عرض در ۱۰ به دست می‌آید. به عنوان مثال، در معادن سنگ سخت ظرفیت سنگ‌شکن‌ها برای مواد معدنی با ابعاد ۴۸ در ۶۰ اینچ، معادل ۶۰۰ تن در روز خواهد بود. ظرفیت سنگ‌شکن‌های فکی انتخابی در معادن زیرزمینی برای خردایش بر اساس برنامه زمانی ۱۲ ساعت در روز کافی باشد.</p> <p>نسبت خردایش ماکزیمم سنگ‌شکن‌های فکی، ۷ است اما ضمن طراحی نسبت خردایش ۶ در نظر گرفته می‌شود. نسبت خردایش ماکزیمم سنگ‌شکن‌های مخروطی ۶ است اما ضمن طراحی نسبت خردایش ۵ در نظر گرفته می‌شود.</p>
نصب سنگ‌شکن	<p>معمولاً سنگ‌شکن‌های فکی را بر روی لبه شوت گلوگاه فیدر لرزان به ابعاد ۴۰۰ میلی‌متر نصب می‌کنند تا از ریزش در نتیجه لرزش بلوکی اجتناب‌ناپذیر ذرات ریز ناخواسته، جلوگیری شود. طراحی صفحات موجدار پوشش سنگ‌شکن‌های فکی (برای ممانعت از تولید قطعات درشت) موجب کوتاه شدن عمر آستر می‌شود و در ضمن، امکان مسدود شدن این سنگ‌شکن‌ها نسبت به سنگ‌شکن‌های با فک‌های هموار بیشتر است.</p> <p>فونداسیون محل، نصب و به کارگیری سنگ‌شکن‌های فکی شش ماه طول می‌کشد. این زمان برای سنگ‌شکن‌های فکی بزرگ یا سنگ‌شکن‌های ژیراتوری ممکن است تا نه ماه به طول بیانجامد.</p> <p>دهانه سرند مورد نظر برای سنگ‌شکن‌های فکی معادل ۸۰ درصد دهانه باز سنگ‌شکن است. ماکزیمم اندازه بار ورودی سنگ‌شکن‌های فکی باید در حدود ۸۵ درصد دهانه باز سنگ‌شکن باشد. ظرفیت ترکیب سنگ‌شکن فکی و گریزلی ۱۵ درصد بیشتر از سنگ‌شکن فکی خوداتکا است.</p> <p>به عنوان قاعده کلی، سرندها را به ندرت برای سنگ‌شکن‌های اولیه (بزرگ) به کار می‌برند. استثناً وقتی است که ماده معدنی حاوی ذرات ریز مرطوب باشد که موجب فشردن شدید در سنگ‌شکن ژیراتوری می‌شود.</p> <p>جابه‌جایی سرند سنگ‌شکن‌های فکی اولیه، طول عمر پوشش آسیا را تا حدود ۵۰ درصد کاهش می‌دهد. همچنین تمیز کردن فک‌ها که از ذرات ریز پر شده‌اند، مشکل‌تر است.</p>
هزینه سنگ‌شکن	<p>کل هزینه نصب سنگ‌شکن‌های فکی در معدن زیرزمینی ممکن است بیش از شش برابر هزینه خرید سنگ‌شکن باشد، در حالی که در معادن سطحی این نسبت بین سه تا چهار است. مصرف برق سنگ‌شکن‌های فکی بزرگ با نسبت خردایش ۶ و سنگ‌شکن‌های ژیراتوری ۴۲ اینچی تقریباً به ترتیب ۲/۲ و ۲/۹ کیلووات-ساعت بر تن برآورد شده است. مصرف برق سنگ‌شکن‌های فکی که در حدود ۵۰ درصد بار کامل را تلف می‌کند، تقریباً ۳۰ درصد سنگ‌شکن‌های ژیراتوری است.</p>

ادامه جدول ۳-۳- راهنمای تجربی طراحی کارخانه فرآوری

عنوان	راهنمای تجربی
خردایش	<p>خردایش فرآیندی کم راندمان و انرژی بر است. هزینه واحد خردایش، بیش از ۴۰ درصد هزینه‌های عملیاتی مستقیم کارخانه فرآوری را به خود اختصاص می‌دهد.</p> <p>در عمل، فرض می‌شود که آسیای گلوله‌ای ۴۰ درصد درجه انباشتگی دارد اما در ضمن طراحی، درجه انباشتگی ۴۵ درصد در نظر گرفته می‌شود.</p> <p>توان آسیاهای گلوله‌ای تخلیه شبکه‌ای، ۱۵ درصد بیش از آسیاهای گلوله‌ای تخلیه سرریز، حتی در حالتی است که راندمان‌های مشابه داشته باشند. در شرایط معادل، راندمان آسیاهای با قطر بزرگتر بیشتر است. هر چند، وقتی که قطر آسیا به ۳/۸ متر می‌رسد، به دلیل اصطکاک تکیه‌گاه، هیچ رابطه‌ای بین قطر آسیا و راندمان وجود ندارد. قطر آسیاهای گلوله‌ای نباید بیش از ۱۰۰ برابر قطر ابعاد متوسط خردایش باشد.</p> <p>در آسیاهای قلوه‌سنگی، هر یک از قطعات جدا از هم باید از نظر وزنی و نه حجمی مشابه سایز بهینه گلوله‌های فولادی باشند. نسبت طول به قطر آسیاهای میله‌ای نباید بیشتر از ۱/۴ به ۱ باشد و ماکزیمم طول میله ۶ متر است. بنابراین، بزرگترین آسیای میله‌ای ساخته شده ۴/۲ متر قطر و ۶/۵ متر طول دارد. ماکزیمم نسبت خردایش عملی در آسیاهای گلوله‌ای ۷۰ است اما در طراحی عملی نسبت ۶۰ لحاظ می‌شود.</p> <p>طول عمر آسترهای لاستیکی آسیاهای گلوله‌ای دو تا سه برابر آسترهای استیلی است.</p>
عمومی	<p>هزینه مصرف برق کارخانه‌های فرآوری و تسهیلات مربوطه تقریباً ۸۵ درصد کل مصرف برق در معادن روباز و ۳۵ تا ۴۵ درصد مصرف برق در معادن زیرزمینی است.</p> <p>کمترین شیب کف کنسانتره در کارخانه‌ها ۳ درصد است. اغلب این شیب مربوط به پیرامون آسیا است که اسلاری متناوباً به بیرون جریان می‌یابد.</p> <p>هزینه احداث و کنترل کارخانه‌ها با ماشین‌آلات دست دوم، نصف هزینه ساخت ماشین‌آلات نو با کنترل پیشرفته است.</p> <p>هر ساعت تعطیلی کارخانه معادل با ۴ درصد کاهش استحصال در روز است.</p> <p>کارخانه‌های تغلیظ به بیش از ۳ تن آب به ازای هر تن ماده معدنی فرآوری شده نیاز دارند. در نتیجه، عملکرد کارخانه با ماکزیمم چگالی عملی پالپ و کمترین جابه‌جایی به سمت بالا یا جابه‌جایی افقی مهم است.</p> <p>اصول طراحی فلوشیت و جانمایی کارخانه، به گونه‌ای است که جابه‌جایی در طول کمترین فواصل ممکن بین واحدهای فرآوری و با استفاده از نیروی جاذبه به منظور صرفه‌جویی مصرف برق باشد. در آب و هوای خشک، کارخانه‌های فرآوری با کمتر از یک تن آب تازه به ازای یک تن ماده معدنی فرآوری شده عمل می‌کنند. تعادل آب مورد نیاز فرآیند از آگیری کنسانتره، آگیری از باطله‌های فرآوری و گردش مجدد از حوضچه‌های فرآوری بازیافت تامین می‌شود.</p>

۳-۵- زمان بندی اجرای طرح

برای اجرای طرح، در مورد هر یک از عملیات اجرایی نظیر کسب مجوزهای لازم و عقد قراردادهای خرید و آماده‌سازی زمین، عملیات ساختمانی و محوطه‌سازی، سفارش، خرید و حمل ماشین‌آلات، نصب و راه‌اندازی، تاسیسات، استخدام و آموزش کارکنان، تولید آزمایشی، تاخیرهای پیش‌بینی نشده و نظایر آن، برنامه زمان‌بندی تهیه می‌شود. در تنظیم برنامه، موارد زیر مورد توجه قرار می‌گیرد:

- پیش‌بینی مراحل سرمایه‌گذاری، عملیات اجرایی، تعیین زمان لازم برای انجام آن‌ها و توجه به تاریخ‌های شروع و خاتمه کار
- تقدم، تاخر و همپوشانی عملیات نسبت به یکدیگر
- توجه به شرایط اقلیمی محل اجرای طرح در انجام عملیات ساختمانی

فصل ۴

روش‌های برآورد هزینه

۴-۱- آشنایی

تخمین هزینه، یکی از بخش‌های مهم مطالعات امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی است. در حین این مطالعات، گزینه‌های فنی متعددی مورد بررسی قرار می‌گیرد و مطالعات رفت و برگشتی به دفعات انجام می‌شود. هزینه‌های پروژه نیز به کرات ارزیابی و بازنگری می‌شود و این امر در کل، فرآیندی تکرارپذیر است. به عنوان مثال، رقم هزینه‌های پروژه به بزرگی معدن و ظرفیت تولید بستگی دارد و ظرفیت تولید نیز تابعی از میزان ذخیره معدن و برخی عوامل دیگر است. میزان ذخیره قابل استخراج، تابعی از روش استخراج، عیار حد و عواملی نظیر آن‌ها است و در نتیجه به هزینه‌های پروژه بستگی دارد. این فرآیند تکراری مطالعه تا زمانی که گزینه‌های فنی و اقتصادی به سطح قابل قبولی از صحت و دقت برسند، ادامه می‌یابد. برای کاهش خطاها در هر مرحله از پروژه، فرآیند تخمین هزینه انجام می‌گیرد و در مورد ادامه یا توقف آن تصمیم‌گیری می‌شود.

دقت برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری با پیشرفت پروژه، از مرحله مطالعات فرصت‌سنجی به مطالعات پیش‌امکان‌سنجی و امکان‌سنجی افزایش می‌یابد. دامنه قابل قبول دقت برآورد هزینه در مطالعات فرصت‌سنجی، پیش‌امکان‌سنجی و امکان‌سنجی به ترتیب $\pm 30\%$ ، $\pm 20\%$ و $\pm 10\%$ درصد در نظر گرفته می‌شود.

۴-۲- برآورد هزینه‌ها

ضمن محاسبه یا ارایه هزینه‌ها باید انواع هزینه‌ها و اقلام هر یک شناخته شود. هزینه‌های معدنکاری را می‌توان از جنبه نوع فعالیت به دو بخش اصلی هزینه‌های استخراج و فرآوری تقسیم کرد. هزینه‌ها را به دو گروه هزینه‌های سرمایه‌ای و تولید تقسیم می‌کنند.

۴-۲-۱- هزینه‌های سرمایه‌ای

سرمایه‌گذاری در دو مرحله اجرای طرح و بهره‌برداری از طرح انجام می‌شود. هزینه‌های سرمایه‌ای به دو بخش کلی سرمایه‌گذاری ثابت (در طول مرحله اجرای طرح) و سرمایه در گردش (طی مرحله بهره‌برداری از طرح) تقسیم می‌شوند.

الف- سرمایه‌گذاری ثابت

سرمایه‌گذاری ثابت به آن بخش از دارایی‌ها گفته می‌شود که عمر دائمی یا طولانی دارند و در جریان عادی اجرای پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرند. سرمایه‌گذاری ثابت را به دو بخش سرمایه‌گذاری مشهود مثل زمین، ساختمان‌ها و ماشین‌آلات و سرمایه‌گذاری نامشهود مثل مجوزهای قانونی و دانش فنی تقسیم می‌کنند که هر یک از آن‌ها از نظر کاستن ارزش دفتری آن طی مرور زمان به دو بخش استهلاک‌پذیر و استهلاک‌ناپذیر تقسیم می‌شود. هزینه‌های سرمایه‌گذاری طرح شامل ثابت و در گردش در جدول ۴-۱ ارایه شده است. بخشی از اقلام هزینه‌های سرمایه‌ای که به صورت ارزی ارایه شده است، با در نظر گرفتن نرخ تبدیل مناسب در تاریخ مورد نظر به معادل ریالی آن تبدیل می‌شود.

جدول ۴-۱- هزینه‌های سرمایه‌گذاری طرح

شرح	مورد نیاز		جمع کل
	ارزی	ریالی	
زمین			
آماده‌سازی محل پروژه			
ساختمان			
ماشین‌آلات و تجهیزات			
زیرساخت‌ها و تاسیسات			
لوازم و تجهیزات آزمایشگاهی و کارگاهی			
وسایل نقلیه			
تجهیزات و وسایل اداری و خدماتی			
متفرقه و پیش‌بینی نشده			
جمع دارایی‌های ثابت			
هزینه‌های قبل از بهره‌برداری			
جمع هزینه‌های سرمایه‌گذاری ثابت			
سرمایه در گردش			
سایر دارایی‌ها			
جمع کل هزینه سرمایه‌گذاری طرح			

- زمین

مشخصات زمین کارخانه مانند مساحت، ابعاد و مختصات مطابق اسناد و ثبت قانونی درج می‌شود. موقعیت زمین، شرایط کلی، مساحت لازم و مناسب برای احداث کارخانه و توسعه احتمالی، نحوه خرید یا واگذاری آن، سایر مجوزها، امکان دستیابی به تاسیسات خدماتی، زیر ساخت‌ها و خطوط ارتباطی باید مورد توجه قرار گیرد. وضعیت مالکیت زمین باید روشن باشد و اسناد مربوطه و قانونی بودن آن‌ها باید با دقت بررسی شود. وضعیت حقوقی زمین باید به طور کامل تشریح شود. با در نظر گرفتن مساحت زمین مورد نیاز و برآورد هزینه هر متر مربع، هزینه زمین برآورد می‌شود.

- آماده‌سازی محل

برای برآورد هزینه آماده‌سازی و محوطه‌سازی، آماده‌سازی و تسطیح زمین، هزینه احداث راه دسترسی به محوطه معدن و کارخانه فرآوری و هزینه حصار یا دیوارکشی، جدول‌بندی و کانال‌کشی و خیابان‌کشی محوطه کارخانه فرآوری و محدوده تاسیسات و تسهیلات معدن باید در نظر گرفته شود.

- ساختمان

هزینه‌های ساختمانی واحدهای معدن نظیر کارخانه فرآوری، تاسیسات فنی، اداری و خدماتی باید برآورد شود (جدول ۴-۲). به منظور برآورد هزینه ساختمان، باید سطح زیربنای مورد نیاز برای ساخت و نوع و مشخصات فنی هر ساختمان تعیین شود. با در نظر گرفتن هزینه هر واحد، کل هزینه ساختمان برآورد می‌شود. هزینه هر واحد ساختمان از استعلام هزینه‌های مستند در قراردادهای منعقد شده مهندسان مشاور و پیمانکار به منظور احداث ساختمان‌ها برآورد می‌شود. در برآورد هزینه ساختمان، ساختمان‌های اصلی

تولید شامل سوله و فونداسیون ماشین‌آلات، انبارها (مواد اولیه، مواد ناریه و محصول)، ساختمان‌های تاسیساتی، اداری و خدماتی باید مورد نظر قرار گیرد. موقعیت مکانی ساختمان‌ها باید متناسب با خطوط تولید و سهولت گردش مواد باشد. به منظور توسعه احتمالی معدن و کارخانه فرآوری، باید فضای کاری کافی در طراحی محل ساختمان‌ها و محوطه پیش‌بینی شود.

جدول ۴-۲- هزینه‌های سرمایه‌گذاری ساختمان

شرح	مساحت (متر مربع)	قیمت واحد (هزار ریال)	انجام شده	مورد نیاز	جمع (میلیون ریال)	مشخصات ساختمان‌ها
سوله انبارها ساختمان‌های تاسیساتی ساختمان‌های اداری ساختمان‌های خدماتی سایر ساختمان‌ها						
جمع						

- ماشین‌آلات و تجهیزات استخراج و فرآوری

عمده‌ترین سهم هزینه‌های سرمایه‌ای، هزینه خرید ماشین‌آلات استخراج و کارخانه فرآوری است. ضمن برآورد هزینه ماشین‌آلات، در مورد امکان تامین ماشین‌آلات در داخل یا خارج باید بررسی شود. علاوه بر برآورد هزینه خرید ماشین‌آلات، برآورد هزینه‌های دیگر به تفکیک ریالی و ارزی ضروری است (جدول ۴-۳).

جدول ۴-۳- هزینه‌های سرمایه‌گذاری ماشین‌آلات و تجهیزات

شرح	تعداد	هزینه‌های انجام شده		هزینه‌های مورد نیاز		جمع (میلیون ریال)
		ارزی	ریالی	ارزی	ریالی	
الف- ماشین‌آلات و تجهیزات خارجی						
دانش فنی و خدمات مهندسی قطعات یدکی مورد نیاز حمل و نقل داخلی و خارجی و بیمه انبارداری نصب، راه‌اندازی، نظارت، آموزش و گارانتی						
ب- ماشین‌آلات و تجهیزات داخلی						
قطعات یدکی مورد نیاز حمل نصب و راه‌اندازی نظارت سایر موارد						
جمع						

- زیرساخت‌ها و تاسیسات

بر حسب نیاز، انواع تاسیسات مورد نیاز برای بهره‌برداری از معدن و کارخانه فرآوری شامل برق، آب، بخار، هوای فشرده، سوخت، سیستم گرمایش و سرمایش، سیستم تصفیه آب و فاضلاب، مخابرات و موارد مشابه است. هزینه‌های تاسیسات شامل خرید و نصب دستگاه‌ها و تجهیزات اصلی، یدکی و ذخیره، لوله، کابل، اتصالات و نظایر آن‌ها است. هزینه تاسیسات در جدولی مشابه جدول ۴-۴-۴ ارائه می‌شود. در ستون شرح، مشخصات کلیه دستگاه‌ها ذکر و هر یک از دستگاه‌ها و تجهیزات موجود، تهیه شده و مورد نیاز به تفکیک در ردیف‌های جداگانه آورده می‌شود.

جدول ۴-۴-۴- هزینه‌های سرمایه‌گذاری تاسیسات

شرح	هزینه‌های انجام شده		هزینه‌های مورد نیاز		جمع (میلیون ریال)
	ارزی	ریالی	ارزی	ریالی	
برق آب هوای فشرده سوخت تصفیه آب و فاضلاب سرمایش و گرمایش ارتباطات سایر موارد مرتبط با نوع طرح					
جمع					

- برق

ضمن برآورد حداکثر توان برق مورد نیاز بر حسب کیلووات، هزینه برق نیز باید محاسبه و تعیین شود. برآورد هزینه هر یک از اقلام مربوطه شامل حق انشعاب و تجهیزات لازم از جمله تجهیزات سیستم تولید برق مانند دیزل ژنراتورها و متعلقات آن، تجهیزات سیستم تولید برق اضطراری، تجهیزات پست اختصاصی برق از جمله ترانسفورماتورها و تابلوهای فشار قوی و ضعیف، کابل‌کشی فشار قوی و ضعیف و توسعه شبکه است. تعداد و مشخصات کلیه دستگاه‌ها و تجهیزات باید محاسبه شود.

- آب

ضمن برآورد حداکثر شدت جریان آب مورد نیاز، هزینه‌های تامین آب نیز باید محاسبه و موارد مصرف تعیین شود. نحوه تامین (حفر چاه آب و انشعاب)، موافقت‌ها و قراردادهای لازم باید بررسی شود. برآورد هزینه هر یک از اقلام مربوطه شامل حق انشعاب، دستگاه‌ها و تجهیزات مربوط به واحدهای آب‌های بهداشتی و صنعتی و نظایر آن‌ها است.

- هوای فشرده

میزان هوای فشرده مورد نیاز محاسبه و موارد مصرف آن تعیین شود. برآورد هزینه هر یک از اقلام مربوطه شامل دستگاه‌ها و تجهیزات لازم از جمله کمپرسورها، مخازن هوا، خشک‌کن، لوله‌کشی و نظایر آن‌ها است.

- سوخت

مخازن ذخیره سوخت‌های مصرفی با توجه به میزان و مصرف دوره‌ای آن‌ها محاسبه می‌شود. نحوه تامین و محاسبات آن، موافقت‌ها و قراردادهای لازم نیز باید بررسی شود. برآورد هزینه هر یک از اقلام مربوطه شامل حق انشعاب و اشتراک گاز، تجهیزات ایستگاه گاز، مخازن ذخیره، لوله‌کشی‌ها و نظایر آن‌ها است.

- سیستم تصفیه فاضلاب

نوع سیستم تصفیه فاضلاب صنعتی و بهداشتی مورد نظر باید تعیین شود. برآورد هزینه هر یک از اقلام مربوطه شامل خرید و نصب دستگاه‌ها است.

- سرمایش و گرمایش

موارد مصرف و نوع سیستم سرمایش و گرمایش مورد نظر تعیین شود. برآورد هزینه شامل هزینه خرید و نصب چیلر، دیگ آب گرم، فن کوئل، هواساز، کولرهای آبی و گازی، سیستم پمپاژ، لوله‌کشی، کابل‌کشی و نظایر آن است.

- لوازم و تجهیزات آزمایشگاهی و کارگاهی

این اقلام شامل وسایل آزمایشگاه‌ها، تجهیزات تعمیرگاه‌ها، کارگاه‌ها، انبارها و وسایل ایمنی است. برآورد هزینه بر اساس مشخصات، تعداد، پیشنهادات قیمت و استفاده از موارد مشابه انجام می‌شود.

- وسایل نقلیه

وسایل نقلیه مورد نیاز برای رفع نیازهای معدن، کارخانه فرآوری، انتقال مواد و کالا و رفت و آمد کارکنان به داخل و خارج محدوده معدن و کارخانه فرآوری است. وسایل نقلیه داخل محدوده شامل لیفتراک، لودر، گریدر، جرثقیل و نظایر آن و خارج محدوده، اتوبوس، مینی‌بوس، خودرو سواری، وانت و کامیون است.

- تجهیزات و وسایل اداری و خدماتی

در این بخش هزینه‌های تجهیزات و وسایل اداری و خدماتی از قبیل اثاثیه اداری، لوازم آشپزخانه و رستوران، تلفن، فاکس، کامپیوتر، پرینتر، تجهیزات بهداری و موارد مشابه برآورد می‌شود.

- هزینه‌های متفرقه و پیش‌بینی نشده

با توجه به این که در اغلب موارد در مرحله بررسی طرح برای انجام مطالعات امکان‌سنجی، جزئیات دقیق طرح در اختیار نیست و در طول اجرای طرح، تغییراتی در حجم عملیات اجرایی و هزینه‌های آن و قیمت‌های آن ایجاد می‌شود. از این رو با توجه به مرحله مطالعاتی و نوع طرح، درصدی از هزینه‌های سرمایه‌ای ثابت مورد نیاز تا تکمیل، به استثنای هزینه‌های قبل از بهره‌برداری به منظور پیش‌گیری از خطای احتمال محاسبات، مقابله با افزایش قیمت‌ها و تغییرات احتمالی، تحت عنوان هزینه‌های پیش‌بینی نشده در نظر گرفته می‌شود. بسته به نوع طرح و مرحله مطالعات، این رقم بین ۱۰ تا ۲۰ درصد مجموع هزینه‌های سرمایه‌گذاری ثابت در نظر گرفته می‌شود.

– هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

هزینه‌های قبل از بهره‌برداری شامل هزینه‌هایی هستند که برای اجرای طرح و راه‌اندازی و بهره‌برداری آزمایشی و به منظور انجام امور طرح ضروری است، اما به طور مستقیم منجر به ایجاد دارایی عمومی ثابت نمی‌شوند. در عین حال، بدون صرف این هزینه‌ها، امکان اجرای طرح و بهره‌برداری تجاری آن ممکن نیست. ضمن برآورد هزینه‌های قبل از بهره‌برداری، کلیه اموری که باید از ابتدای فراهم آوردن امکانات برای اجرای طرح و دوران اجرای آن و حصول به بهره‌برداری و فروش محصول انجام گیرد، باید مشخص و سپس هزینه‌ها برآورد شود. عمده هزینه‌های قبل از بهره‌برداری شامل تاسیس و ثبت شرکت و هزینه‌های حقوقی آن، اخذ تسهیلات مالی، انجام مطالعات اکتشافی، مطالعات و تحقیقات و مشاوره، مسافرت و بازدید، دفتر مرکزی، دستمزد و حقوق کارکنان در طول زمان اجرای طرح، تولید آزمایشی و مشاوره و نظارت بر اجرای طرح است.

ب- سرمایه در گردش

این بخش از سرمایه عبارت از مجموعه امکانات، ارزش موجودی‌ها و کار در جریان، مطالبات و نقدینگی لازم به منظور شروع بهره‌برداری از معدن و کارخانه فرآوری است که صرف راه‌اندازی تولید می‌شود. این هزینه استهلاک‌ناپذیر و برای زمان معینی به طور کامل قابل برگشت است. ارقام عمده در تعیین سرمایه در گردش عبارتند از:

– مواد اولیه (داخلی و خارجی)

به منظور جلوگیری از وقفه در جریان تولید با توجه به نوع ماده معدنی، ظرفیت معدن و کارخانه، منبع و نحوه تامین مواد، فاصله زمانی اعلام نیاز تا دریافت مواد، زمان تحویل و حمل، میزان مواد اولیه مورد نیاز به عنوان یکی از ارقام سرمایه در گردش و مدت زمان ذخیره برای یک دوره تعیین می‌شود.

– کالای ساخته شده و در جریان ساخت

با در نظر گرفتن مراحل و روش تولید، مدت زمان لازم برای ساخت کالا و نگهداری در انبار بررسی شده و هزینه‌های آن به عنوان یکی از ارقام سرمایه در گردش منظور می‌شود.

– مطالبات

مطالبات عبارت از وجوه مورد انتظار از کالای فروخته شده‌ای است که وصول آن‌ها در کوتاه مدت اتفاق می‌افتد. مدت زمان کسب وجوه مورد انتظار باید معین شود.

– تنخواه‌گردان

برای پرداخت هزینه‌های جاری شرکت، زمانی به عنوان موجودی نقدی یا تنخواه‌گردان در محاسبه سرمایه در گردش بر اساس هزینه‌های تولید منظور می‌شود. سرمایه در گردش محاسبه شده برای اولین دوره بهره‌برداری از طرح در این بخش ارایه شده و (مبانی محاسبات به تعداد روز برای هر مورد) ارایه می‌شود.

۴-۲-۲- هزینه‌های تولید

هزینه‌های تولید شامل هزینه‌های استخراج و فرآوری است که ارتباط مستقیم با عملیات تولید دارند. هزینه‌های تولید، منعکس‌کننده هزینه‌های چالزنی، آتشیاری و نظایر آن‌هاست که به ازای هر تن ماده معدنی صرف شده است. این هزینه‌ها بر اساس

پیش‌بینی تولید در ظرفیت کامل محاسبه می‌شود. هزینه‌های جاری به عناوین هزینه مواد مصرفی، حقوق و دستمزد تولیدی، هزینه‌های معدن نظیر سوخت، آب، برق و ارتباطات، تعمیر و نگهداری، استهلاک و متفرقه و پیش‌بینی نشده تولید تقسیم می‌شود. این هزینه‌ها به صورت جدول ۴-۵ ارایه می‌شود.

جدول ۴-۵ - هزینه‌های تولید

شرح	هزینه (میلیون ریال)
مواد مصرفی	
حقوق و دستمزد تولیدی	
هزینه‌های معدنی نظیر سوخت، آب، برق و ارتباطات	
تعمیر و نگهداری	
استهلاک	
متفرقه و پیش‌بینی نشده تولید	
جمع	

الف - هزینه مواد مصرفی

برای برآورد هزینه مواد مصرفی، میزان مواد مصرفی به ازای تولید هر تن کانسنگ محاسبه و بر این اساس کل هزینه مواد مصرفی سالانه تعیین می‌شود. در مورد مواد اولیه خارجی باید نرخ تبدیل ارز را در نظر گرفت. هزینه مواد مصرفی، اقلامی همچون هزینه مواد خام یا اولیه، مواد اولیه مصرفی مورد نیاز فرآوری، قطعات یدکی و تجهیزات ایمنی را در برمی‌گیرد. هزینه مواد مصرفی به صورت جدول ۴-۶ ارایه می‌شود. هزینه‌های جانبی شامل عوارض، حقوق گمرکی، سود بازرگانی و هزینه‌های حمل و نقل به قیمت واحد مواد افزوده می‌شود.

جدول ۴-۶ - هزینه‌های مواد مصرفی

شرح	میزان مصرف به ازای هر تن محصول	ظرفیت سالانه تولید در ظرفیت کامل	هزینه ارزی	هزینه‌های جانبی	هزینه سالانه تامین مواد (میلیون ریال)
مواد اولیه نوع ۱					
مواد اولیه نوع ۲					
سایر					
جمع					

ب - حقوق و دستمزد

برای برآورد هزینه‌های حقوق و دستمزد، تعداد کارکنان تولیدی و اداری بر اساس نمودار سازمانی محاسبه و بر این اساس، حقوق هر گروه طبق نرخ‌های متداول مشخص می‌شود. هزینه‌های مازاد (مزایای شغلی) را به صورت درصدی از حقوق منظور می‌کنند. این درصد برای پرسنل تولیدی و اداری متفاوت است. هزینه مازاد شامل سهم بیمه کارفرما، حق مسکن، حق عایله‌مندی و اولاد، بیمه عمر و حوادث، عیدی و پاداش، اضافه‌کاری و سختی کار، بازخرید مرخصی‌ها و سنوات خدمتی، سهم سود ویژه و حق اضافه تولید،

حق شب‌کاری، حق کارشناسی، پاداش و آموزش نیروی انسانی و سایر موارد است. جدول حقوق و دستمزد پرسنل اداری و تولیدی به صورت دو جدول جداگانه و با الگوی جدول‌های ۴-۷ و ۴-۸ ارایه می‌شود.

جدول ۴-۷- هزینه‌های حقوق و دستمزد پرسنل اداری

سمت	موجود (نفر)	مورد نیاز (نفر)	جمع (نفر)	حقوق ماهانه (هزارریال بر نفر)	جمع حقوق سالانه (میلیون ریال)
مدیرعامل					
مدیر اداری، مالی و فروش					
کارمند اداری، مالی و فروش					
منشی					
کارگر خدماتی					
سایر					
جمع					
مزایای شغلی، بیمه و پاداش					
جمع کل					

جدول ۴-۸- هزینه‌های حقوق و دستمزد پرسنل تولید

سمت	موجود (نفر)	مورد نیاز (نفر)	جمع (نفر)	حقوق ماهانه (هزارریال بر نفر)	جمع حقوق سالانه (میلیون ریال)
مدیر کارخانه					
سرپرست تولید					
تکنسین					
کارگر ماهر و نیمه‌ماهر					
کارگر ساده					
نگهبان و راننده					
جمع					
مزایای شغلی، بیمه و پاداش					
جمع کل					

پ- هزینه‌های مربوط به سوخت، آب، برق و ارتباطات

- برق

با در نظر گرفتن توان برق مصرفی واحد ماشین‌آلات، تعداد نوبت کاری، ساعات مصرف، روز کاری در سال و ضریب هم‌زمانی، کل مصرف برق سالانه محاسبه می‌شود. با توجه به قیمت هر کیلووات ساعت مصرف برق و هزینه دیماند، هزینه کل مصرف برق به دست می‌آید. گاهی در راهنمای ماشین‌آلات، میزان مصرف برق به ازای میزان تولید ذکر شده است که می‌توان از آن در محاسبه میزان مصرف برق خط تولید استفاده کرد.

- آب

هزینه آب مصرفی با توجه به حداکثر شدت جریان مورد نیاز و متوسط مصرف روزانه یا ساعتی با منظور کردن کلیه هزینه‌های آن محاسبه می‌شود.

- سوخت

هزینه سوخت با توجه به سوخت مورد نیاز روزانه یا ساعتی، موارد مصرف، کل مصرف سالانه و قیمت‌های تعیین شده محاسبه می‌شود. گاه در راهنمای ماشین‌آلات، میزان سوخت مصرفی به ازای میزان تولید ذکر شده است که از آن در محاسبه میزان مصرف سوخت استفاده می‌شود.

- ارتباطات

هزینه‌های مربوط به تلفن و خطوط ارتباطی بر اساس مصرف متعارف محاسبه می‌شود.

ت- هزینه تعمیر و نگهداری

این هزینه، شامل هزینه سالانه تعمیر و نگهداری راه‌های دسترسی و ساختمان، ماشین‌آلات معدن و کارخانه فرآوری، تاسیسات، لوازم آزمایشگاهی و کارگاهی، وسایل نقلیه و اثاثیه و لوازم اداری است. این هزینه به صورت درصدی از ارزش دارایی‌های مربوطه در نظر گرفته می‌شود. هزینه تعمیر و نگهداری را به صورت جدول ۴-۹-۹-۴ ارائه می‌کنند.

جدول ۴-۹-۴- هزینه‌های تعمیر و نگهداری

شرح	میزان سرمایه‌گذاری	درصد تعمیر و نگهداری	هزینه کل
ساختمان و محوطه‌سازی		۲	
ماشین‌آلات و تجهیزات		۴	
تاسیسات		۱۰	
لوازم آزمایشگاهی و کارگاهی		۱۰	
وسایل نقلیه		۲۰	
اثاثیه و لوازم اداری		۱۰	
جمع			

ث- هزینه استهلاک

هزینه استهلاک بر اساس نرخ‌های معمول هر یک از دارایی‌های ثابت بر اساس روش تعیین شده در جدولی نظیر جدول ۴-۱۰-۴ ارائه می‌شود. هزینه‌های استهلاک قبل از بهره‌برداری در هزینه‌های غیرعملیاتی منظور می‌شود.

جدول ۴-۱۰-۴- هزینه‌های استهلاک

شرح	میزان سرمایه‌گذاری	درصد استهلاک	نرخ قراضه	هزینه استهلاک
ساختمان و محوطه‌سازی		۷	۱۰	

ادامه جدول ۴-۱۰- هزینه‌های استهلاک

شرح	میزان سرمایه‌گذاری	درصد استهلاک	نرخ قراضه	هزینه استهلاک
ماشین‌آلات و تجهیزات		۱۰	۱۰	
تاسیسات		۱۰	۱۰	
لوازم آزمایشگاهی و کارگاهی		۱۰	۱۰	
وسایل نقلیه		۲۵	۱۰	
اثاثیه و لوازم اداری		۲۰	۱۰	
هزینه‌های پیش‌بینی نشده		۱۰	۱۰	
جمع				

ج- هزینه‌های متفرقه و پیش‌بینی نشده

معمولا با توجه به مرحله مطالعاتی و نوع طرح، درصدی از هزینه‌های تولید به استثنای هزینه‌های استهلاک به منظور پیش‌گیری از خطای احتمال محاسبات، مقابله با افزایش قیمت‌ها و تغییرات احتمالی تحت عنوان هزینه‌های پیش‌بینی نشده در نظر گرفته می‌شود. بسته به نوع طرح و مرحله مطالعات این رقم را بین ۵ تا ۱۰ درصد مجموع هزینه‌های تولید در نظر می‌گیرند.

۴-۲-۳- جدول هزینه‌های ثابت و متغیر

سهم هزینه‌های ثابت و متغیر هر یک از اقلام هزینه‌های تولید باید در ظرفیت کامل تعیین شود. هزینه‌های ثابت هزینه‌هایی است که با تغییر ظرفیت تولید نسبتا ثابت باقی می‌مانند در حالی که هزینه‌های متغیر با میزان ظرفیت معدن و کارخانه ارتباط مستقیم دارد. سهم هزینه‌های ثابت و متغیر تولید به صورت جدول ۴-۱۱- ارائه می‌شود.

جدول ۴-۱۱- سهم هزینه‌های ثابت و متغیر

هزینه‌های تولید	هزینه ثابت		هزینه متغیر	
	درصد	هزینه	درصد	هزینه
مواد مصرفی	۰		۱۰۰	
حقوق و دستمزد تولیدی	۷۰		۳۰	
آب، برق، سوخت و ارتباطات	۲۰		۸۰	
تعمیر و نگهداری	۲۰		۸۰	
استهلاک	۱۰۰		۰	
متفرقه و پیش‌بینی نشده	-		-	
جمع				

۴-۳- راهنمای برآورد هزینه

برای تخمین هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری، روش‌های مختلفی وجود دارد که بر اساس حداقل داده‌های ممکن نظیر ظرفیت واحد یا بر اساس ظرفیت تفصیلی و تکمیلی و مشخصات کامل طرح انجام می‌شود. روش برآورد هزینه‌های پروژه با توجه به اهداف و

مرحله مطالعات، استراتژی‌های از قبیل تعیین شده، اطلاعات در دسترس و دقت مورد نظر، انتخاب می‌شود. این روش‌ها شامل روش‌های تخمین مقایسه‌ای، مستقیم، مدل‌های اقتصادسنجی و ترکیبی است.

۴-۳-۱- روش تخمین مقایسه‌ای

برآورد هزینه به روش مقایسه‌ای، برآوردی سریع و تجربی و بر اساس حداقل اطلاعات موجود است که برای مرحله مطالعات پیش‌امکان‌سنجی اعتبار دارد. این تخمین بر اساس مقایسه داده‌های پروژه‌های مشابه انجام شده در منطقه و معمولاً بدون تجزیه و تحلیل دقیق داده‌ها انجام می‌شود. نتایج این برآورد هزینه، در تصمیم‌گیری برای ادامه مطالعات مهندسی پایه طرح موثر است. روش هزینه واحد که بر اساس ظرفیت تولید و میزان سرمایه‌گذاری لازم به ازای واحد تولید است، نیز در این رده قرار می‌گیرد و دقتی در حدود تخمین‌های تجربی دارد. گاه، دستیابی به هزینه‌های واقعی عملیات استخراج و فرآوری در منطقه و با ظرفیت مشابه، با بهره‌گیری از منابع مستند امکان‌پذیر است. از جمله روش‌های دستیابی به داده‌های هزینه‌ای پروژه‌های مشابه می‌توان به بهره‌گیری از گزارش‌های شرکت‌های معدنی، اطلاعات حاصل از بازدیدهای معدنی، نشریات و مجلات، تحقیق در معاملات بازار بورس، مطالعات مشاوران اقتصادی و نشریات تهیه شده به وسیله موسسات خدمات هزینه‌ای اشاره کرد. به هنگام استفاده از این هزینه‌ها باید دقت زیادی را به کار برد، زیرا روش‌های حسابداری و محاسبات هزینه‌ای متفاوت است. به منظور برآورد هزینه استخراج، هزینه‌های پیمانکاری استخراج واحد حجم ماده معدنی در معادن مشابه بسته به نوع ماده معدنی، عمر معدن و نوع تجهیزات، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در معادن روباز، با توجه به نسبت باطله‌برداری، میزان حجم حفاری شده به ازای استخراج هر تن کانسنگ، محاسبه می‌شود. با توجه به هزینه واحد، حجم حفاری برآورد شده را از طریق مقایسه، هزینه استخراج یک تن کانسنگ برآورد می‌کنند. به منظور برآورد هزینه ماشین‌آلات، در مورد خرید، قرارداد با شرکت‌های پیمانکاری و یا اجاره آن‌ها تصمیم‌گیری می‌شود. اجاره ماشین‌آلات به دو صورت اجاره خشک و کامل انجام می‌گیرد. در روش اجاره خشک، فقط ماشین اجاره داده می‌شود و هزینه‌های جاری ماشین نظیر هزینه تامین سوخت، روغن و تعمیر و نگهداری به عهده اجاره‌کننده است ولی در حالت اجاره کامل، در ازای پرداخت حق اجاره بیشتر، مسوولیت تمام موارد به اجاره دهنده واگذار می‌شود. واگذاری عملیات به پیمانکار و یا اجاره ماشین‌آلات، هزینه سرمایه‌ای کمتر و هزینه جاری بالاتری را دارد، بنابراین تصمیم‌گیری در مورد سرمایه‌گذاری ماشین‌آلات، به زمان و میزان منابع مالی در دسترس، وابسته است. هر چقدر محدوده زمانی عملیات کوتاه‌تر و منابع مالی محدودتر باشد، واگذاری تمام و یا بخشی از عملیات به پیمانکار و یا اجاره ماشین‌آلات اقتصادی‌تر است. از مقایسه هزینه متوسط مالکیت و جاری هر یک از ماشین‌آلات با هزینه مالکیت و جاری تجهیزات جدید، به منظور جایگزینی آن‌ها با تجهیزات جدید، تصمیم بهینه گرفته می‌شود. هزینه سرمایه‌ای معادن و کارخانه‌های فرآوری با در اختیار داشتن ظرفیت طرح مورد ارزیابی و میزان سرمایه‌گذاری و ظرفیت طرح مشابه از رابطه ۴-۱ برآورد می‌شود.

$$I_n = I_r \times \left(\frac{T_n}{T_r}\right)^n \quad (1-4)$$

که در آن:

I_n هزینه سرمایه‌ای واحد جدید

I_r هزینه واحد مشابه

T_n ظرفیت واحد جدید

T_r ظرفیت واحد مشابه

n ضریبی است که متناسب با ظرفیت معدن و یا کارخانه بین ۰٫۶ تا ۰٫۷ انتخاب می‌شود.

با بهره‌گیری از فهرست بهای واحد معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور که سالانه منتشر می‌شود، هزینه‌های تامین زیرساخت‌ها نظیر احداث راه دسترسی، آب، برق و ارتباطات و همچنین هزینه استخراج و حمل و نقل ماده معدنی برآورد می‌شود.

۴-۳-۲- روش تخمین هزینه مستقیم (تفصیلی)

این روش شامل فرآیند تفصیلی تخمین هزینه‌ها بر مبنای تجزیه هزینه‌ها و تخمین جز به جز آن‌ها است. روش تخمین مستقیم شامل ارزیابی کامل تمام هزینه‌های سرمایه‌ای، مواد مصرفی، انرژی و نظایر آن‌ها (مشاوره با شرکت‌های سازنده) برای هر سال جاری است. این شیوه معمولاً برای ارزیابی نهایی پروژه با هدف تامین اعتبار به کار می‌رود. فرآیند کلی روش برآورد تفصیلی هزینه‌های معدنکاری به صورت زیر است:

الف- تعیین ظرفیت تولید روزانه

بر اساس میزان تولید سالانه کانسنگ استخراجی و باطله‌برداری و برنامه زمان‌بندی عملیات، میزان تولید روزانه تعیین می‌شود.

ب- انتخاب نوع ماشین‌آلات اصلی

مجموعه‌ای از انواع تجهیزات تولید شامل دستگاه‌های چالزنی، بارگیری، باربری و نظایر آن را متناسب با شرایط جاری انتخاب می‌کنند.

پ- تعیین ظرفیت تولید و تعداد ماشین‌ها

بر مبنای آزمایش‌های تفصیلی از هر عملیات واحد، ظرفیت تولید دستگاه‌ها را تعیین می‌کنند. با استفاده از ظرفیت تولید ماشین‌آلات، تعداد دستگاه‌های تولیدی و برنامه زمانی مورد نیاز استخراج کانسنگ و باطله تعیین می‌شود. در مرحله بعد، برنامه زمانی تجهیزات پشتیبانی و تعداد ماشین‌آلات تولیدی رزرو را نیز تعیین می‌کنند.

ت- تعیین تعداد کارکنان تولید

نیروی انسانی مورد نیاز عملیات و ساختارهای کلی برنامه‌ریزی تعیین می‌شود.

ث- برآورد هزینه دستمزد

پایه دستمزد ارقام سالانه طبقه‌های شغلی مختلف و درصد فوق‌العاده و مزایای آن‌ها برآورد می‌شود.

ج- برآورد هزینه سرمایه‌ای ماشین‌آلات

هزینه سرمایه‌ای خرید، نصب و راه‌اندازی ماشین‌آلات تولید، عمده‌ترین هزینه‌ها هستند و تا ۵۰ درصد کل هزینه سرمایه‌گذاری را به خود اختصاص می‌دهند. این هزینه‌ها بر اساس استعلام بها و انعقاد قرارداد ساخت، نصب و راه‌اندازی و اطلاعات تکمیلی و مستند حقوقی برآورد می‌شود. در این روش، قیمت ماشین‌آلات و پارامترهای حمل و نصب را بر اساس ضرایب استاندارد اضافه می‌کنند. در طول عمر معدن بعضی از ماشین‌آلات جایگزین خواهند شد.

چ- تعیین هزینه‌های جاری تجهیزات

کل هزینه‌های جاری واحدهای مختلف از مواد، لوازم مصرفی، سوخت و انرژی و نیروی انسانی تشکیل می‌شود. هزینه‌های استخراج کانسنگ و باطله را به طور مجزا محاسبه می‌کنند. هزینه نیروی انسانی، منحصر به نیروی انسانی جاری است و شاغلان تعمیر و نگهداری و نظارت را شامل نمی‌شود.

ح- محاسبه سایر هزینه‌های سرمایه‌ای معدن

سایر هزینه‌های سرمایه‌ای معدن شامل سرمایه مورد نیاز برای ساختمان‌های معدن و هزینه‌های مربوط به دوره آماده‌سازی آن است. ساختمان‌های معدن شامل ساختمان مرکزی اداری و مهندسی، رختکن، انبار، ایستگاه سوخت‌گیری، کارگاه‌های تعمیر و نگهداری، انبار مواد ناریه و سایر ساختمان‌ها می‌شود. هزینه ساختمان‌ها را از حاصل ضرب قیمت تمام شده واحد هر ساختمان در مساحت کل، محاسبه می‌کنند. هزینه‌های آماده‌سازی شامل اکتشافات توسعه‌ای، راه دسترسی و آماده‌سازی ساختگاه، باطله‌برداری مقدماتی، نصب تجهیزات سطحی و ماشین‌آلات کارخانه، حفر تونل و ریزشگاه کانسنگ است. هزینه ساختمان‌ها و آماده‌سازی را به عنوان هزینه مستهلک شدنی در نظر می‌گیرند.

خ- محاسبه هزینه‌های کارخانه

هزینه کارخانه بر اساس لیست ماشین‌آلات و تجهیزات انتخابی با توجه به ظرفیت به همراه لیست آخرین قیمت‌های استعلامی برآورد می‌شود. هزینه مالکیت از مجموع استهلاک و سرمایه‌گذاری متوسط سالانه در هر سال به دست می‌آید. در بعضی از معادن سنگ‌شکنی اولیه در معدن انجام می‌گیرد، بنابراین در این معادن اولین مرحله در کارخانه، سنگ‌شکنی ثانویه خواهد بود. هزینه‌های جاری کارخانه به تفکیک نیروی انسانی، مواد مصرفی و انرژی برآورد می‌شود.

د- هزینه‌های معدنکاری

برای تعیین هزینه‌ها، روش‌های متعددی به شرح زیر وجود دارد:

- روش هزینه‌های جاری مستقیم، ساده‌ترین روش بررسی هزینه‌های جاری مستقیم معدنکاری به تفکیک هزینه نیروی انسانی تولیدی و مواد، لوازم مصرفی، سوخت و انرژی است.

- روش هزینه جاری کل، کل هزینه نیروی انسانی تولیدی و غیرتولیدی، مواد، لوازم مصرفی، سوخت و انرژی ارایه می‌شود.

- روش هزینه جاری مستقیم به اضافه تعمیر و نگهداری، در این حالت مجموع هزینه‌های سالانه معدن و تعمیر و نگهداری محاسبه می‌شود.

- روش تمام هزینه‌های مرتبط با معدن، در این حالت هزینه‌های بخش‌های مهندسی و اداری نیز به مجموع هزینه جاری مستقیم و تعمیر و نگهداری، اضافه می‌شود.

ذ- محاسبه توان تولید

راندمان تولید بر حسب تن بر نفر شیفت محاسبه می‌شود. با فرض تعداد شیفت کاری هر فرد شاغل برای تولید سالانه معدن، توان تولید بخش‌های در نظر گرفته شده، محاسبه می‌شود.

ر- هزینه مالکیت به ازای هر تن

علاوه بر هزینه‌های جاری، هزینه مالکیت ماشین‌آلات، آماده‌سازی و ساختمان‌های معدن تعیین می‌شود.

ز- هزینه کل معدنکاری

این هزینه معادل مجموع هزینه جاری کل و هزینه مالکیت است.

ژ- هزینه کارخانه

هزینه‌های جاری کارخانه به تفکیک مواد و لوازم مصرفی و نیروی انسانی به ازای هر تن برآورد می‌شود. هزینه مالکیت کارخانه در هر سال معادل مجموع استهلاک و سرمایه‌گذاری متوسط سالانه است. هزینه مالکیت هر تن کانسنگ فرآوری شده با توجه به ظرفیت سالانه محاسبه می‌شود.

س- برآورد سودآوری

درآمد از کانسنگ عاید می‌شوند و تمام هزینه‌ها نیز باید به حساب کانسنگ گذاشته شود. درآمد هر تن کانسنگ با توجه به عیار متوسط، بازیابی کارخانه و قیمت محصول قابل فروش برآورد می‌شود. هزینه هر تن کانسنگ شامل هزینه آماده‌سازی و استخراج کانسنگ و درصدی از هزینه جاری معدن به عنوان هزینه بالاسری معدن و درصدی از هزینه جاری کارخانه به عنوان هزینه بالاسری کارخانه برآورد می‌شود. سودآوری را از اختلاف درآمد و هزینه هر تن کانسنگ برآورد می‌کنند.

۴-۳-۳- روش‌های اقتصادسنجی

روش‌های برآورد هزینه اقتصادسنجی، مبتنی بر توابع رگرسیون چند متغیره است و بر اساس تحلیل آماری داده‌های واقعی پروژه‌های دیگر به دست می‌آید. معمولاً هزینه‌ها بر اساس تابعی از ظرفیت بیان می‌شود و به منظور تخمین‌های اولیه، مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای تخمین هزینه‌ها از مدل‌های زیر استفاده می‌شود:

الف- مدل مولار^۱

مدل مولار مشتمل بر فرآیند نسبتاً تفصیلی تخمین هزینه‌ها است. بخش تخمین هزینه فرآوری جزئیاتی بیشتر از بخش معدن دارد. علاوه بر برآورد هزینه، تخمین درآمد پروژه نیز به کمک این مدل امکان‌پذیر است. برای سهولت تخمین در هر بخش، مثال‌هایی نیز ارائه شده است. تابع برآورد هزینه به صورت $y = ax^b$ است که ضرایب تجربی a و b متناسب با نوع و دامنه متغیر x و بر حسب نوع ماشین‌آلات تغییر می‌کند.

ب- مدل کانت^۲

با بهره‌گیری از این مدل هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری معادن کوچک زیرزمینی و کارخانه‌های فرآوری با تولید کمتر از ۵۰۰ تن در روز برآورد می‌شود. این مدل با روشی ساده، از سویی راهنمای انتخاب مقدماتی گزینه‌های فنی و از سوی دیگر، فرآیندهای تخمین هزینه را ارائه می‌دهد. دقت تخمین‌ها تا حدود ۳۰ درصد و این دقت تا حد زیادی متأثر از اطلاعات پروژه در دست مطالعه است.

1- Mular

2- CANMET

پ- مدل انستیتو معادن و متالورژی استرالیا^۱

این مدل، عمدتاً راهنماهای فنی مناسبی برای محاسبه هزینه‌ها ارائه می‌کند و امکان ارزیابی پروژه را به دست می‌دهد. استفاده از این مدل شناخت و تجربه کافی لازم دارد و در مرحله مطالعات امکان‌سنجی نیز به کار می‌رود. در این مدل، بخشی به منظور تخمین درآمد نیز پیش‌بینی شده است. در این مدل هزینه‌ها به تفکیک سرمایه‌ای و جاری برآورد می‌شود. پیش از برآورد هزینه استخراج و فرآوری با استفاده از این مدل، مشخص کردن نوع و تعداد ماشین‌آلات استخراجی و فرآوری ضرورت دارد. بعد از انتخاب ماشین‌آلات، هزینه سرمایه‌ای آن‌ها به کمک جدول‌های ارائه شده برآورد می‌شود. این هزینه شامل قیمت خرید به علاوه هزینه حمل، نصب و راه‌اندازی ماشین‌آلات است. در این مدل، هزینه‌های جاری به تفکیک دستمزد و هزینه لوازم و مواد مصرفی در هر ساعت برآورد می‌شود. هزینه نیروی انسانی بر اساس برنامه زمانی تولید و با توجه به تعداد نفر-ساعت مورد نیاز واحدهای تولید و تعمیر و نگهداری و متوسط هزینه به ازای هر نفر-ساعت به دست می‌آید. هزینه لوازم و مواد مصرفی شامل هزینه‌های سوخت، روغن، لاستیک و قطعات یدکی است که با توجه به مقدار متوسط مصرف ماشین‌آلات در هر ساعت و هزینه واحد هر یک از اقلام، برآورد می‌شود.

ت- مدل انجمن مهندسان هزینه آمریکا^۲

این مدل به عنوان راهنمای برآورد هزینه معادن و کارخانه‌های فرآوری توسط مرکز خدمات برآورد هزینه انستیتو مهندسی معدن غرب آمریکا و به طور روزآمد منتشر می‌شود. از مزایای مهم این مدل، امکان برآورد هزینه خرید و همچنین هزینه جاری ساعتی مجموعه بسیار متنوعی از ماشین‌آلات استخراج و فرآوری است. این مدل تخمین هزینه برق، گاز، حمل و نقل، نیروی انسانی، مواد مصرفی و اقلام متفرقه، ماشین‌آلات و ذوب را در برمی‌گیرد. همچنین شاخص‌های هزینه‌ای روزآمد کردن هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری به تفکیک معادن روباز و زیرزمینی و کارخانه‌های فرآوری با مرکز خدماتی تهیه‌کننده مدل منتشر می‌شود.

۴-۳-۴- مدل اهارا^۳

با توجه به اهمیت و کاربرد مدل اهارا در فعالیت‌های معدنی این روش به طور مجزا مورد بررسی قرار می‌گیرد. اهارا در سال ۱۹۸۰ روشی تجربی برای تخمین هزینه‌های سرمایه‌ای معدن و یا کارخانه، متناسب با ظرفیت روزانه ارائه کرد که در شکل ۴-۱ آورده شده است. از جمله مزایای مهم این مدل نسبت به سایر مدل‌ها، ارائه فرمول برای انتخاب ابعاد و توان ماشین‌آلات است اما بخش تخمین هزینه جاری، اجزای هزینه دستمزد و مواد مصرفی جدا نشده است و این امر امکان اعمال میزان دستمزد متناسب با سایر کشورها را به دست نمی‌دهد. به منظور توصیف مدل، فرآیند برآورد هزینه استخراج روباز در بین انواع روش‌های استخراجی به عنوان نمونه در نظر گرفته شده است. با اصلاحاتی خاص این فرآیند به منظور برآورد هزینه سایر روش‌های استخراج نیز به کار می‌رود. معمولاً هزینه سرمایه‌ای روزانه کارخانه به ازای هر تن کانسنگ، بیش از هزینه سرمایه‌ای روزانه معدن است. این تخمینگر با فرض برنامه زمانی کارخانه به صورت سه شیفت، ۸ ساعت در روز و ۷ روز در هفته، بدون توجه به شیفت‌های کاری معدن ارائه شده است، حال آنکه عملیات استخراج، ۵ روز در هفته انجام می‌گیرد. در این مدل ظرفیت واحد سنگ‌شکنی معادل ظرفیت معدن

1- AUSIMM

2- WMEI

3- O'Hara

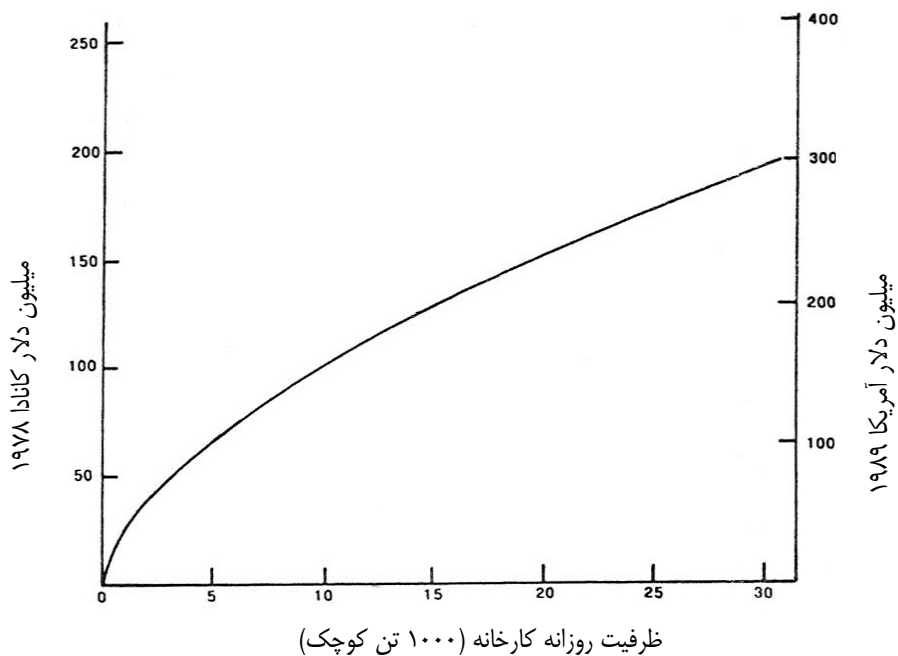
است، ولی ۶ روز در هفته کار می‌کند تا اطمینان حاصل شود که در صورت کافی نبودن ظرفیت سیلوی کانسنگ خرد شده، برای دو روز تعطیلی در هفته، بار کارخانه تامین می‌شود. این مدل متناسب با ظرفیت معدن و سنگ‌شکن اولیه و کارخانه فرآوری مشابه با برنامه زمانی فرضی، ارایه شده است. راندمان تولید نیروی انسانی در سوددهی هر یک از عملیات معدنی بی‌نهایت مهم است. دستمزد نیز از قلم‌های اصلی این هزینه است. بنابراین در این مدل ابتدا تعداد نیروی انسانی برآورد و بر آن اساس، هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری تخمین زده می‌شود. هزینه سرمایه‌ای معدن و کارخانه فرآوری (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۲-۴ به دست می‌آید:

$$C = 60000 T^{0.6} \quad (2-4)$$

که در آن:

T ظرفیت تولید روزانه معدن (بر حسب تن کوچک)

C هزینه سرمایه‌ای معدن و کارخانه فرآوری (بر حسب دلار آمریکا)



شکل ۴-۱- برآورد هزینه سرمایه‌ای معدن و یا کارخانه به عنوان تابعی از ظرفیت روزانه کارخانه

الف- برآورد تعداد نیروی انسانی

تعداد نیروی انسانی مورد نیاز معدن (N_{op}) در معدن روبازی که در آن برای سیستم بارگیری و باربری شاول و کامیون استفاده می‌شود، از رابطه ۳-۴ برآورد می‌شود:

$$N_{op} = \begin{cases} 0.034T_p^{0.8} & \text{سنگ سخت} \\ 0.024T_p^{0.8} & \text{سنگ نرم} \end{cases} \quad (3-4)$$

که در آن:

T_p ظرفیت استخراجی روزانه معدن (بر حسب تن کوچک)

N_{op} نیروی انسانی مورد نیاز

تعداد نیروی انسانی مورد نیاز کارخانه فرآوری کانسنگ کم عیار (N_{mi}) با ظرفیت T تن کوچک در روز از رابطه ۴-۴ برآورد می‌شود:

$$N_{mi} \begin{cases} 5.9T^{0.3} & \text{سیانوراسیون کانسنگ‌های فلزات قیمتی} \\ 5.7T^{0.3} & \text{فلوتاسیون کانسنگ‌های کم‌عیار فلزات پایه} \\ 7.2T^{0.3} & \text{پرعیارسازی ثقیلی کانسنگ‌های آهن} \end{cases} \quad (4-4)$$

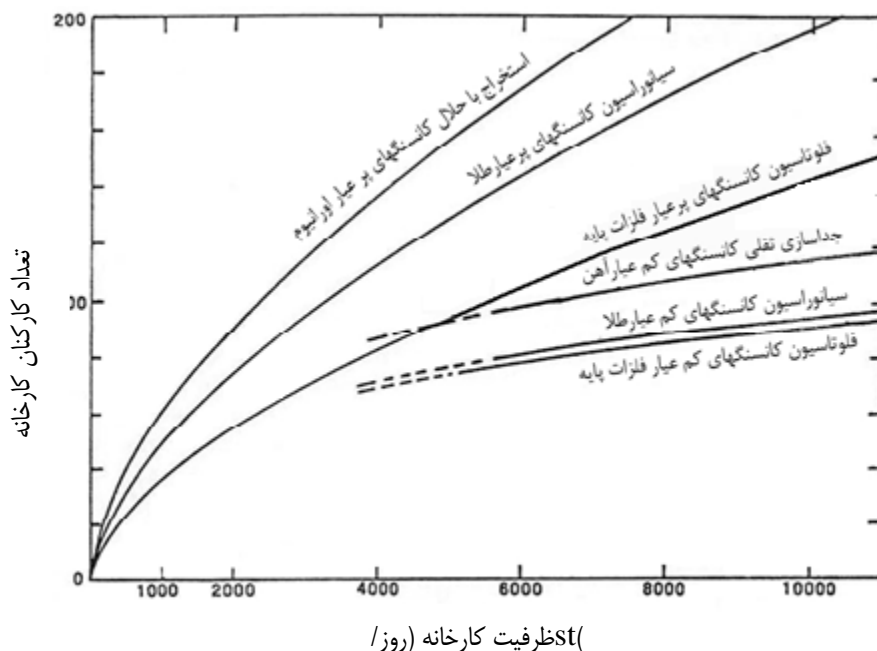
تعداد کارکنان کارخانه شامل خردایش، نمایش و جدایش به عنوان تابعی از نوع فرآیند و ظرفیت روزانه کارخانه در شکل ۴-۲ نشان داده شده است. تعداد کارکنان خدماتی مورد نیاز (N_{sv}) به صورت درصدی از مجموع نیروی انسانی مورد نیاز معدن و کارخانه، برآورد می‌شود:

$$N_{sv} = 0.254 (N_{op} + N_{mi}) \quad (5-4)$$

تعداد کارکنان اداری و فنی مورد نیاز معدن و کارخانه (N_{at}) به صورت درصدی از مجموع نیروی انسانی مورد نیاز معدن و کارخانه و کارکنان خدماتی برآورد می‌شود:

$$N_{at} = 0.11 (N_{op} + N_{mi} + N_{sv}) \quad (6-4)$$

روابط ارائه شده، نیروی انسانی مورد نیاز ذوب، تصفیه، دفتر معدن در شهر، حمل و نقل کنسانتره، دفاتر خارج از محل معدن را پوشش نمی‌دهد، زیرا ممکن است این خدمات برای بسیاری از پروژه‌های معدنی مورد نیاز نباشد.



شکل ۴-۲ - تعداد کارکنان کارخانه بر حسب نوع فرآیند و ظرفیت کارخانه

ب- برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای معدن

این تخمین‌ها شامل برآورد هزینه آماده‌سازی محل معدن، باطله‌برداری پیش از تولید، تجهیزات معدن و تاسیسات و تجهیزات معدن است.

- آماده‌سازی و تسطیح محل معدن

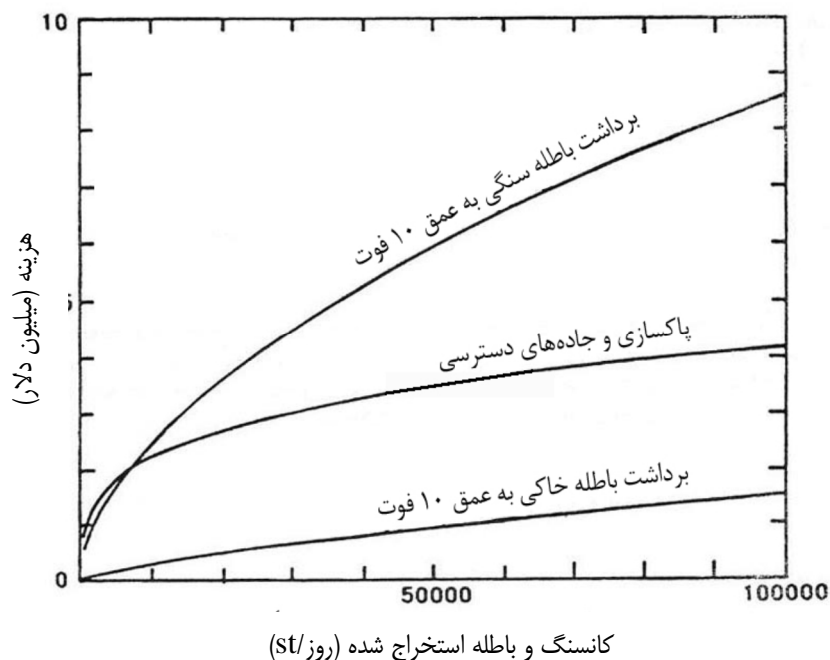
قبل از احداث زیرساخت‌ها، ابتدا باید محل معدن و کارخانه آماده‌سازی شود. روباره برداشت و انباشت شود. از حاصل ضرب ضخامت متوسط در مساحت کاواک، حجم روباره تعیین می‌شود. حدود ۴۰۴۷ متر مربع (معادل یک آکر) خاک مرطوب با ضخامت متوسط ۳ متر، حاوی حدود ۲۳۰۰۰ تن مصالح است. برای کاواک، سطح A_p مورد نیاز بر حسب متر مربع برابر است با:

$$A_p = 0.0173 \times (4047)^3 T_p^{0.9} \quad (۷-۴)$$

هزینه آماده‌سازی (بر حسب دلار آمریکا) به پستی و بلندی، نوع پوشش سطحی و کل مساحت بستگی دارد و از رابطه ۴-۸ به دست می‌آید:

$$\text{هزینه آماده‌سازی} = \begin{cases} 1600 A_p^{0.9} & \text{شیب ۲۰ درصد با پوشش درختی سبک} \\ 300 A_p^{0.9} & \text{زمین مسطح با بوته‌ها و بدون درخت} \\ 2000 A_p^{0.9} & \text{شیب درصد با پوشش درختی سنگین} \end{cases} \quad (۸-۴)$$

هزینه آماده‌سازی، باطله‌برداری اولیه و جاده‌های دسترسی به صورت تابعی از T_p در شکل ۴-۳ رسم شده‌اند.



شکل ۴-۳- هزینه آماده‌سازی، روباره‌برداری و جاده‌ها معادن روباز

- باطله برداری پیش از تولید

به منظور آشکارسازی کانسنگ، روباره سنگی پوشاننده کانسنگ باید برداشته شود. اگر باطله برداری پیش از تولید کافی نباشد، تداوم استخراج کانسنگ، با مشکل مواجه می‌شود. محل و مساحت مورد نیاز برای آشکارسازی کانسنگ به کمک مدل سه بعدی کانسار تعیین می‌شود. اگر T_s تناژ خاک و T_{ws} تناژ سنگ باطله‌ای باشد که باید برداشته شود، هزینه تخمینی روباره برداری (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۹ محاسبه می‌شود:

$$\text{خاک با عمق کمتر از ۶ متر} \quad 3.2 T_s^{0.8} = \text{هزینه روباره برداری} \quad (۹-۴)$$

$$\text{سنگ نیازمند آتشیاری، بارگیری و باربری} \quad 340 T_{ws}^{0.6} = \text{هزینه برداشت باطله سنگی}$$

- تجهیزات و ماشین آلات معدن

دستگاه‌های چالزنی - اندازه، قطر چال و تعداد دستگاه‌های چالزنی مورد نیاز به تناژ روزانه کانسنگ و باطله، بستگی دارد. انتخاب چالزن به یکی از قطرهای استاندارد چال‌های آتشیاری محدود می‌شود. تناژ کانسنگ یا باطله‌ای که در روز در اثر چالزنی با قطر چال d اینچ حفاری می‌شود، از رابطه ۴-۱۰ محاسبه می‌شود:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{سنگ با قابلیت حفر متوسط (روز/تن)} \quad 170 d^2 \\ \text{سنگ با قابلیت حفر آسان (روز/تن)} \quad 230 d^2 \\ \text{سنگ با قابلیت حفر سخت (روز/تن)} \quad 100 d^2 \end{array} \right. \quad (۱۰-۴)$$

برای سنگی با قابلیت حفر متوسط، آهنگ تولید مورد انتظار ۱۵۰ متر در شیفت است. تعداد چالزن‌ها (N_d) نباید کمتر از دو دستگاه باشد. برای تناژهای تا ۲۵۰۰۰ تن در روز، ۲۵۰۰۰ تا ۶۰,۰۰۰ تن در روز و بیش از ۶۰,۰۰۰ تن در روز، باید به ترتیب دو، سه و چهار دستگاه یا بیشتر متناسب با قطر چال انتخاب شود. هزینه تجهیزات چالزنی (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۱۱ برآورد می‌شود:

$$\text{هزینه تجهیزات چالزنی} = 2000 N_d \times d^{1.8} \quad (۱۱-۴)$$

در این رابطه، برای ملزومات چالزنی و آتشیاری و تجهیزات متفرقه ضریب ۲۵ درصد منظور شده است.

شاول‌ها - ظرفیت اسمی بهینه صندوقه شاول (S) بر حسب فوت مکعب متناسب با تناژ روزانه کانسنگ و باطله بارگیری شده (T_p) از رابطه ۴-۱۲ محاسبه می‌شود:

$$S = T_p^{0.4} \cdot 0.145 \quad (۱۲-۴)$$

تعداد شاول‌های مورد نیاز (N_s) با ظرفیت صندوقه S ، برای بارگیری T_p تن کانسنگ و باطله از رابطه ۴-۱۳ محاسبه می‌شود:

$$N_s = 0.011 \frac{T_p^{0.8}}{S} \quad (۱۳-۴)$$

عملاً، اندازه شاول انتخابی، شاولی با اندازه صندوقه استاندارد خواهد بود که نزدیک به مقدار محاسبه شده است. تعداد شاول‌های محاسبه شده (N_s) معمولاً عددی صحیح نیست که باید به عدد کوچکتر گرد شود. عدد کسری حذف شده بیانگر نیاز به شاولی

کوچکتر یا لودر معمولی برای خدمات بارگیری کمکی است. هزینه کل شاول‌ها که به وسیله بولدوزرها و لودرهای کمکی کامل (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۱۴ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه ماشین‌آلات بارگیری} = 510000 N_s \times S^{0.8} \quad (۴-۱۴)$$

کامیون‌ها- اندازه بهینه کامیون (t) بر حسب تن، که با شاول‌های با ظرفیت صندوقه S فوت مکعب سازگار است، از رابطه ۴-۱۵ محاسبه می‌شود:

$$t = 9.0 S^{1.1} \quad (۴-۱۵)$$

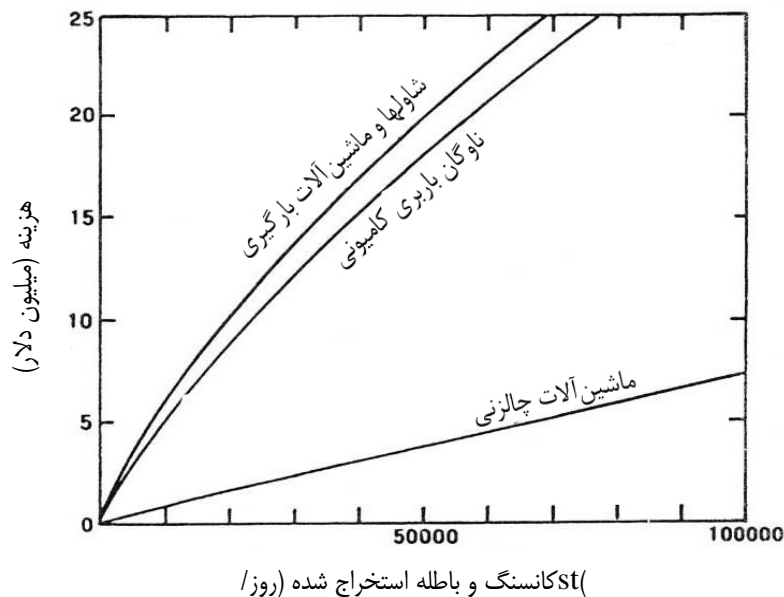
تعداد کل کامیون‌های مورد نیاز (N_t) با ظرفیت t تن برای ناوگان کامیون‌های معدن روباز، به همراه کامیون‌های اضافی به منظور جایگزینی کامیون‌های تحت تعمیر، از رابطه ۴-۱۶ برآورد می‌شود:

$$N_t = \frac{T^{0.8}}{t} 0.25 \quad (۴-۱۶)$$

این رابطه تعداد کامیون‌های ناوگان (N_t) را تحت شرایطی به دست می‌دهد که فاصله باربری متوسط و شیب جاده بیرون کمتر از فاصله باربری و شیب جاده درون کاواک باشد. اگر فاصله محل تخلیه باطله و کانسنگ در کنار سنگ‌شکن اولیه، از مرزهای کاواک زیاد و یا شیب جاده بیرون کاواک بیشتر باشد، تعداد کامیون‌های ناوگان، برای جبران زمان حرکت کامیون‌ها، افزایش می‌یابد. هزینه تجهیزات باربری شامل ماشین‌آلات کمکی و تعمیر و نگهداری جاده (بر حسب دلار آمریکا)، از رابطه ۴-۱۷ برآورد می‌شود.

$$\text{هزینه ماشین‌آلات باربری} = 20000 N_t \times t^{0.9} \quad (۴-۱۷)$$

هزینه سرمایه‌ای ماشین‌آلات تولیدی در شکل ۴-۴ آورده شده است.



شکل ۴-۴- هزینه ماشین‌آلات معدن روباز

پ- تاسیسات و تجهیزات معدن

هزینه خدمات کاواک شامل هزینه تعمیر و نگهداری، ارتباطات و الکتریسیته و سیستم سوخت‌رسانی است. تعمیر و نگهداری - خدمات فنی برای تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات به تعداد و اندازه کامیون‌های باربری بستگی دارد. مساحت فضای مورد نیاز برای کارگاه‌های تعمیرات (بر حسب متر مربع)، که در نزدیکی معدن قرار دارد، از رابطه ۴-۱۸ برآورد می‌شود:

$$=3.35 T_p^{0.4} \quad (۴-۱۸)$$

هزینه احداث و تجهیز کارگاه (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۱۹ برآورد می‌شود:

$$=6000 A^{0.6} t^{0.1} \quad (۴-۱۹)$$

هزینه تسهیلات تعمیر و نگهداری کاواک

A مساحت کارگاه بر حسب متر مربع

ارتباطات و توزیع برق - هزینه ارتباطات شامل هزینه نصب سیستم تلفن سطحی با دستگاه‌های گیرنده اصلی و سیار و یک یا چند تکرارکننده، متناسب با اندازه معدن، است. هزینه توزیع برق شامل هزینه نصب ایستگاه‌های فرعی اولیه، خطوط انتقال، ترانسفورماتورهای قابل حمل نصب شده بر روی پایه‌های موقت و کابل‌ها می‌شود، که به میزان استخراج روزانه بستگی دارد:

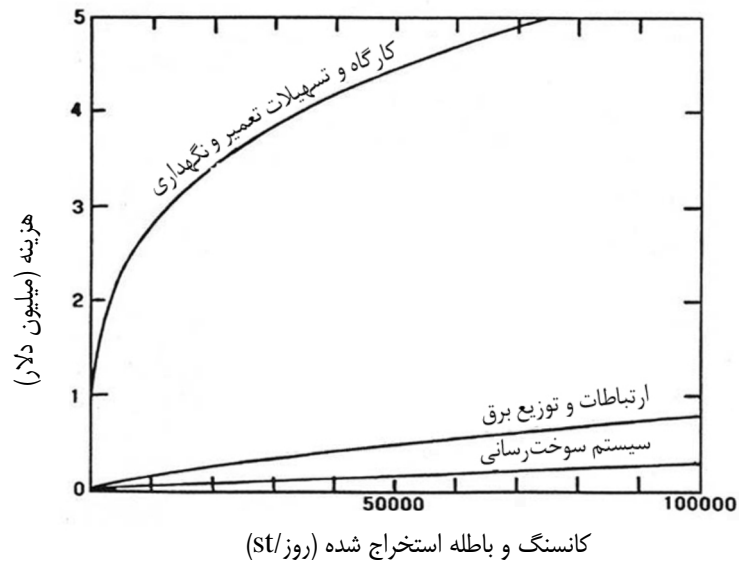
$$=250 T_p^{0.7} \quad (۴-۲۰)$$

سیستم سوخت‌رسانی - این هزینه که شامل هزینه محل ذخیره و خدمات سوخت دیزل، بنزین، روغن‌ها و خنک‌کننده‌ها برای ناوگان باربری کامیونی و وسایل نقلیه خدماتی سیار است (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۲۱ محاسبه می‌شود:

$$=28 T_p^{0.7} \quad (۴-۲۱)$$

هزینه سیستم سوخت‌رسانی

نمودار هزینه تاسیسات و تسهیلات معادن روباز در شکل ۴-۵ نشان داده شده است.



شکل ۴-۵- هزینه تاسیسات و تسهیلات معدن روباز

ت- هزینه سرمایه‌ای کارخانه و تاسیسات

- هزینه‌های تسطیح و آماده‌سازی محل کارخانه و پی‌سازی آن- مساحت محوطه (A_c) ساختمان کارخانه کانه‌آرایی، ساختمان سنگ‌شکن، ایستگاه فرعی، انبار و ساختمان‌های جانبی که باید آماده‌سازی شود، از رابطه ۴-۲۲ برآورد می‌شود:

$$A_c = 202T^{0.5} \quad (۲۲-۴)$$

A_c (بر حسب متر مربع)

علاوه بر آماده‌سازی محوطه لازم است از نزدیک‌ترین جاده مناسب موجود، راه دسترسی به کارخانه کانه‌آرایی، تاسیسات بالابری، محل پیش‌بینی شده برای انباشت باطله و تامین آب احداث شود. هزینه آماده‌سازی و احداث راه دسترسی به تاسیسات و تجهیزات سطحی (بر حسب دلار آمریکا)، از رابطه ۴-۲۳ و ۴-۲۴ برآورد می‌شود:

$$\text{محوطه با شیب کمتر از } ۲۰ \text{ درصد} \quad 2000 A_c^{0.8} = \text{هزینه آماده‌سازی} \quad (۲۳-۴)$$

$$\text{هر } ۱,۶ \text{ کیلومتر جاده به عرض } ۱۰ \text{ متر در ناحیه مسطح } 280000 = \text{هزینه راه دسترسی در ناحیه تپه‌ای ملایم} \quad (۲۴-۴)$$

برای شیب‌های بیشتر یا کمتر، این رابطه‌ها تا ± ۳۰ درصد تغییر می‌کند. روباره خاکی باید از محل ساختمان‌ها و تجهیزات برداشت شود. هزینه برداشت روباره خاکی (بر حسب دلار آمریکا) به عمق D_o متر و مساحت A متر مربع از رابطه ۴-۲۵ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه خاکبرداری} = 305(4047A)^{0.8} D_o \quad (۲۵-۴)$$

پس از برداشت روباره خاکی و آشکار شدن سنگ پی، باید متناسب با نوع ساختمان احداثی پی‌سازی انجام گیرد. در مواردی ممکن است برای این کار نیاز به چالزنی و آتشیاری باشد. در این صورت هزینه چالزنی و آتشیاری، هزینه کندن C_u یارد مکعب سنگ و انتقال آن تا محل انباشت باطله (بر حسب دلار آمریکا)، از رابطه ۴-۲۶ محاسبه می‌شود:

$$\text{حجم تا } 76400 \text{ متر مکعب } C_u^{0.7} = 152 \text{ هزینه گودبرداری در سنگ} \quad (4-26)$$

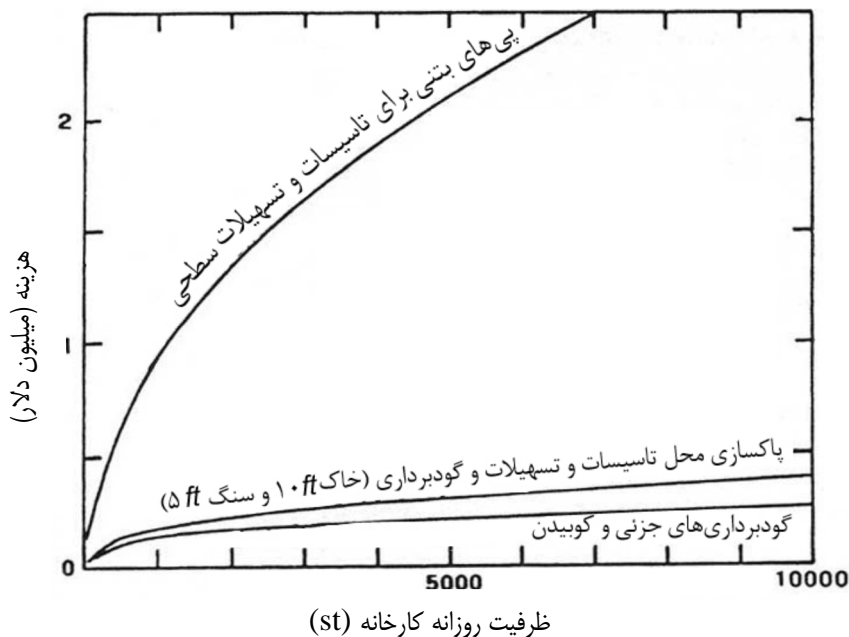
اگر گودبرداری در سنگی باشد که بتوان آن را با شخم‌زن بولدزر انجام داد، این هزینه ۸۰ درصد کاهش می‌یابد. پس از گودبرداری، به منظور آماده کردن سطح سنگ و رسیدن به ترازهای دقیق بتن‌ریزی پی، پی‌کنی انجام می‌شود. همزمان با این کار، روی سطح مناطقی که خاک نرم از طریق ترانشه‌های عمیق برداشته شده، مصالح پرکننده مناسب ریخته و کوبیده می‌شود. اگر C_d یارد مکعب سنگ در پی‌کنی برداشته و F_c ۰/۷۶ متر مکعب مصالح پرکننده ریخته و کوبیده شود، هزینه تخمینی (بر حسب دلار آمریکا)، از رابطه ۴-۲۷ محاسبه می‌شود:

$$850(0.76)^{0.6} + 75(0.76)^{0.7} = \text{هزینه پی‌کنی، پرکردن و کوبیدن} \quad (4-27)$$

هزینه بتن‌ریزی برای پی ساختمان‌های کارخانه کانه‌آرایی، سیلوهای کانسنگ آسیا شده و تجهیزات کارخانه کانه‌آرایی بین ۳۵۰ تا ۹۰۰ دلار به ازای هر یارد مکعب است که این رقم به نوع بتن‌ریزی و میزان میلگرد بستگی دارد. اگر بتن‌ریزی در فصل زمستان انجام شود، هزینه هر یارد مکعب بتن‌ریزی به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. قبل از طراحی قالب‌های بتنی، تخمین شکل و حجم آن‌ها بسیار مشکل است و بنابراین هزینه حجم بتن برای برآورد مقدماتی، قابل اطمینان نیست. هزینه بتن‌ریزی پی (بر حسب دلار آمریکا)، از رابطه ۴-۲۸ محاسبه می‌شود.

$$30000 T^{0.5} = \text{هزینه تقریبی بتن‌ریزی پی} \quad (4-28)$$

هزینه‌های مختلف نیز به صورت تابعی از ظرفیت روزانه کارخانه در شکل ۴-۶ نشان داده شده‌اند.



شکل ۴-۶ - هزینه آماده‌سازی، گودبرداری و پی‌سازی تاسیسات و تجهیزات سطحی

- ساختمان کارخانه کانه‌آرایی - هزینه ساختمان‌ها، کلیه هزینه‌های احداث بر روی پی‌های بتنی و دیوارکشی ساختمان، به اضافه هزینه دفاتر داخلی، آزمایشگاه‌ها و رخت‌کن‌ها را شامل می‌شود. این قلم، هزینه ماشین‌آلات فرآیند، لوله‌کشی یا سیم‌کشی برق را در برنمی‌گیرد. ماشین‌آلات کارخانه کانه‌آرایی، در موقع کار گرمای زیادی تولید می‌کنند و زمانی که این دستگاه‌ها در ناحیه‌ای با شرایط آب و هوایی معتدل قرار دارند، با عایق‌بندی کم و یا حتی بدون عایق‌بندی ساختمان، شرایط کاری مناسب و راحتی را می‌توان ایجاد کرد. هزینه ساختمان‌سازی کارخانه‌های فلوتاسیون که در شرایط آب و هوایی معتدل قرار دارند، (بر حسب دلار آمریکا)، از رابطه ۴-۲۹ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه ساختمان‌سازی} = 27000 T^{0.6} \quad (29-4)$$

در نواحی با آب و هوای گرم، که دما به دمای یخبندان نمی‌رسد، هزینه‌های ساختمان کاهش می‌یابد. در نواحی با آب و هوای سرد، هزینه اضافی عایق‌سازی، گرمایش و بار برف موجب افزایش حدود ۱۰ درصدی هزینه ساختمان‌سازی می‌شود.

- تاسیسات سنگ‌شکنی اولیه با سنگ‌شکن - معمولاً سنگ‌شکن اولیه در سطح زمین در خارج از کاواک و در فاصله مناسبی نسبت به محل انباشت کانسنگ کلوخه‌ای و کارخانه سنگ‌شکنی دانه ریز نصب می‌شود. کامیون‌های معدن غالباً کانسنگ را بر روی گریزلی نصب شده در بالای سنگ‌شکن تخلیه می‌کنند و محصول سنگ‌شکن بر روی نوار نقاله ریخته می‌شود. به دلیل نیاز به ارتفاع برای تخلیه کانسنگ خرد شده از سنگ‌شکن برای کارخانه سنگ‌شکنی اولیه، گودبرداری اساسی و حجم قابل توجهی بتن‌ریزی مورد نیاز است. هزینه سنگ‌شکن اولیه که به اندازه و ظرفیت سنگ‌شکن انتخاب شده برای خرد کردن روزانه T_c تن کانسنگ بستگی دارد، (بر حسب دلار آمریکا)، از رابطه ۴-۳۰ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه احداث ساختگاه سنگ‌شکن ژیراتوری} = 63 T_c^{0.9} \quad (30-4)$$

هزینه گودبرداری و بتن‌ریزی پی سنگ‌شکن اولیه، نصب سنگ‌شکن، احداث محل تخلیه کامیون و گریزلی، به اضافه انتقال کانسنگ کلوخه‌ای و تغذیه‌کننده زیر سنگ‌شکن (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۳۱ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه کارخانه سنگ‌شکنی اولیه} = 15000 T_c^{0.7} \quad (31-4)$$

هزینه سنگ‌شکن در این رابطه منظور نشده است. هزینه تاسیسات سنگ‌شکنی به عنوان تابعی از ظرفیت روزانه کارخانه در شکل ۴-۷ نشان داده شده است.

- تاسیسات سنگ‌شکنی ثانویه و نوار نقاله

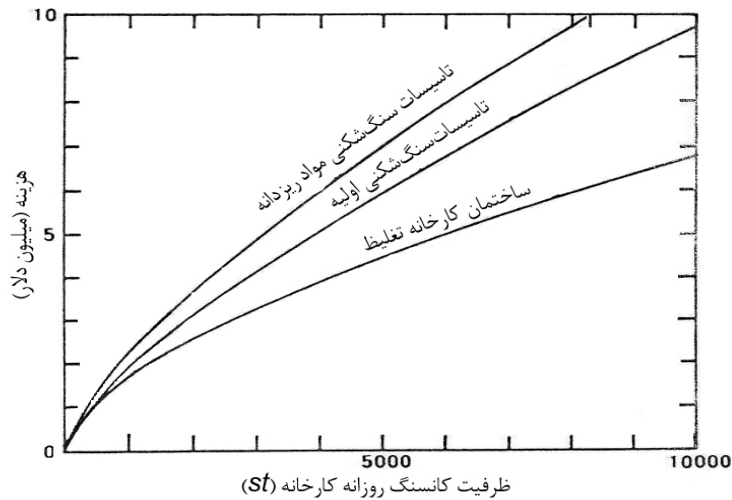
این هزینه، هزینه ساختمان کارخانه سنگ‌شکنی، تجهیزات نصب شده و نوار نقاله‌ها (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۳۲ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه کارخانه سنگ‌شکنی دانه ریز} = 18000 T_c^{0.7} \quad (32-4)$$

اگر محصور و گرم کردن نوار نقاله‌ها ضرورت داشته باشد، هزینه‌ها تا ۱۲ درصد افزایش می‌یابد.

- بخش آسیا و سیلوی کانسنگ دانه ریز

سیلوی ذخیره‌سازی کانسنگ دانه ریز باید ظرفیت کافی موثری داشته باشند تا بار ورودی کارخانه را حداقل برای روزهایی از هفته که کارخانه سنگ‌شکنی کار نمی‌کند، تامین کند. هزینه سیلوهای کانسنگ دانه ریز متناسب با وزن فولاد مصرف شده در ساخت آن‌ها و وزن فولاد نیز با $T^{0.7}$ متناسب است.

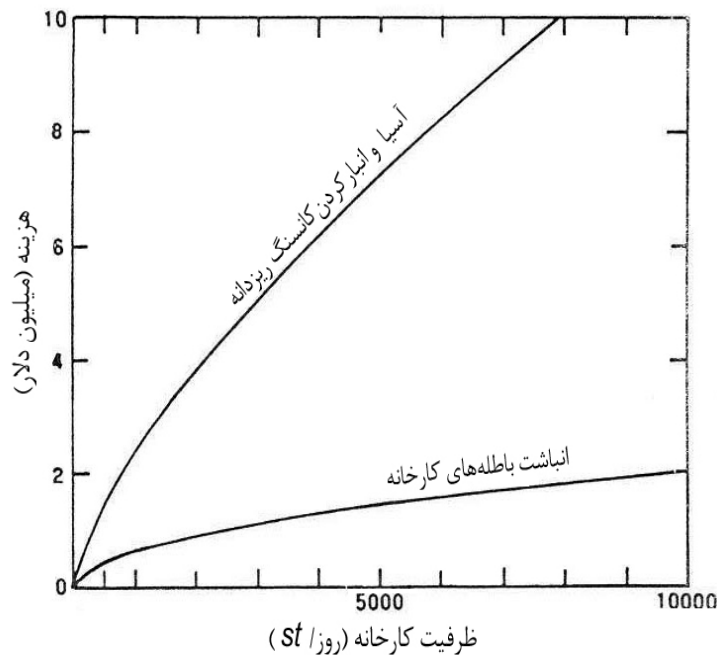


شکل ۴-۷- هزینه ساختمان کارخانه تغلیظ و سنگ‌شکنی

ابعاد و هزینه آسیا به تناژ روزانه کانسنگ آسیا شده به وسیله هر یک از آسیاها بستگی دارد. سختی کانسنگ، که با شاخص کار سنجیده می‌شود و میزان نرم‌کنندگی آسیا که برای رسیدن به تغلیظ و بازیابی مطلوب کانی‌های با ارزش مورد نیاز است، بر هزینه‌ها تاثیر می‌گذارد. هزینه آسیاها و سیلوه‌ها با توجه به ابعاد محصول مورد نظر (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۳۳ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه آسیا و سیلوه‌ها} = \begin{cases} 18700 T^{0.7} & \text{کانسنگ با سختی متوسط و شاخص کار ۱۵، عبور ۷۰ درصد محصول از سرند ۲۰۰ مش} \\ 12500 T^{0.7} & \text{کانسنگ نرم، عبور ۵۵ درصد محصول از سرند ۲۰۰ مش} \\ 22500 T^{0.7} & \text{کانسنگ سخت با شاخص کار بالاتر از ۱۷، عبور ۸۵ درصد محصول از سرند ۲۰۰ مش} \end{cases} \quad (۴-۳۳)$$

این هزینه در شکل ۴-۸ به عنوان تابعی از ظرفیت کارخانه نشان داده شده‌اند.



شکل ۴-۸- هزینه عملیات آسیا و سیلوهای ذخیره و انباشت باطله‌های کارخانه

- فرآوری و بخش‌های مرتبط با آن

هزینه سرمایه‌ای فرآوری، شامل هزینه خرید و نصب تجهیزات کانه‌آرایی یا استحصال کانی‌های با ارزش از کانسنگ آسیا شده، تبدیل کنسانتره به مواد جامد خشک یا فلزات ناخالص است، که به طور مستقیم به عنوان کنسانتره خشک، شمش‌های فلزات قیمتی، یک زرد اورانیم و کنسانتره ثقیلی ناخالص فلزات آلیاژی قابل فروش هستند. این هزینه سرمایه‌ای، تجهیزات و مخازن ته‌نشین‌سازی، فیلتر کردن، رسوب دادن، فروشویی، استخراج با حلال و نظایر آن و همچنین لوله‌کشی، سیم‌کشی برق و کنترل فرآیند را در برمی‌گیرد.

کانسنگ پرعیار طلا- هزینه فروشویی سیانوری، ترسیب طلا بر فویل روی، فیلتر کردن، خشک کردن و تصفیه طلا (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۳۴ محاسبه می‌شود:

$$60200 T^{0.5} = \text{هزینه‌های سرمایه‌ای فرآیند} \quad (۳۴-۴)$$

کانسنگ کم عیار طلا- هزینه فروشویی سیانوری، جذب کربن در دوغاب یا جذب کربن در محلول فروشویی، تصفیه (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۳۵ محاسبه می‌شود:

$$47300 T^{0.5} = \text{هزینه‌های سرمایه‌ای فرآیند} \quad (۳۵-۴)$$

کانسنگ پرعیار طلا با سولفور فلزات پایه- هزینه فروشویی سیانوری، فلوتاسیون ثانویه، فرآیند جذب کربن در دوغاب یا جذب کربن در محلول فروشویی، فیلتر کردن، ته‌نشین‌سازی، خشک کردن و تصفیه (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۳۶ محاسبه می‌شود:

$$103200 T^{0.5} = \text{هزینه‌های سرمایه‌ای فرآیند} \quad (۳۶-۴)$$

کانسنگ‌های ساده کم‌عیار فلزات پایه مس با مقدار ناچیزی طلا، که باعث پرداخت جایزه با ذوب‌کننده می‌شود- هزینه فلوتاسیون، ته‌نشین‌سازی، فیلتر کردن و خشک کردن کنسانتره مس طلا دار (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۳۷ محاسبه می‌شود:

$$(37-4) \quad 13700 T^{0.6} = \text{هزینه سرمایه‌ای فرآیند}$$

کانسنگ‌های پیریتی طلا و نقره که در آن‌ها فلزات قیمتی در کانی‌های پیریت محبوس شده‌اند- هزینه فلوتاسیون تفریقی، تشویه انتخابی، بازیابی کانی‌های مضر، سیانوراسیون، ته‌نشین‌سازی، رسوب دادن، فیلتر کردن و تصفیه (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۳۸ محاسبه می‌شود:

$$(38-4) \quad 180000 T^{0.5} = \text{هزینه سرمایه‌ای فرآیند}$$

کانسنگ‌های پرعیار مس و سرب، مس و روی، سرب و روی، مس و نیکل- هزینه بازیابی به وسیله فلوتاسیون تفریقی، ته‌نشین‌سازی، فیلتر کردن و خشک کردن کنسانتره (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۳۹ محاسبه می‌شود:

$$(39-4) \quad 20600 T^{0.6} = \text{هزینه سرمایه‌ای فرآیند}$$

کانسنگ‌های پیچیده فلزات پایه- این کانسنگ‌ها شامل حداقل سه فلز با ارزش همراه با مقادیر جزئی از فلزات قیمتی قابل بازیابی کانسنگ‌های مس و روی و سرب، مس و روی و نقره، مس و سرب و نقره، مس و روی و طلا هستند. هزینه فلوتاسیون تفریقی، ته‌نشین‌سازی مجزا، فیلتر کردن و خشک کردن چند کنسانتره و یا کنسانتره فله‌ای (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۴۰ محاسبه می‌شود:

$$(40-4) \quad 30100 T^{0.6} = \text{هزینه سرمایه‌ای فرآیند}$$

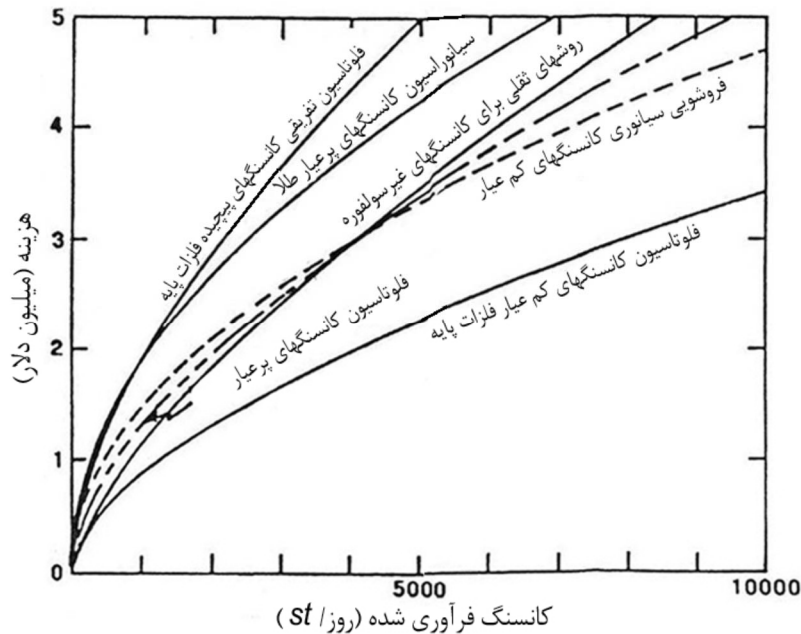
کانسنگ‌های غیرسولفور فلزات ویژه از قبیل نیوبیم، تانتالیم، تنگستن و قلع- هزینه فرآوری کانی‌هایی که تغلیظ آن‌ها با فلوتاسیون امکان‌پذیر نیست و آن‌هایی که با روش‌های ویژه جدایش ثقلی پرعیار می‌شوند، (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۴۱ محاسبه می‌شود:

$$(41-4) \quad 13000 T^{0.7} \text{ تا } 5000 = \text{هزینه سرمایه‌ای فرآیند}$$

کانسنگ‌های اورانیم- فروشویی اسیدی، جدا کردن مایع صاف شده، شفاف کردن، استخراج با حلال و رسوب دادن کیک زرد (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۴۲ محاسبه می‌شود:

$$(42-4) \quad 200000 T^{0.5} \text{ تا } 150000 = \text{هزینه سرمایه‌ای فرآیند}$$

در شکل ۴-۹ نموداری از این روابط نشان داده شده است.



شکل ۴-۹- هزینه بخش فرآوری

محل انباشت اولیه باطله‌های فرآوری

عوامل زیادی تاثیر جدی بر هزینه‌های محل‌های انباشت باطله دارند. از جمله این عوامل می‌توان به وضعیت توپوگرافی، فاصله بین کارخانه تا محل انباشت، ملاحظات زیست‌محیطی محلی و نظایر آن‌ها اشاره کرد. اگر هیچ جنبه نامطلوبی وجود نداشته و محل مناسبی برای انباشت باطله در حدود سه کیلومتری کارخانه در دسترس و همچنین طبیعت باطله فاقد تاثیرات نامطلوب زیست‌محیطی باشد، حداقل هزینه محل انباشت باطله (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۴۳ محاسبه می‌شود:

$$(4-43) \quad \text{حداقل هزینه محل انباشت باطله} = 20000 T^{0.5}$$

چنین شرایط مطلوبی در معادن معدودی وجود دارد و اگر توپوگرافی منطقه پرشیب یا محدودیت‌های سخت زیست‌محیطی وجود داشته باشد، هزینه محل انباشت باطله به چند برابر این هزینه پیش‌بینی شده می‌رسد.

ث- هزینه سرمایه‌ای عمومی تاسیسات و تجهیزات

سیستم تامین آب

هزینه تاسیسات تامین آب تازه، تاسیسات بازیافت آب، پیش‌بینی تامین آب مورد نیاز برای آتش‌نشانی و آب آشامیدنی و بهداشتی بسته به توپوگرافی محل و نزدیکی و طبیعت منابع آب تامین‌کننده تغییر می‌کند. اگر منبع آب مناسبی در سه کیلومتری کارخانه فرآوری وجود داشته و توپوگرافی بین آن‌ها آرام باشد، هزینه تخمینی سیستم تامین آب (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۴۴ محاسبه می‌شود:

$$(4-44) \quad \text{هزینه سیستم تامین آب} = 14000 T^{0.6}$$

اگر توپوگرافی پرشیب و ناهموار و یا محدودیت‌های شدید مرتبط با منابع آب وجود داشته باشد، هزینه سیستم تامین آب معدن، کارخانه فرآوری و تاسیسات و تجهیزات، بیش از این مقدار خواهد بود.

- پست فرعی برق و توزیع سطحی برق

هزینه سرمایه‌ای تسهیلات برق‌رسانی به میزان بار مصرفی حداکثر (بر حسب کیلووات) بستگی دارد.

بار حداکثر (PL) بر حسب کیلووات بیان می‌شود و مصرف متوسط روزانه برق بر حسب کیلووات ساعت (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۴۵ و ۴-۴۶ محاسبه می‌شود:

$$PL = 78 T^{0.6} \quad (4-45)$$

$$\text{مصرفی} = 1400 T^{0.6} \quad (4-46)$$

این روابط برای معادن روبازی که از شاول و کامیون استفاده می‌کنند، کاربرد دارد و در آن T ظرفیت واحد فرآوری روزانه است. معمولاً حدود ۸۵ درصد کل مصرف برق معادن و کارخانه‌های کانه‌آرایی، برای تغلیظ‌کننده و تجهیزات مربوط به آن در نظر گرفته می‌شود. هزینه تامین برق به نحوه تامین از شبکه سراسری موجود یا از مولد برق دیزلی در داخل معدن بستگی دارد. در معادن کوچک واقع در مناطق دور افتاده که بار حداکثر مصرفی آن‌ها پایین است و مصرف برق کمی دارند، ممکن است هزینه بالای خط انتقال طولانی از شبکه سراسری توجیه نداشته باشد و در نتیجه مجبور باشند برق مصرفی خود را در محل تولید کنند. اگر برق معدن از شبکه سراسری تامین شود، هزینه ایستگاه فرعی و ترانسفورماتورهای کاهنده مورد نیاز (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۴۷ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه ایستگاه فرعی} = 580 (PL)^{0.8} \quad (4-47)$$

هزینه توزیع برق ولتاژ پایین به کارخانه فرآوری، تاسیسات سنگ‌شکنی و تجهیزات سطحی، بدون در نظر گرفتن توزیع برق در معدن روباز، (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۴۸ محاسبه می‌شود:

$$\text{برق} = 1150 (PL)^{0.8} \quad (4-48)$$

برای معادن کوچک واقع در نواحی دور افتاده ممکن است مولد برق دیزلی مورد نیاز باشد. هزینه در معادن بزرگی که برق خود را از شبکه سراسری تامین می‌کنند، نیز برای حفاظت از تجهیزات حیاتی خود به چنین تاسیساتی برای تولید برق در شرایط اضطراری نیاز دارند (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۴۹ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه تاسیسات برق دیزلی} = 6000 (PL)^{0.8} \quad (4-49)$$

ج- خدمات عمومی تاسیسات و تجهیزات

این قلم از هزینه‌ها شامل هزینه‌های ساختمان، مبلمان، تجهیز دفتر اداری عمومی، انبار عمومی، کارگاه تعمیرات الکتریکی و مکانیکی، توقفگاه‌های وسایل نقلیه، رختکن‌ها، کمک‌های اولیه و ایستگاه‌های ایمنی و نجات معدن، پست‌های نگهداری، وسایل نقلیه عمومی، پارکینگ و نرده‌کشی محوطه است. تعداد و مساحت ساختمان‌ها به تعداد کارکنانی که از آن‌ها استفاده می‌کنند، بستگی دارد. قبل از برآورد هزینه ساختمان لازم است اندازه آن برآورد شود.

دفتر اداری - با افزایش تعداد کارکنان اداری و فنی (N_{at})، به فضای مورد نیاز برای هر نفر افزوده می‌شود. دلیل این موضوع پیچیده‌تر شدن کار حسابداری و فنی و نیاز آن‌ها به جای بیشتر برای تسهیلات رایانه‌ای، نقشه‌ها و طرح‌های معدنی و تجهیزات بایگانی است و (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۵۰ و ۴-۵۱ محاسبه می‌شود:

$$A = 3.25 N_{at}^{1.3} \quad (4-50)$$

$$\text{هزینه دفتر} = 155 \frac{A^{0.9}}{0.0929} \quad (۵۱-۴)$$

کارگاه تعمیر و نگهداری-کارکنان تعمیر و نگهداری (N_{sv})، به حدود ۸۵ ft^2 فضا به ازای هر نفر برای تعمیر و نگهداری تجهیزات قابل انتقال از کارخانه فرآوری و بخش‌های خدماتی نیاز دارند (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۵۲ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه کارگاه} = 102 \left(\frac{85 N_{sv}}{0.0929} \right)^{0.9} \quad (۵۲-۴)$$

رختکن معدن- برای رختکن معدن حدود $۲/۲$ مترمربع فضا به ازای هر نفر در بخش معدن مورد نیاز است که شامل نیروهای شاغل در ایستگاه کمک‌های اولیه و تجهیزات ایمنی و نجات معدن نیز می‌شود و (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۵۳ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه رختکن} = 125 \left(\frac{24 N_{op}}{0.0929} \right)^{0.9} \quad (۵۳-۴)$$

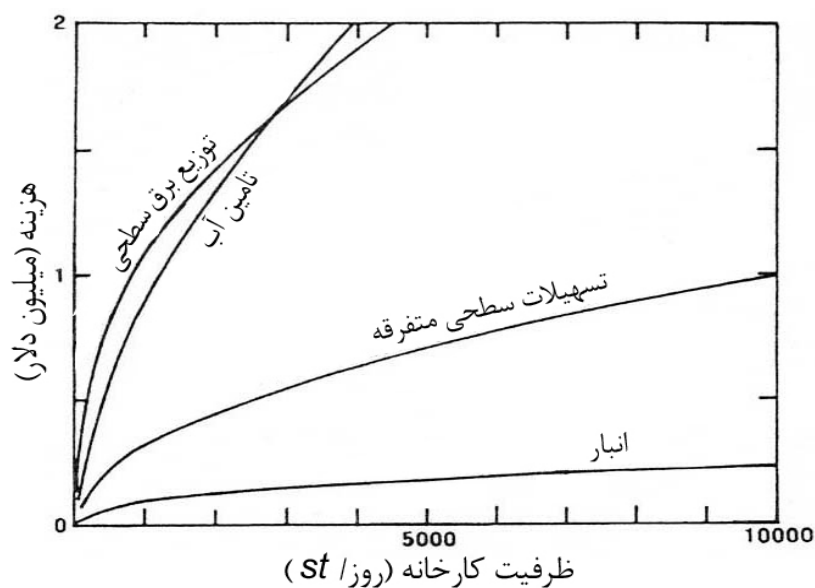
انبار سطحی- فضای انبار باید برای تمام لوازم یا مواد مصرفی و قطعات یدکی مورد نیاز معدن، کارخانه فرآوری و تجهیزات خدماتی که لازم است در فضای سر بسته نگهداری شوند، کافی باشد. لوازم مصرفی از قبیل تخته و الوار، فولاد ساختمانی و نظایر آن را در بیشتر شرایط آب و هوایی در فضای آزاد و خارج از انبار می‌توان نگهداری کرد و (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۵۴ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه انبار سطحی} = 5750 T^{0.4} \quad (۵۴-۴)$$

تجهیزات سطحی متفرقه- این تسهیلات شامل وسایل نقلیه عمومی و توقفگاه‌ها، پست‌های نگهداری، حصارکشی محوطه، محوطه‌های پارکینگ و خدمات متفرقه می‌شود و (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۵۵ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه تجهیزات سطحی متفرقه} = 10000 T^{0.5} \quad (۵۵-۴)$$

هزینه سرمایه‌ای عمومی تاسیسات و تجهیزات، که به ظرفیت بستگی دارد، در شکل ۴-۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۴-۱۰- هزینه سرمایه‌ای عمومی تاسیسات و تجهیزات

چ - هزینه‌های بالاسری پروژه معدنی

علاوه بر هزینه‌های مستقیم تجهیزات خاص هر پروژه معدنی، هزینه‌های قابل توجه دیگری نیز در ارتباط با هزینه‌های طراحی پروژه، هزینه‌های عمومی ساختمان، نظارت و اداری و تامین سرمایه در گردش وجود دارد. هزینه‌های بالاسری، به صورت درصدی از کل هزینه‌های مستقیم برآورد می‌شود.

- مهندسی

این قلم، شامل هزینه‌های مطالعات امکان‌سنجی، مطالعات تاثیرات زیست‌محیطی، طراحی مهندسی، انتخاب و خرید تجهیزات و خدمات مشاوره‌ای تخصصی می‌شود (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۵۶ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه‌های مهندسی} = 2.3 D^{0.8} \quad (۴-۵۶)$$

که در آن:

D کل هزینه‌های مستقیم

- هزینه‌های عمومی ساختمان

این قلم، هزینه‌های احداث اردوگاه، ماشین‌آلات ساختمانی ویژه و هزینه‌های عمومی احداث ساختمان را در برمی‌گیرد (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۵۷ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه‌های عمومی ساختمان} = 0.31 D^{0.9} \quad (۴-۵۷)$$

- نظارت و سرپرستی پروژه

این قلم، هزینه‌های نظارت پروژه، زمان‌بندی و بودجه‌بندی و مدیریت ساختمان را شامل می‌شود (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۵۸ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه‌های نظارت و سرپرستی پروژه} = 1.8 D^{0.8} \quad (۴-۵۸)$$

- اداری

این هزینه شامل هزینه‌های مدیریت دفتر محلی، نمایندگان کارفرما، حسابداری، هزینه‌های قانونی به اضافه هزینه‌های استخدام پیش از تولید کارکنان کلیدی جاری است (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۵۹ محاسبه می‌شود:

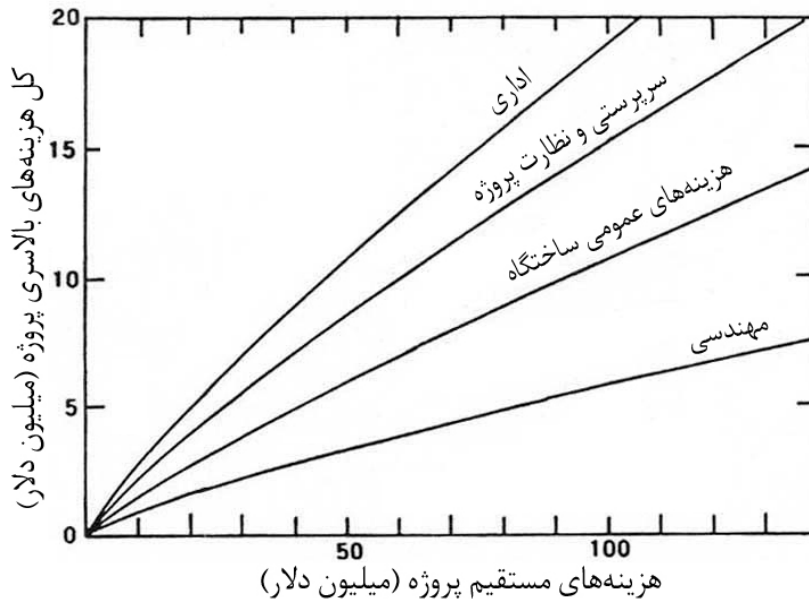
$$\text{هزینه‌های اداری} = 1.5 D^{0.8} \quad (۴-۵۹)$$

هزینه‌های بالاسری پروژه به عنوان درصدی از هزینه‌های مستقیم، متناسب با پروژه تغییر می‌کند. کمترین مقدار، ۴ تا ۶ درصد هزینه مستقیم است، در حالی که در پروژه‌های با فن‌آوری نوین و پیچیده این رقم به ۸ تا ۱۱ درصد نیز می‌رسد.

- سرمایه در گردش

رقم در نظر گرفته شده برای سرمایه در گردش هر پروژه معدنی باید برای پوشش دادن تمام هزینه‌های جاری و خرید اقلام اولیه مصرفی‌ها و قطعات یدکی، تا زمان رسیدن به درآمد عاید شده از ذوب‌کننده‌ها یا خریداران فرآورده‌های فلزی کافی باشد. مدت زمان لازم برای رسیدن درآمد کافی به منظور پرداخت هزینه‌های جاری مورد نیاز، بسته به شرایط ذوب‌کننده‌ها یا بازار تغییر می‌کند، ولی معمولاً این زمان، حدود ۱۰ هفته پس از آغاز عملیات کارخانه با ظرفیت کامل به طول می‌انجامد. میزان سرمایه در گردش واقعی

هزینه‌های جاری لازم برای ۱۰ هفته پس از به کار افتادن کارخانه به علاوه هزینه خرید اقلام اولیه مصرفی‌ها و قطعات یدکی سرمایه‌ای است. اگر طراحی معدن و کارخانه فرآوری بر اساس استفاده گسترده از تجهیزات دست دوم انجام گرفته باشد، تناوب توقف تجهیزات بالاتر است که این امر مستلزم در نظر گرفتن سرمایه در گردش برای زمان طولانی‌تر خواهد بود. این مساله صرفه‌جویی‌های استفاده از تجهیزات دست دوم را کاهش می‌دهد. کل هزینه‌های بالاسری به عنوان مجموعه‌ای از مولفه‌های مختلف آن در شکل ۴-۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۴-۱۱ - هزینه‌های بالاسری پروژه بر حسب هزینه‌های مستقیم

ح- هزینه‌های جاری روزانه

هزینه‌های جاری روزانه هر فعالیت از رابطه ۴-۶۰ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه جاری} = KT_I^x \quad (۴-۶۰)$$

که در آن:

K ضریب تجربی

T_I ظرفیت روزانه فرآوری

با استفاده از این رابطه، هزینه جاری هر تن از تقسیم هزینه جاری روزانه بر به دست می‌آید.

خ- هزینه‌های جاری معادن روباز

هزینه‌های جاری به ابعاد و تعداد دستگاه‌های چالزنی، شاول‌ها و کامیون‌ها بستگی دارد که آن‌ها هم به نوبه خود به تناژ روزانه کانسنگ و باطله وابسته‌اند. در بیشتر معادن روباز با کانسنگ کم عیار، تفاوت ناچیزی بین جرم مخصوص، قابلیت چالخوری و ویژگی‌های آتشیاری کانسنگ و باطله وجود دارد و فاصله باربری کانسنگ تا محل انباشت کانسنگ و فاصله باربری باطله تا محل انباشت باطله، تفاوت چندانی ندارد. بنابراین هزینه استخراج هر تن کانسنگ تقریباً معادل هزینه هر تن باطله‌برداری است.

هزینه‌های جاری روزانه از (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه‌های ۴-۶۱، ۴-۶۲، ۴-۶۳، ۴-۶۴ و ۴-۶۵ محاسبه می‌شود (T بر حسب تن در روز است).

$$\text{هزینه چالزنی در روز} = T_p^{0.7} 1.90 \quad (۴-۶۱)$$

$$\text{هزینه آتشباری در روز} = 3.17 T_p^{0.7} \quad (۴-۶۲)$$

$$\text{هزینه بارگیری در روز} = 2.67 T_p^{0.7} \quad (۴-۶۳)$$

$$\text{هزینه باربری در روز} = 18.07 T_p^{0.7} \quad (۴-۶۴)$$

$$\text{هزینه خدمات عمومی در روز} = 6.65 T_p^{0.7} \quad (۴-۶۵)$$

که در آن:

T_p ظرفیت روزانه استخراج

هزینه خدمات عمومی معادن روباز شامل هزینه‌های تعمیر و نگهداری کاواک، تسطیح یا شیب‌بندی جاده، تسطیح خاکریز باطله، آبکشی و سرپرستی و نظارت می‌شود، هزینه خردایش اولیه و برق مصرفی را در برنمی‌گیرد.

د- هزینه‌های جاری کارخانه کانه‌آرایی

هزینه‌های جاری سنگ‌شکن فکی در هزینه‌های جاری کارخانه لحاظ می‌شود، زیرا سنگ‌شکنی اولیه اولین مرحله فرآوری کانسنگ است. طراحی فلوشتیت کارخانه، اغلب پس از آزمایش‌های گسترده انواع فرآیندهای متناسب با مشخصات کانسنگ، بهینه می‌شود. در مرحله امکان‌سنجی مقدماتی، ملزومات فرآیند بهینه به طور دقیق شناخته شده نیست و هزینه‌های فرآوری با تقریب برآورد می‌شود. در ادامه روابطی برای تخمین اولیه هزینه‌های روزانه سنگ‌شکنی و کانه‌آرایی پیشنهاد می‌شود.

- سنگ‌شکنی اولیه

این هزینه شامل هزینه سنگ‌شکنی اولیه، انتقال کانسنگ خرد شده به انباشتگاه و هزینه‌های جاری انباشتگاه کانسنگ کلوخه‌ای می‌شود (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۶۶ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه روزانه سنگ‌شکنی} = 7.9 T^{0.6} \quad (۴-۶۶)$$

- سنگ‌شکنی ثانویه و انتقال

این قلم هزینه‌های سنگ‌شکنی ثانویه، انتقال از انباشتگاه کانسنگ کلوخه‌ای و انتقال به سیلوی کانسنگ دانه ریز را شامل می‌شود (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۶۷ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه روزانه سنگ‌شکنی دانه ریز} = 12.6 T^{0.6} \quad (۴-۶۷)$$

- آسیا کردن

این هزینه شامل انباشت در سیلوی کانسنگ ریزدانه و آسیاهای میله‌ای، آسیاهای گلوله‌ای و یا آسیاهای نیمه‌خودشکن می‌شود (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۶۸ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه روزانه بخش آسیا کردن} = 4.9 T^{0.8} \quad (۴-۶۸)$$

- بخش فرآوری

این قلم، هزینه‌های جاری بخش‌های مرتبط با تغلیظ کانسنگ به روش فلوتاسیون یا ثقی، فروشویی فلزات از کانسنگ، تهنشین سازی دوغاب‌ها، تبادل یونی، رسوب، فیلتر کردن، خشک کردن و بازیابی کنسانتره فلزی یا مواد مضر را که موجب جریمه از طرف ذوب‌کننده می‌شود، شامل می‌شود و (بر حسب دلار آمریکا) از روابط ۴-۶۹، ۴-۷۰، ۴-۷۱ و ۴-۷۲ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه روزانه فرآوری} = \begin{cases} 65 T^{0.6} & \text{سیانوراسیون کانسنگ‌های طلا / نقره} \\ 54 T^{0.6} & \text{فلوتاسیون کانسنگ‌های ساده فلزات پایه} \\ 34 \text{ تا } 41 T^{0.7} & \text{کانسنگ‌های پیچیده فلزات پایه با پیچیدگی متغیر (۴-۶۹)} \\ 65 T^{0.7} & \text{کانسنگ‌های اورانیم با فروشویی، استحصال با حلال و رسوب‌دهی، CCD} \\ 45 T^{0.6} & \text{کانسنگ‌های غیرسولفیدی غیرقابل شناورسازی با جدایش ثقی مناسب} \end{cases}$$

$$\text{تمام تغلیظ‌کننده‌ها } 0.92 T^{0.8} = \text{هزینه روزانه باطله‌های فرآوری} \quad (۴-۷۰)$$

$$\text{تمام تغلیظ‌کننده‌ها } 1.27 T^{0.6} = \text{هزینه روزانه عیارسنجی} \quad (۴-۷۱)$$

$$\text{تمام تغلیظ‌کننده‌ها } 40.80 T^{0.8} = \text{هزینه روزانه عمومی، نظارت، تعمیر و نگهداری} \quad (۴-۷۲)$$

اگر کانسنگ کم عیار استخراجی، با سیستم تغلیظی فرآوری شود به گونه‌ای که باطله‌ها در مرحله اولیه جدا شوند، هزینه‌های فرآوری تا ۵۵ درصد مقادیر قبلی کاهش خواهد یافت.

- سایر هزینه‌های جاری

برق مصرفی - هزینه برق مصرفی معادن و کارخانه با ظرفیت فرآوری روزانه T تن کانسنگ عبارت است از (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۷۳ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه برق مصرفی} = 145 T^{0.56} \quad (۴-۷۳)$$

خدمات سطحی - هزینه روزانه هر فرد شاغل بخش‌های تعمیر و نگهداری و خدمات عمومی سطحی به صورت دستمزد و مزایای دیگر ۱۴۱ دلار برآورد می‌شود. به این رقم مقدار متوسط ۱۶ دلاری نیز بابت مواد مصرفی باید افزوده شود. اگر تعداد نیروی انسانی تعمیر و نگهداری و خدمات عمومی N_{sv} باشد، هزینه روزانه این بخش (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۷۴ محاسبه می‌شود:

$$\text{هزینه روزانه بخش خدمات} = 157 N_{sv} \quad (۴-۷۴)$$

هزینه روزانه کارکنان اداری و فنی، شامل مواد مصرفی و خدمات مورد نیاز آن‌ها، به علاوه هزینه‌های ثابت مالیات و عوارض قانونی پرداخت شده برای خدمات اداری، متناسب با تعداد کارکنان (N_{at}) است (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۷۵ محاسبه می‌شود:

$$\text{جمع هزینه روزانه دستمزد و مواد کارکنان اداری و فنی} = 222.6 N_{at} \quad (۴-۷۵)$$

۴-۳-۵- مدل سازمان معادن آمریکا^۱

این مدل برای تخمین هزینه‌های معادن روباز و زیرزمینی و کارخانه‌های فرآوری پیشنهاد شده است. این مدل قواعد مشابهی با مدل‌ها دارد و اختلاف عمده‌اش، تجزیه بهتر هزینه‌ها نسبت به مدل‌ها است. استفاده از این مدل مستلزم شناخت زیادی از فرآیندهای تخمین و روش‌های استخراج است زیرا در اغلب موارد باید عوامل متعدد منطبق بر مدل را تعیین کرد. در این مدل، هزینه‌ها به تفکیک هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری و با کمک مجموعه‌ای از توابع هزینه و یا نمودارهای مربوطه برآورد می‌شود. کیفیت تخمین تمام اجزا مشابه نیست، به طوری که برخی از تخمین‌ها مثل هزینه باطله‌برداری بسیار تفصیلی و سایر هزینه‌ها از جمله هزینه ماشین‌آلات بسیار کلی است. دقت برآورد هزینه با استفاده از این مدل در حدود ۲۵ درصد است. در این مدل هزینه‌های سرمایه‌ای به تفکیک هزینه‌های مطالعات پیش از تولید، تجهیزات و ماشین‌آلات تولیدی و زیرساخت‌ها و هزینه‌های جاری به تفکیک هزینه دستمزد، هزینه لوازم و مواد مصرفی و هزینه جاری ماشین‌آلات برآورد می‌شود. هزینه‌های پیش از تولید شامل عملیات اکتشافی و مطالعات زیست‌محیطی و هزینه زیرساخت‌ها شامل راه دسترسی، تجهیزات بارگیری، حمل و نقل، ساختمان‌های اسکان و انبار و بازیافت آب است. هزینه دستمزد شامل هزینه نیروی انسانی تولیدی و تعمیر و نگهداری و هزینه لوازم و مواد مصرفی شامل هزینه برق، سوخت، مواد شیمیایی و هزینه جاری ماشین‌آلات از جمله هزینه سوخت، روغن کاری، قطعات یدکی و لاستیک است. بعد از برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری بر اساس توابع ارائه شده و منحنی‌های مدل، از ضرایب تعدیلی به منظور برآورد دقیق‌تر بر اساس ویژگی‌های خاص پروژه استفاده می‌شود. به منظور توصیف مدل، فرآیند برآورد هزینه سرمایه‌ای و جاری سیستم بارگیری و باربری شاول الکتریکی و کامیون در روش روباز در بین انواع روش‌ها به عنوان نمونه در نظر گرفته شده است. این فرآیند به منظور برآورد سایر هزینه‌ها نیز به کار گرفته می‌شود.

الف- هزینه‌های سرمایه‌ای

هزینه برآورد شده از توابع کلی این بخش شامل هزینه خرید تجهیزات، انتقال، نصب و راه‌اندازی و خدمات جنبی لازم است. توابع هزینه ارائه شده در این مدل بر اساس آهنگ تولید روزانه بیان می‌شود. در توابع این مدل، آهنگ تولید بین ۸۰۰۰ تا ۴۰۰،۰۰۰ تن در روز متغیر و برنامه زمانی تولید شامل سه شیفت کاری در روز است.

تابع اولیه برآورد هزینه سرمایه‌ای به صورت رابطه (۴-۷۶) است که ۸۸ درصد این هزینه را هزینه خرید تجهیزات در بردارد (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۷۶ محاسبه می‌شود:

$$FH = 5281.346 \cdot (x)^{0.782} \quad (۴-۷۶)$$

هزینه سرمایه‌ای ماشین‌آلات بارگیری، باربری و چالزنی و آتشیاری به ترتیب، ۳۰، ۵۹ و ۱۱ درصد هزینه سرمایه‌ای کل برآورد می‌شود. به منظور باربری به ازای طول مسیرهای مختلف، هزینه باربری حاصل از رابطه ۴-۷۶ با ضریب تعدیل حاصل از رابطه ۴-۷۷ تعدیل می‌شود.

$$FH = 0.0546(R)^{0.047}(L)^{0.353} \quad (۴-۷۷)$$

که در آن:

R عمق کاواک بر حسب متر

L طول راه بر حسب متر

ب- هزینه‌های جاری

تابع هزینه جاری شاول الکتریکی و کامیون از مجموع هزینه دستمزد نیروی انسانی، لوازم و مواد مصرفی و هزینه جاری ماشین‌آلات محاسبه می‌شود. در توابع اولیه این مدل، ظرفیت تولید بین ۸۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ تن در روز متغیر و برنامه زمانی تولید شامل سه شیفت کاری در روز است. این توابع منعکس‌کننده مسافت باربری متوسط ۲ کیلومتر با شیب ۸ درصد در کاواکی با عمق ۱۲۰ متر در جاده‌های عریض و مناسب است. تابع اولیه برآورد هزینه جاری نیروی انسانی (بر حسب دلار آمریکا) از رابطه ۴-۷۸ محاسبه می‌شود:

$$(78-4) \quad \text{هزینه جاری نیروی انسانی} = 2.407 (x)^{0.782}$$

نسبت هزینه دستمزد واحد تولیدی به دستمزد تعمیر و نگهداری در معادن با ظرفیت بین ۸۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰۰ تن در روز به ترتیب ۶۱ و ۵۳ و در معادن با ظرفیت بین ۵۰۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ تن در روز به ترتیب ۳۹ و ۴۷ درصد است. هزینه تامین برق از رابطه ۴-۷۹ و هزینه لوازم و مواد مصرفی ماشین‌آلات از رابطه ۴-۸۰ به دست می‌آید:

$$(79-4) \quad \text{هزینه جاری الکتریسیته} = 0.0671 (x)^{0.856}$$

$$(80-4) \quad \text{هزینه لوازم و مواد مصرفی ماشین‌آلات} = 1.284 (x)^{0.882}$$

هزینه جاری ماشین‌آلات شامل هزینه تعمیر و نگهداری، قطعات یدکی، روغن کاری، مصرف سوخت و لاستیک است. به منظور برآورد هزینه جاری نیروی انسانی باربری با طول‌های مختلف یا اعماق مختلف کاواک، هزینه تخمینی از رابطه ۴-۷۸ در ضریبی که از رابطه ۴-۸۱ به دست می‌آید، ضرب می‌شود:

$$(81-4) \quad F_L = 0.117(R)^{0.03}(L)^{0.2633}$$

هزینه جاری ماشین‌آلات نیز با استفاده از ضریب حاصل از رابطه ۴-۸۲ تعدیل می‌شود:

$$(82-4) \quad F_E = 0.0564(R)^{0.3}(L)^{0.2633}$$

۴-۳-۶- روش‌های ترکیبی

در این روش‌ها از ترکیبی از روش‌های برآورد هزینه‌ها استفاده می‌شود. بهره‌گیری از نرم‌افزارهای تخمین هزینه فرآیند این مطالعات را تسهیل می‌کند.

یکی از متداول‌ترین نرم‌افزارهای مورد استفاده، نرم‌افزار Sherpa است که هدف از تهیه این نرم‌افزار، بالا بردن سرعت، دقت، اطمینان کافی و همچنین توانایی تشخیص و تخمین هزینه‌ها در هر زمان و هر شرایط است.

۴-۴- اصلاح هزینه‌های برآورد شده

اغلب هزینه‌های مندرج در نشریات ارایه دهنده خدمات برآورد هزینه و مدل‌های توصیف شده، مربوط به سال‌های گذشته است که باید به داده‌های روز تبدیل شوند تا بتوان اطلاعات و هزینه‌های گذشته را برای برآورد هزینه‌های امروز به کار گرفت. همچنین نرخ رقم هزینه داده‌های نشریات ارایه دهنده خدمات برآورد هزینه و مدل‌های توصیف شده، بر اساس واحد پولی رایج همان کشور است. بنابراین انطباق رقم هزینه‌ها به ریال لازم است که باید با توجه به متوسط نرخ تبدیل ارز در هر سال تعدیل شود. بدین منظور لحاظ شاخص‌های به روزرسانی هزینه‌ها و همچنین نرخ تبدیل ارز به ریال در محاسبات ضروری است. شاخص‌های به روزرسانی هزینه‌ای به تفکیک اقلام هزینه زیرساختها و تاسیسات، ساختمان، نیروی انسانی متخصص و ساده و مواد مصرفی در نشریات مهندسی برآورد هزینه منتشر می‌شوند.

به منظور به روزرسانی هزینه‌ها از ضرایب تعدیل آن هزینه به صورت جداگانه استفاده می‌شود (رابطه ۴-۸۳). این ضرایب در هر سال از خارج قسمت شاخص هزینه‌ای روز بر شاخص هزینه‌ای سالی که هزینه‌های آن معلوم بوده است، به دست می‌آید. از حاصل ضرب ضریب تعدیل هزینه در هزینه‌های معلوم در سال مینا، هزینه‌ای روزآمد به دست می‌آید (رابطه ۴-۸۳):

$$\text{هزینه روزآمد شده} = \text{هزینه در سال } x \times \frac{\text{شاخص روز}}{\text{شاخص در سال } x} \quad (۴-۸۳)$$

شاخص مارشال و سوئیف از بهترین شاخص‌های به روزرسانی هزینه‌های سرمایه‌ای به ویژه هزینه ماشین‌آلات و تجهیزات معدن و کارخانه است. در شرایطی که برای روزآمد کردن هزینه‌ها هیچ شاخصی قابل استفاده نباشد، می‌توان از شاخص تورم منتشر شده به وسیله بانک مرکزی استفاده کرد.

فصل ۵

ضوابط مطالعات زیست محیطی

۵-۱- آشنایی

معدنکاری اغلب موجب تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در محیط زیست می‌شود. این تغییرات مواردی همچون تخریب زمین، نشست، آلودگی آب و هوا، تحلیل منابع تجدیدناپذیر، تهدید گونه‌های گیاهی و جانوری در معرض انقراض، اشغال اراضی و تقدم در استفاده از زمین، را در برمی‌گیرد. به منظور تامین منابع مالی به صورت اخذ وام از موسسات مالی، بررسی پروژه‌ها از جنبه رعایت استانداردهای زیست‌محیطی کشور است. قوانین زیست‌محیطی مصوب کشور در مورد مراحل مختلف معدنکاری باید رعایت شود.

۵-۲- طراحی مطالعات زیست‌محیطی

فرآیند طراحی مطالعات زیست‌محیطی، به دلیل تنوع گسترده مطالعات، نیازمند مشارکت متخصصان زیادی است. برای هماهنگی و سرپرستی تیم مورد نظر، فردی با تجربه، متخصص، مسوولیت‌پذیر و با اختیارات لازم برای درک ملزومات قانونی مربوطه و استفاده نهایی از اطلاعات به دست آمده، ضرورت دارد. اعضای تیم شامل مدیر و مهندسان پروژه، متخصصان محیط زیست و متخصصان فنی هستند. ابعاد و گستره مطالعات زیست‌محیطی متناسب با پیشرفت مراحل معدنکاری از اکتشاف تا پس از تعطیلی معدن متفاوت است. در راستای تدوین ضوابط، این مطالعات به عنوان بخشی از امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی، گستره مطالعات زیست‌محیطی ضمن مراحل مطالعات پیش‌امکان‌سنجی و امکان‌سنجی در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرد (جدول ۵-۱).

جدول ۵-۱- طراحی مطالعات زیست‌محیطی و معدنکاری ضمن مراحل امکان‌سنجی

مطالعات زیست‌محیطی	مطالعات طراحی معدنکاری	مرحله پروژه
مطالعات زیست‌محیطی پایه ارزیابی تاثیرات زیست‌محیطی شروع مراحل اخذ مجوز	طراحی پایه استخراج، آزمایش‌های فرآوری جانمایی تاسیسات و تجهیزات معدن و فرآوری زمان‌بندی عملیات	مطالعات پیش‌امکان‌سنجی
ارزیابی زیست‌محیطی جامع و بازنگری طراحی کنترل و اصلاح تاثیرات زیست‌محیطی طراحی بازسازی و بستن معدن برآورد هزینه‌های بازسازی و بستن معدن	طراحی تفصیلی استخراج، مطالعات فرآوری در مقیاس پیش‌هانگ انتخاب روش فرآوری و استحصال برآورد هزینه‌ها و تجزیه و تحلیل درآمد-هزینه منابع تامین مالی	مطالعات امکان‌سنجی

مطالعات زیست‌محیطی پایه شامل بررسی استانداردهای زیست‌محیطی کشور است. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی شامل بررسی تاثیرات احتمالی پروژه بر محیط زیست از جنبه فیزیکی، اجتماعی و زیست‌محیطی است که بررسی تاثیرات ذرات آلاینده آب، هوا و زمین، کیفیت و کمیت آن‌ها، حد آلاینده‌گی مورد نظر و روش کنترل این تاثیرات را در بردارد. آلاینده‌های اکوسیستم، تاثیراتشان و اقدامات اصلاحی پیش‌بینی شده برای کاهش یا حذف پیامدهای احتمالی مورد نظر ضمن مراحل اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی در جدول ۵-۲ آمده است. روند مطالعات زیست‌محیطی و پذیرش مقررات مربوطه که معمولاً به صورت کسب مجوز عملیات است، بر برنامه زمان‌بندی و هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری کل پروژه تاثیر می‌گذارد.

جدول ۵-۲- اثرات و کنترل آلاینده‌ها ضمن عملیات معدنکاری

فرآوری	استخراج	اکتشاف	محیط زیست	
ذرات سوسپانسیون، فلزات سنگین، تغییر pH ، سمی بودن ذرات ناشی از باطله‌های فرآوری، آلودگی آب در معادن نمک و پتاس، کلکتورهای مورد استفاده، سیانیدهای حاصل از استحصال طلا	ذرات سوسپانسیون، فلزات سنگین، تغییر سطح ایستایی، ترکیبات نیتروژن حاصل از مواد منفجره، سوخت‌های فسیلی مورد استفاده در نیروگاه‌ها و موتورهای ماشین‌آلات معدنی	ذرات سوسپانسیون، فلزات سنگین، شوری آب در اثر اکتشاف نمک	آلاینده‌ها	اکوسیستم آب
			تأثیرات	
			اقدامات اصلاحی	
صدمه به آبزیان، تأثیر بر زنجیره غذایی	صدمه به آبزیان و کمیود آب آشامیدنی	احتمال آلودگی آب‌های زیرزمینی و رودخانه‌ها		
بازیابی بهینه آب، بازیافت و کنترل و خنثی‌سازی پساب‌ها	تصفیه آب معدن، طراحی مناسب محدوده باطله‌ها، به کارگیری تجهیزات بارگیری ویژه	پر کردن گمانه‌های اکتشافی و بازسازی، ایزوله کردن آبخیز		
ذرات گرد و غبار، گازها، تبخیر از سد باطله، سیانید هیدروژن متصاعد از باطله‌های طلا، فلزات سنگین، هیدروکربن‌ها، NO_x و SO_2	ذرات گرد و غبار، گازهای حاصل از سوخت ماشین‌آلات، گازها و گرد و غبار ناشی از آتشباری		آلاینده‌ها	اکوسیستم هوا
			تأثیرات	
			اقدامات اصلاحی	
الودگی هوا و ذرات معلق	سر و صدا و ارتعاش			
سیستم مناسب جمع‌آوری ذرات گرد و غبار و پایدارسازی انباشتگاه باطله	پایدارسازی سطح جاده، طراحی مناسب آتشباری به منظور کاهش ارتعاش و سر و صدا			
ذرات گرد و غبار، گازها، تبخیر از سد باطله، SO_2 حاصل از کنسانتره فلزات سنگین، هیدروکربن‌ها، SO_2 و NO_x	انباشتگاه باطله‌ها، روباره‌ها و گیاهان پوششی، راه‌های دسترسی، نشست، تأثیر بر مناطق شهری و خطوط انتقال انرژی	حفریات اکتشافی، راه‌های دسترسی، وسایل اسقاطی رها شده	آلاینده‌ها	اکوسیستم زمین
			تأثیرات	
			اقدامات اصلاحی	
محدودیت استفاده از زمین، تأثیر بر زیبایی منطقه و خروج زهاب‌ها	محدودیت استفاده از زمین، تأثیر بر زیبایی منطقه، نشست زمین، ترافیک	فرسایش، تسطیح زمین به منظور برپاسازی دکل‌های حفاری		
پایدارسازی انباشتگاه باطله، ساخت سد مناسب و غیرقابل نفوذ و بازیابی زهاب	بازسازی، طراحی مناسب انباشتگاه باطله، کاشت دوباره گیاهان، پر کردن، استفاده مجدد زمین، کاهش نشست با پرکردن مناسب و طراحی مناسب پایه‌ها و طراحی مناسب جاده‌ها	بازسازی، طراحی مناسب جاده‌های دسترسی		

۵-۳- مطالعات زیست‌محیطی پروژه‌های معدنی

مطالعات زیست‌محیطی، در همه مراحل عملیات معدنکاری به ویژه اکتشاف، استخراج، بازسازی معدن و استخراج کوچک‌مقیاس باید انجام گیرد. برنامه مدیریت زیست‌محیطی مجموعه فعالیت‌هایی است که با انجام آن‌ها تضمین حاصل شود که عملیات با ملزومات قانونی همسانی دارند و اهداف اجرایی نهایی به وسیله شرکت تنظیم شود. این برنامه باید با مستندسازی همه اطلاعات، طرح‌ها، اهداف، سیاست‌ها، مقررات، مقاصد و سیستم‌های مدیریت معدنی شروع شود. بر اساس ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی،

چگونگی تاثیر فعاليت معدنکاری بر جوامع محلی، حیات وحش، استفاده زمین و به طور عمومی اکولوژی منطقه مشخص شود. تغییرات رژیم‌های آب و سطح زمین، محل‌های انباشت باطله‌های معدن و فرآوری، همچنین پیامدهای دیگر مثل حمل و نقل باید بررسی شود. روند ارزیابی اثرات زیست‌محیطی شامل اجرای مطالعات پایه زیست‌محیطی به منظور تعیین تاثیرات پروژه پیشنهادی بر محیط، شامل محیط زیست طبیعی و انسانی است. این تاثیرات طی دوره زمانی کوتاه مدت و بلند مدت شناسایی می‌شوند. ارزیابی اثرات زیست محیطی به صورت روند منطقی زیر انجام می‌شود:

- اخذ مجوزهای زیست‌محیطی لازم زیر نظر وزارت صنعت، معدن و تجارت
- انتخاب شیوه ارزیابی
- بررسی گستره پیامدها و واکنش‌های اجتماعی
- تهیه گزارش تاثیرات زیست‌محیطی
- بازنگری عمومی گزارش تاثیرات زیست‌محیطی توسط مراجع قانونی
- موافقت و یا رد زیست‌محیطی و تنظیم شرایط بهینه
- کنترل و گزارش

۵-۴- گزارش تاثیرات زیست‌محیطی

پیش‌بینی پیامدهای ناخواسته و غیرمستقیم، مهم‌ترین چالشی است که معدنکاری در مدیریت این تاثیرات با آن مواجه می‌شود. یکی از راهکارهای شرکت‌ها به منظور حصول اطمینان از شناخت تاثیرات زیست‌محیطی پروژه‌های معدنی و کنترل تاثیرات زیانبار آن برای مقابله با این مشکلات، تهیه گزارش تاثیرات زیست‌محیطی است. محتوای گزارش تاثیرات زیست‌محیطی شامل موارد زیر است:

- تعیین محدودیت زیست‌محیطی توسعه معدنکاری در زمان اجرای پروژه
- فراهم‌سازی طرح برای مدیریت و حفاظت زیست‌محیطی
- تعیین پارامترهای کلیدی زیست‌محیطی در روند پایش زیست‌محیطی ضمن دوره تولید
- اخذ مجوزها و موافقت‌نامه‌های اجرایی
- حصول اطمینان از آگاهی تصمیم‌گیران و جامعه از تاثیرات بر محیط زیست و نوع اقدامات اصلاحی پیشنهادی

۵-۴-۱- اطلاعات مورد نیاز

داده‌های مورد نیاز برای تهیه گزارش‌های زیست محیطی که برای ارزیابی زیست‌محیطی پروژه‌های معدنی لازم است، به شرح زیر است:

الف- مالکیت زمین

جزئیات مالکیت زمین، واگذاری و نحوه استفاده از زمین موجود، بخش مهمی از این گزارش را تشکیل می‌دهد. متقاضی محدوده‌های اکتشافی باید مطابق مقررات وزارت صنعت، معدن و تجارت وضعیت مالکیت و قوانین مرتبط با آن را اخذ کند. به جنبه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی، حریم‌های مناطق حفاظت شده و دارای ارزش باستانی باید توجه شود. پروژه‌های برنامه‌ریزی و

اجرا شده با همکاری مردم بومی منطقه منجر به تأثیرات اجتماعی منفی کمتری می‌شود. در این صورت به احتمال زیاد، پروژه‌های معدنی بدون تاخیر و صرف زمان و هزینه زیادی پیشرفت می‌کنند زیرا هر گونه توسعه‌ای علاوه بر این که به نفع شرکت‌های معدنی است، تأثیرات بلند مدت مثبت و منفی اجتماعی بر مردم محلی خواهد داشت.

ب- داده‌های آب و هوایی

به منظور بررسی آب و هوای محلی باید داده‌های مربوطه با نزدیک‌ترین ایستگاه‌های سینوپتیک کنترل شود. این داده‌ها مواردی همچون میزان بارش، تبخیر، امتداد و سرعت وزش باد، رطوبت نسبی، ماکزیمم و مینیمم دما و فشار هوا را در برمی‌گیرد.

پ- پوشش گیاهی

مطالعه و بررسی جامع پوشش گیاهی شامل تهیه لیست انواع گونه‌های زمینی و آبی پوشش گیاهی، بررسی داده‌های جمعیت و تراکم گونه‌های گیاهی، شناسایی گونه‌های با ارزش، کمیاب یا در معرض انقراض است.

ت- پوشش جانوری

مطالعه و بررسی جامع پوشش جانوری شامل تهیه لیست انواع گونه‌های زمینی، آبی، پرنده‌گان، بررسی داده‌های جمعیت و تراکم گونه‌های جانوری، جمعیت گونه‌های پایدار و مهاجر، محل‌های سکونت طبیعی و شناسایی گونه‌های با ارزش، کمیاب یا در معرض انقراض است.

ث- تجزیه و تحلیل عوارض زمین

این مطالعه باید بررسی زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی، زهکشی، مطالعه آب‌های زیرزمینی، طبقه‌بندی خاک و پتانسیل فرسایش خاک را در برگیرد.

ج- کیفیت هوا

مطالعه و بررسی کیفیت هوا شامل بررسی انتشار آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی برای پیش‌بینی ترازهای مورد انتظار ذرات، ریزگردها و غبار، بخارات مضر، تمرکز دی‌اکسید گوگرد و گازهای دیگر است.

چ- کیفیت آب

برنامه مطالعه و بررسی کیفیت آب به منظور کسب اطلاعات آب‌شناسی آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های معدنی برای بررسی کیفیت آب سطحی و زیرزمینی باید طراحی شود.

ح- ایمنی مواد شیمیایی و انباشتگاه باطله

مطالعاتی همچون شناسایی مواد شیمیایی مصرفی پیش‌بینی شده، موقعیت و مشخصات انبار پیشنهادی، برنامه‌ریزی و تنظیمات انباشتگاه باطله باید از همان مراحل اولیه مورد ملاحظه قرار گیرد.

۵-۴-۲- سرفصل‌های تهیه گزارش‌های زیست‌محیطی

گزارش‌های زیست‌محیطی باید دارای سرفصل‌های زیر باشد:

الف- اطلاعات کلی و اهداف پروژه

- مقدمه و هدف پروژه

- وضعیت ساختگاه پروژه و مالکیت
- اهداف گزارش ارزیابی زیست‌محیطی
- ملزومات قانونی

ب- وضعیت زمین‌شناسی

- ساختگاه زمین‌شناسی، وضعیت منابع و ذخایر معدنی
- عملیات اکتشافی و استخراجی قبلی

پ- توصیف پروژه

- ویژگی‌های پروژه و محدودیت‌های ساختگاهی
- ظرفیت تولید
- طرح استخراج و برداشت روباره و میان لایه
- ملاحظات ژئوتکنیکی
- حمل و نقل مواد معدنی، باطله، کنسانتره و مواد شیمیایی
- زیرساخت‌ها
- فعالیت‌های خدماتی شامل انباشتگاه باطله و پساب، انبار مواد شیمیایی و جابه‌جایی، کنترل آسیب و خدمات پزشکی
- نیروی انسانی مورد نیاز در مراحل مختلف

ت- جابه‌جایی مواد معدنی و حمل و نقل محصول

- بررسی روش حمل و نقل (بارگیری-باربری) مواد خام
- جابه‌جایی مواد معدنی و حمل و نقل محصول
- گزینه‌های مختلف جانمایی و تاثیرات آن بر میزان حمل و نقل

ث- مدیریت آب

- استراتژی مدیریت آب
- منابع آب در دسترس سطحی و زیرزمینی در ساختگاه و اهمیت محلی، منطقه‌ای و ملی منابع آب
- آب مصرفی مورد نیاز شامل کارخانه فرآوری و فرونشانی ذرات گرد و غبار و مصارف صنعتی، بهداشتی و نظایر آن
- سیستم کنترل وضعیت آب سطحی و زیرزمینی، آب آشامیدنی و پساب‌ها به همراه شبکه کنترل آب از جنبه سرعت جریان
- مدلسازی تراز آب، ورودی‌ها و خروجی‌ها (بیلان)
- ظرفیت تولید زهاب اسیدی و روش‌های کنترل آن

ج- احیای زمین

- ملزومات قانونی
- کاربری‌های مختلف زمین پس از معدنکاری

- ضوابط طراحی تغییرات موقتی و نهایی سطح زمین در اثر عوامل طبیعی شامل تعیین محل روباره برداشت شده و قابلیت زمین پس از استخراج

- احیای پوشش گیاهی شامل برداشت روباره و تسطیح زمین، شکل‌دهی نهایی، آماده‌سازی سطح زمین، نوع پوشش گیاهی، کاشت درختان، آزمون‌های برجا و کنترل احیای زمین و طرح مدیریت زمین

چ- ارزیابی تاثیرات زیست‌محیطی

- وضعیت طبیعی زمین

- برداشت و توصیف نیمرخ خاک شامل مشخصات عمومی خاک، نتایج تحلیلی، آلاینده‌گی خاک بدون دخالت انسان، در دسترس بودن گیاه و محیط زیست برای آلاینده‌گی طبیعی

- بررسی مناسب بودن خاک برای لایه‌برداری، انباشت و پوشش سطحی

- بررسی وسعت، قابلیت و خطر فرسایش خاک

- آمار انتشار آلاینده‌ها از باطله‌ها، روباره‌ها، باطله‌های فرآوری، لجن‌ها، سرباره‌ها، کنسانتره‌ها، گرد و غبار، دودها، هیدروکربن‌ها و سایر باطله‌های فرآوری به خاک‌ها

- تمرکز و در دسترس بودن زیست‌محیطی فلزات، هیدروکربن‌ها و سایر آلاینده‌ها به خاک‌ها

- ارزیابی و کنترل زیست‌محیطی خاک‌ها شامل پیش‌بینی بلند مدت و کوتاه مدت تاثیر آلاینده‌ها بر کیفیت خاک، مدیریت شیمیایی و بررسی کاهش خطر فرسایش

- بررسی پتانسیل آلودگی آب و برنامه پایش

- بررسی شرایط اقلیمی شامل منابع داده‌ها، باده‌ها، تندبادهای شدید، بارش، تبخیر، دما، رطوبت و یخبندان

- مطالعه و ارزیابی تاثیرات پروژه بر کیفیت هوا

- معیارهای کوتاه مدت و بلند مدت بررسی کیفیت هوا

- بررسی پتانسیل ایجاد ریزگرد، غبار، بخارات و گازهایی نظیر CO ، NOx و CO_2 به محیط زیست

- مدل‌سازی و پیش‌بینی تاثیرات بلند مدت و کوتاه مدت کیفیت هوا

- برررسی معیار سلامتی

- بررسی پتانسیل آلودگی صوتی

- روش‌های کاهش آلودگی صوتی

- بررسی تاثیرات آتشیاری

- بررسی پوشش گیاهی از جنبه تنوع گونه‌های گیاهی موجود، در معرض انقراض، کمیاب یا در معرض خطر

- بررسی جنگل‌های عمومی و زمین‌های کاملاً هموار و پوشش گیاهی در راستای آبراهه‌ها

- ارزیابی تاثیر پروژه بر پوشش گیاهی، گونه‌های جانوری و تنوع زیست‌محیطی

- بررسی وضعیت مالکیت زمین

- بررسی زیبایی‌شناسی شامل انواع مشخصات و کیفیت مناظر طبیعی موجود، محل‌های استقرار روباره خارج از کاواک

- ارزیابی تاثیرات پروژه بر زیبایی‌شناختی محیطی
- بررسی وضعیت حمل و نقل منطقه‌ای
- ارزیابی تاثیرات حمل و نقل بر محیط زیست
- ارزیابی تاثیرات مثبت و منفی اجتماعی-اقتصادی پروژه بر منطقه و جامعه
- مسکن و خدمات و تسهیلات اجتماعی شامل جمع‌آوری فاضلاب و زباله، تامین آب، آموزش، خدمات درمانی و بهداشتی، زیرساخت‌های اجتماعی

ح- برنامه پایش زیست‌محیطی

- برنامه پایش آب
- برنامه پایش هوا
- برنامه پایش خاک
- برنامه پایش آلودگی صوتی
- برنامه احیای زمین

خ- پیامدهای زیست‌محیطی خاص

- پتانسیل تولید گازهای گلخانه‌ای
- پتانسیل تولید انواع ایزومرهای کلردار بی‌فنیل
- تاثیر لاستیک‌های قراضه
- ریسک تصادفات سانحه‌برانگیز

۵-۵- قوانین تجربی

پذیرش ضوابط زیست‌محیطی و شفافیت کامل عملکرد در این زمینه به وسیله شرکت‌های معدنی، منافع عمومی و ملی را در بردارد و موجب صرفه‌جویی پول و زمان برای شرکت‌ها و دولت می‌شود. هزینه کنترل آلودگی معدنکاری و فرآوری مواد معدنی در حدود ۱۷ درصد کل هزینه‌های سرمایه‌ای پروژه است. این هزینه سه برابر هزینه‌ای است که برای کنترل آلودگی سایر صنایع، صرف می‌شود. مدیریت زیست‌محیطی پروژه‌های معدنی با استفاده از قوانین تجربی برای انتخاب جانمایی محل، زهکشی محل و حفاظت از ریزش، تامین آب و جلوگیری از انتشار گرد و غبار در جدول ۵-۳ ارائه شده است.

جدول ۵-۳- قوانین تجربی مدیریت زیست‌محیطی

عنوان	قانون تجربی
جانمایی محل	اگر کارخانه فرآوری در نزدیکی معدن باشد، تأثیرات زیست‌محیطی و در نتیجه هزینه‌های مربوطه کاهش می‌یابد. اگر باطله‌های فرآوری از کارخانه پمپ شوند، آلودگی و اختلال کمتری ایجاد می‌شود و هزینه‌های کمتری نسبت به بارگیری مواد معدنی با کامیون در طول فاصله مشابه دارد. در معادن زیرزمینی که بخشی از باطله‌های فرآوری برای پر کردن دستی یا هیدرولیکی اختصاص یافته، تأثیرات زیست‌محیطی و هزینه‌های مربوطه کمتر است. دفا تر اداری تا حد ممکن در نزدیکی معدن باشد تا سطح اغتشاش کمتر، ارتباطات بهتر و زمان حمل و نقل کوتاه‌تر شود. وقتی کمپ معدنی با زیرساخت‌هایش یکپارچه است، محوطه کمپ تا حد امکان در نزدیکی معدن باشد تا تأثیرش از خدمات و تجهیزات حداقل شود. بدین ترتیب سطح فضایی که مغشوش می‌شود کمتر، زمان طی مسیر کمپ تا معدن و بالعکس کوتاه‌تر و در نتیجه هزینه‌ها کمتر است.
زهکشی محل و حفاظت از ریزش	گودال‌های زهکش برای محافظت تاسیسات و تجهیزات معدن برای توسعه بیشترین آهنگ جریان طی ۱۰۰ سال و نمودارهای بارش شدید ۲۴ ساعته طراحی شود. سدهای اطراف مزارع مخزن برای نگه داشتن ۱۰۰ درصد ظرفیت بزرگترین مخزن به علاوه ۱۰ درصد ظرفیت باقی مانده مخازن طراحی شود.
تامین آب	اگر برای آتش‌نشانی از چاه آب بدون انبار اضافی استفاده می‌شود، حداقل ظرفیت ۴۰ گالن در دقیقه طی دو ساعت مداوم در طول خشک‌ترین دوره سال در نظر گرفته شود. به منظور تهیه آب آشامیدنی، کلر به میزان ۲ میلی‌گرم در لیتر به آب اضافه شود.
جلوگیری از انتشار گرد و غبار	اگر اندازه ذرات گرد و غبار بیش از ۱۰ میکرون باشد، گرد و غبار منتشر شده ناشی از حمل و نقل مواد معدنی، در هوا باقی نخواهد ماند.

فصل ۶

مطالعات بازار و برآورد درآمد

۶-۱-۱ آشنایی

اجرای پروژه با استفاده از منابع موجود نظیر مواد اولیه، منابع انسانی و تکنولوژی، زمانی تحقق می‌یابد که مفاهیم اولیه بازار نظیر تقاضاهای فعلی، مزیت‌های رقابتی واردات و صادرات و نظایر آن‌ها تعیین شده باشد. مطالعات بازار به عنوان بخشی از فرآیند مطالعات امکان‌سنجی باید با دقت و با هدف حصول اطلاعات یاد شده در زمان مناسب انجام شود. در مقدمه گزارش مطالعه بازار، باید خلاصه‌ای از تاریخچه محصولات مورد بررسی، هدف از اجرای طرح و محل اجرای طرح، معرفی محصولات، معرفی پروژه، دانش فنی به کار رفته، تحلیل جایگاه طرح مورد بررسی در سیاست‌های کلان اقتصادی کشور و کلیات در برگیرنده ویژگی‌ها و مزایای طرح ارائه شود.

۶-۲-۱ قیمت مواد اولیه و فروش محصولات طرح

در این بخش باید نحوه تامین مواد اولیه به لحاظ داخلی و یا وارداتی بودن و قیمت و فروش محصولات طرح تعیین شود. در صورت وارداتی بودن مواد اولیه، قیمت‌های جهانی و در صورت داخلی بودن آن‌ها قیمت‌های مستند از شرکت‌های ارائه‌کننده بیان می‌شود. قیمت فروش باید متناسب با مشخصات فنی ارائه شده از سوی کارشناس فنی و نرخ‌های تعرفه گمرکی شامل سود بازرگانی و حقوق و عوارض گمرکی متعلق به محصول لحاظ شود. در ارائه قیمت‌های جهانی هزینه‌های حمل و نقل و گمرکی به صورت جداگانه ارائه می‌شود. قیمت واقعی محصولات با توجه به قیمت‌های محصولات در واحدهای مشابه داخلی و قیمت‌های جهانی با احتساب هزینه‌های حمل و نقل و گمرکی، پیش‌بینی می‌شود.

۶-۳-۱ عرضه

برای آگاهی از وضعیت عرضه باید وضعیت تولید داخلی و واردات طی حداقل ۵ سال گذشته بررسی شود. از مجموع میزان تولید داخلی و واردات، میزان عرضه کل به دست می‌آید.

۶-۳-۱-۱ تولید داخلی

به منظور آگاهی از تولید داخلی، باید تعداد واحدهای فعال، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملیاتی و روند تولید طی سال‌های گذشته بررسی شود. در مورد طرح‌هایی که بخش قابل توجهی از نیاز بازار به وسیله تعداد محدودی از واحدها تامین می‌شود، وضعیت عملکرد این واحدها باید مورد بررسی قرار گیرد. آمار و اطلاعات مربوط به عرضه داخلی محصول از منابع زیر به دست می‌آید:

- وزارت صنعت، معدن و تجارت
- استعلام از بخش‌های تخصصی فعال وزارت صنعت، معدن و تجارت در هر صنعت خاص
- مرکز آمار ایران
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران
- اتحادیه‌ها و انجمن‌های تخصصی
- سازمان‌ها و وزارتخانه‌های مرتبط با صنعت مورد بررسی

- واحدهای اصلی تولیدکننده محصول
 - پژوهش‌ها و مطالعات انجام شده پیشین
 - پایگاه‌های اطلاع‌رسانی داخلی و خارجی
 - سازمان نظام مهندسی معدن ایران
 - سایر منابع در دسترس
- آمارهای تولید به صورت جدول ۶-۱-۱ ارائه می‌شود.

جدول ۶-۱-۱- وضعیت واحدهای فعال به تفکیک ظرفیت اسمی، عملیاتی و تولید واقعی و راندمان در سال

واحد نام	استقرار محل	ظرفیت اسمی	ظرفیت عملیاتی	واقعی تولید	راندمان	واحد سنجش
جمع						

۶-۳-۲- واردات

در این بخش باید حجم، ارزش ریالی و ارزش دلاری واردات محصولات ارائه می‌شود. بدین منظور باید تعرفه‌ها و سود بازرگانی، شناخت دقیق کد تعرفه گمرکی تخصیصی، ارائه کشورهای مبدا و میزان واردات از هر کشور، بررسی و تحلیل کارشناسی میزان واردات رسمی و غیررسمی و تفکیک آن‌ها و ارائه میزان و ارزش واردات مورد توجه قرار گیرد. آمار واردات باید به صورت جدول ۶-۲-۱ ارائه شود.

جدول ۶-۲-۱- میزان و ارزش واردات طی سال‌های آینده

سال	میزان واردات	ارزش ریالی	ارزش دلاری
جمع			

اطلاعات این بخش از سالنامه بازرگانی خارجی جمهوری اسلامی، مرکز نقطه تجاری ایران، فعالان صنعت و بازرگانان و سایر مراکز آماری مربوطه به دست می‌آید.

۶-۴-۱- پیش‌بینی امکانات عرضه

در این بخش باید امکانات عرضه داخلی محصول و نحوه تامین محصول از طریق واردات پیش‌بینی شود.

۶-۴-۱-۱- پیش‌بینی امکانات عرضه داخلی

برای پیش‌بینی امکانات عرضه داخلی باید ظرفیت عملیاتی واحدهای فعال، طرح‌های توسعه‌ای این واحدها و طرح‌های در دست اجرا محاسبه شده و متناسب با پیشرفت فیزیکی طرح‌های توسعه‌ای و در دست اجرا، مجموع امکانات عرضه داخلی برای سال‌های آتی ارائه شود. امکانات عرضه داخلی طی سال‌های آینده باید به صورت جدول ۶-۳-۱ ارائه شود.

جدول ۳-۶- پیش‌بینی امکانات عرضه طی سال‌های آینده

						سال
						شرح
						ظرفیت عملیاتی واحدهای فعال
						ظرفیت عملیاتی طرح‌های توسعه‌ای
						ظرفیت عملیاتی طرح‌های در دست اجرا
						جمع

۶-۴-۲- پیش‌بینی واردات

با توجه به امکانات عرضه، قدرت رقابت‌پذیری آن با محصولات خارجی و همچنین روند واردات طی سال‌های گذشته و سایر عوامل تاثیرگذار بر روند واردات، میزان واردات طی سال‌های آتی ارایه می‌شود. پیش‌بینی واردات طی سال‌های آینده باید به صورت جدول ۴-۶ ارایه شود.

جدول ۴-۶- پیش‌بینی امکانات واردات طی سال‌های آینده

میزان واردات	سال	شرح
		جمع

پیش‌بینی امکانات عرضه و واردات طی سال‌های آینده به فرم جدول ۵-۶ ارایه می‌شود.

جدول ۵-۶- پیش‌بینی کل امکانات عرضه (تولید داخلی + واردات) طی سال‌های آینده

			سال
			شرح
کل امکانات عرضه	میزان واردات	امکانات عرضه داخلی	
			جمع

۶-۵- تقاضا

داده‌ها و اطلاعات مربوط به تقاضا شامل دو بخش تقاضای خارجی و داخلی است.

۶-۵-۱- تقاضای خارجی

در این بخش اطلاعات صادرات طی سال‌های گذشته ارایه می‌شود. در این مورد شناخت دقیق کدهای تعرفه گمرکی مربوط به کالای مورد بررسی و تحلیل وضعیت صادرات از نظر میزان، تحلیل کمی و کیفی، ترکیب و ارزش وزنی و ریالی صادرات، ضروری است. اطلاعات صادرات به صورت جدول ۶-۶ ارایه می‌شود.

جدول ۶-۶- میزان و ارزش صادرات طی سال‌های آینده

شرح	سال	میزان صادرات	ارزش ریالی	ارزش دلاری

اطلاعات مربوط به میزان صادرات از سالنامه بازرگانی خارجی جمهوری اسلامی، فعالان صنعت و بازرگانان، اتاق‌های بازرگانی و سایر موارد مشابه به دست می‌آید.

۶-۵-۲- تقاضای داخلی

تقاضای داخلی بر اساس شاخص مصرف ظاهری بیان می‌شود. این شاخص از تفاضل صادرات از مجموع تولید داخلی و واردات به دست می‌آید و به صورت جدول ۶-۷ ارایه می‌شود.

جدول ۶-۷- برآورد مصرف ظاهری طی سال‌های آینده

شرح	سال	تولید داخلی	واردات	صادرات	مصرف ظاهری

از مجموع داده‌های تقاضای داخلی و صادرات، میزان کل تقاضا به دست می‌آید.

۶-۶-۱- پیش‌بینی تقاضا

پیش‌بینی تقاضا شامل دو بخش داخلی و خارجی است.

۶-۶-۱-۱- پیش‌بینی تقاضای داخلی

پیش‌بینی تقاضای داخلی یکی از مهم‌ترین بخش‌های مطالعات بازار است و با استناد به پیش‌بینی‌های انجام شده در این بخش، وضعیت آتی تقاضا بررسی می‌شود. برای پیش‌بینی تقاضا روش‌های مختلفی وجود دارد که متاثر از نوع محصول و آمار و اطلاعات در دسترس است. این روش‌ها شامل روش‌های اقتصادسنجی، روند گذشته، سطح مصرف، ضریب مصرف، فرآیند مارکو، روند متغیر، تحلیل بودجه خانوار، مقایسه بین‌المللی و روش استفاده از شاخص‌های راهنما است. روش معمول پیش‌بینی تقاضا روش تداوم روند قبلی است. در این روش با فرض این که روند مصرف در سال‌های آتی مشابه روند سال‌های گذشته خواهد بود، از رشد متوسط

تقاضای سال‌های قبل به منظور پیش‌بینی میزان مصرف استفاده می‌شود. پس از انتخاب شیوه مناسب پیش‌بینی تقاضا، نتایج حاصل در قالب جدول ۶-۸ ارایه می‌شود.

جدول ۶-۸- پیش‌بینی تقاضای داخلی طی سال‌های آینده

شرح	سال	تقاضای داخلی بینی پیش

۶-۶-۲- پیش‌بینی تقاضای خارجی

در این بخش، با توجه به الگوهای مختلف پیش‌بینی تقاضا، که الزاما با الگوی پیش‌بینی تقاضای داخلی مشابه نیست و همچنین اطلاعات در دسترس در زمینه بازار جهانی و روند گذشته صادرات محصول مورد بررسی، پیش‌بینی صادرات به شرح جدول ۶-۹ انجام می‌شود.

جدول ۶-۹- پیش‌بینی تقاضای خارجی طی سال‌های آینده

شرح	سال	بینی صادرات پیش

و پیش‌بینی تقاضای کل به صورت جدول ۶-۱۰ ارایه می‌شود.

جدول ۶-۱۰- پیش‌بینی کل تقاضا برای سال‌های آینده

شرح	سال	تقاضای داخلی	تقاضای خارجی	کل تقاضا

۶-۷- تحلیل موازنه پیش‌بینی امکانات عرضه و تقاضا

از مقایسه جدول‌های مربوط به امکانات عرضه و پیش‌بینی تقاضا، وضعیت آینده تحلیل می‌شود. در تدوین جدول موازنه امکانات عرضه و تقاضا باید علاوه بر امکانات عرضه داخلی، به روند واردات و در بخش پیش‌بینی تقاضا، علاوه بر پیش‌بینی تقاضای داخلی به امکانات صادرات نیز توجه شود. از مقایسه پیش‌بینی امکانات عرضه و پیش‌بینی تقاضا، وضعیت آینده، تحلیل و میزان کمبود و یا مازاد بررسی و نتایج به صورت جدول ۶-۱۱ ارایه می‌شود.

جدول ۶-۱۱- پیش‌بینی امکانات عرضه و تقاضا برای سال‌های آینده

شرح	سال	بینی عرضه پیش	تقاضا بینی پیش	کمبود بینی پیش	مازاد

۶-۸- بررسی بازار جهانی

بررسی بازار جهانی شامل تولید، مصرف، قیمت و فروش جهانی محصول طی سال‌های گذشته است. روند این داده‌ها طی سال‌های آتی پیش‌بینی می‌شود. تحلیل‌های وضعیت تجارت جهانی و بازارهای هدف و مزیت‌های رقابتی محصول مورد بررسی نیز در مقایسه با محصولات مشابه وارداتی، ارایه می‌شود. با مطالعه و تحلیل ارکان مطالعه بازار، دستیابی به نتایج مشخص کاربردی و در نتیجه توجیه‌پذیری اجرای پروژه، قابل پیش‌بینی است و نتایج مطالعات، منجر به پیشنهاد در زمینه اجرا یا عدم اجرای طرح می‌شود.

۶-۹- راهنمای پیش‌بینی درآمد

به منظور برآورد درآمد طی سال‌های تولیدی معدن، باید میزان تولید طی سال‌های عمر معدن و کارخانه پیش‌بینی شده و نیز قیمت فروش آن برآورد شود.

۶-۹-۱- پیش‌بینی تولید

با در نظر گرفتن برنامه زمان‌بندی معدن و کارخانه فرآوری، زمان راه‌اندازی آزمایشی و آغاز بهره‌برداری و نیز برنامه تولید تا رسیدن به حداکثر ظرفیت عملیاتی طی سال‌های آینده مشخص می‌شود (جدول ۶-۱۲).

جدول ۶-۱۲- پیش‌بینی تولید

شرح	سال				
	-----	-----	-----	-----	-----
درصد استفاده از ظرفیت عملی					
تولید محصول قابل فروش					

۶-۹-۲- برآورد قیمت فروش محصول

در گام نخست باید محصول قابل فروش که بستگی به طرح مورد بررسی دارد، تعیین شود. اگر محصول قابل فروش فلزات بورس باشد، قیمت آن در بازارهای بورس جهانی و داخلی طی سال‌های گذشته بررسی می‌شود. قیمت فروش از روش‌های پیش‌بینی قیمت که مشابه روش‌های گفته شده در بخش پیش‌بینی تقاضای داخلی است، برآورد می‌شود. اگر محصول قابل فروش کنسانتره فلزات باشد، پس از محاسبه مقدار بازگشت خالص از کارخانه ذوب، ارزش خالص کنسانتره در معدن به دست می‌آید. محاسبه مقدار بازگشت خالص از کارخانه ذوب و ارزش خالص کنسانتره در معدن بر اساس قراردادهای فروشی که با کارخانه ذوب منعقد می‌شود، انجام می‌گیرد. این قراردادها باید تمام جنبه‌های خرید و فروش کنسانتره از لحظه خروج از معدن تا زمان انجام آخرین

پرداخت را در برداشته باشد. روند محاسبه مقدار بازگشت خالص از کارخانه ذوب و ارزش خالص کنسانتره در معدن به صورت زیر است:

الف - محاسبه مقدار بازگشت خالص از کارخانه ذوب

قیمت فلزات پایه از قبیل مس، سرب و روی و سایر فلزات بر مبنای فلز تصفیه شده ارایه می‌شود. پولی که از کارخانه ذوب بابت کنسانتره عاید می‌شود، به بازگشت خالص از کارخانه ذوب موسوم است. با فرض تولید کنسانتره‌ای با عیار G درصد، میزان فلز موجود در هر تن کنسانتره (CM) از رابطه ۱-۶ به دست می‌آید:

$$CM = \frac{G}{100} \quad (1-6)$$

اگر قیمت بازار P دلار بر تن باشد، در آن صورت قیمت فلز محتوی محصول (CV) از رابطه ۲-۶ به دست می‌آید:

$$CV = \frac{G}{100} \times P \quad (2-6)$$

به منظور در نظر گرفتن افت عملیات ذوب و تصفیه، کارخانه ذوب فقط بابت بخشی از فلز موجود در کنسانتره هزینه پرداخت می‌کند. این کسر کردن به یکی از سه صورت کسر درصدی، کسر واحدی و ترکیبی از کسر درصدی و واحدی انجام می‌گیرد.

عیار موثر کنسانتره (G_e) از رابطه ۳-۶ حاصل می‌شود:

$$G_e = \frac{C}{100} (G - u) \quad (3-6)$$

که در آن:

u کسر واحدی ثابت (بر حسب درصد)

C درصد تایید شده محتوای فلز (بر حسب درصد)

در یک تن کنسانتره، محتوای فلزی که پول بابت آن پرداخت می‌شود (M_e) از رابطه ۴-۶ به دست می‌آید:

$$M_e = \frac{C}{100} \times \frac{G - u}{100} \quad (4-6)$$

کارخانه‌های ذوب، گاه فقط درصد معینی از قیمت روز بازار را پرداخت می‌کنند. در این صورت ارزش ناخالص هر تن کنسانتره (GV) برابر با $M_e \times Pf$ خواهد شد که f ضریب قیمت و ارزش ناخالص (دلار بر تن کنسانتره) است. برای به دست آوردن بازگشت پایه از کارخانه ذوب باید هزینه‌های فرآوری تکمیلی و ذوب، تصفیه و فروش نیز در نظر گرفته شوند. معادله اصلی به صورت رابطه ۵-۶ است:

$$BSR = M_e (Pf - r) - T \quad (5-6)$$

که در آن:

r هزینه تصفیه و فروش

T هزینه‌های فرآوری تکمیلی و ذوب

معمولا عناصر یا فلزات دیگری نیز در کنسانتره وجود دارند. وجود آن‌ها به اعتبار محصول جانبی، ممکن است مزیت محسوب شود و جایزه‌ای معادل Y به ارزش آن بیفزاید و یا اینکه عنصر مزاحم باشد و جریمه‌ای معادل X را به فروشنده تحمیل کند. بازگشت خالص از کارخانه ذوب در حالت کلی به صورت رابطه ۶-۶ است:

$$NSR = M_e(Pf - r) - T - X + Y \quad (6-6)$$

که در آن:

X هزینه جریمه مقدار بیش از حد عناصر مزاحم موجود در کنسانتره

Y جایزه محصولات جنبی با ارزش قابل‌بازیابی در کنسانتره

NSR خالص پرداختی

با در نظر گرفتن رابطه $P_e = Pf - r$ که در آن P_e قیمت موثر فلز (پس از کسورات قیمت و هزینه‌های تصفیه) است، NSR به صورت ساده ۶-۷ در می‌آید:

$$NSR = M_e P_e - T - X + Y \quad (7-6)$$

قراردادهای بلند مدت ذوب و تصفیه، اغلب شرایط تعدیل هزینه و قیمت را نیز در بردارد. تعدیل هزینه‌های تصفیه (e_1) به پنج روش مجزا انجام می‌شود. هزینه‌های فرآوری تکمیلی و ذوب (e_2) معمولا به روش پیش‌بینی شده یا شاخص‌های هزینه تعدیل می‌شود. با اعمال تعدیل، معادله کلی NSR به صورت رابطه ۶-۸ در می‌آید.

$$NSR = M_e(Pf - r \pm e_1) - (T_1 \pm e_2) - X + Y \quad (8-6)$$

ب- محاسبه ارزش خالص کنسانتره در معدن

ارزش خالص کنسانتره در معدن به "درآمد در معدن" موسوم است. این مقدار با کسر هزینه تحقق درآمد از بازگشت خالص از کارخانه ذوب به دست می‌آید و هزینه تحقق درآمد و اقلامی نظیر حمل، بیمه، کمیسیون‌های عوامل فروش و هزینه‌های نمایندگی در کارخانه ذوب در موقع توزین و نمونه‌گیری را پوشش می‌دهد. نسبت بین AMR و ارزش کل فلز موجود در کنسانتره (CV)، به درصد پرداخت شده (PP) موسوم است و از رابطه ۶-۹ به دست می‌آید:

$$PP = 100 \times \frac{AMR}{CV} \quad (9-6)$$

برای کنسانتره فلزات پایه، درصد پرداخت شده از کمتر از ۵۰ درصد تا بیش از ۹۵ درصد تغییر می‌کند. در نهایت برآورد درآمد بر اساس برنامه فروش سالانه به صورت جدول ۶-۱۳ ارائه می‌شود.

جدول ۶-۱۳ - برآورد درآمد سالانه

n	-----	-----	-----	-----	سال
					شرح
					قیمت محصول قابل فروش
					برنامه فروش
					برآورد درآمد

فصل ۷

ارزیابی اقتصادی پروژه‌های معدنی

۷-۱- آشنایی

مهم‌ترین دلایل توجیه هر طرح، وضعیت اقتصادی آن است. کسب سهمی مناسب از بازار، گسترش بازار هدف و برخورداری از شاخص‌های مهم اقتصادی و مالی از مهم‌ترین اهداف هر بنگاه اقتصادی برای ایجاد یا توسعه هر طرح معدنی است. در کنار این موارد، از جنبه‌های ملی و کلان اقتصادی نیز باید ویژگی‌های طرح مورد بررسی قرار گیرد.

۷-۲- ارزیابی اقتصادی پروژه‌های معدنی

ارزیابی اقتصادی، آخرین مرحله از مجموعه مطالعات امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی است. هدف از ارزیابی اقتصادی، تعیین الگویی مناسب به منظور تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری بر اساس سودآوری حاصل از آن‌ها است. با توجه به مطالعات انجام شده، به ویژه بررسی‌های فنی معدن و کارخانه فرآوری و برآورد درآمد و پیش‌بینی هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری حاصل از اجرای طرح، ارزیابی اقتصادی پروژه ارایه می‌شود. گزارش ارزیابی اقتصادی طرح بر اساس استاندارد ارایه شده توسط سازمان ملل و قالب ارایه شده در نرم‌افزارهای اقتصادی مثل کامفار انجام می‌گیرد. کلیه مدارک سوابق مالی طرح شامل ترازنامه‌های حسابرسی شده، اظهارنامه‌های مالیاتی و ترازنامه‌های آزمایشی باید جزو ضمایم این گزارش باشد. عناوین جدول‌های نهایی که در قالب نتایج حاصل از نرم‌افزارهایی نظیر کامفار ارایه می‌شود به شرح زیر است:

- خلاصه عملکرد پروژه

- هزینه‌های سرمایه‌گذاری

- هزینه‌های تولید

- تولید و فروش

- منابع تامین مالی

- نتایج تجاری

- ارزشیابی و نسبت‌ها

نتایج تجاری شامل جریان‌ات نقدی به منظور برنامه‌ریزی، جریان‌ات نقدی تنزیل شده، صورت حساب سود و زیان و نسبت‌ها، هزینه‌یابی مستقیم، شاخص‌های سودآوری محصول، تحلیل سربه‌سری و ترازنامه و نسبت‌ها است. ارزشیابی و نسبت‌ها مشتمل بر نسبت‌های مالی و کارایی است. ارزیابی اقتصادی پروژه به دو روش ایستا و پویا انجام می‌گیرد که در ادامه تشریح می‌شود. ضمن ارزیابی اقتصادی، پول رایج مورد استفاده باید تعیین شود. بدین منظور واحدهای پولی متفاوت قیمت فروش، هزینه ماشین‌آلات، مواد و لوازم مصرفی، حقوق کارکنان و سایر هزینه‌ها را باید به یک واحد تبدیل کرد. مالیات، پولی است که دولت از افراد دریافت می‌دارد ولی یارانه پولی است که دولت به افراد پرداخت می‌کند. به هنگام محاسبه مالیات باید به این نکته توجه شود که آیا طرح مشمول بخشودگی است یا خیر و چنانچه دارای بخشودگی باشد، این بخشودگی چند سال است. در غیر این صورت محاسبه مالیات، بر اساس آخرین اصلاحیه قانون مالیاتی اعمال می‌شود. بخشی از مالیات بر درآمد، ثابت سالانه است و بخشی دیگر به صورت پلکانی متناسب با افزایش درآمد، افزایش می‌یابد.

۷-۲-۱- ارزیابی اقتصادی به روش ایستا

در روش‌های ایستا، ارزیابی اقتصادی بدون در نظر گرفتن ارزش زمانی پول در قالب گردش وجوه سالانه، پیش‌بینی عملکرد سود و زیان سالانه و ترازنامه طرح انجام می‌شود.

الف- گردش وجوه طرح

جریان نقدینگی به خالص نقد رسیده یا نقد رفته پروژه طی فاصله زمانی معین، گفته می‌شود. کل جریان نقدی ورودی شامل مجموع جریان نقدی ورودی وجوه (آورده سرمایه‌گذاران و وام‌های بلند مدت و کوتاه مدت) و جریان نقدی ورودی عملیاتی (درآمد ناشی از اجرای طرح) است. کل جریان نقدی خروجی مشتمل بر افزایش دارایی‌های ثابت و جاری، هزینه‌های عملیاتی، هزینه‌های بازاریابی، مالیات بر درآمد، هزینه‌های تامین منابع مالی، بازپرداخت وام و سود سهام است. جدول جریان نقدینگی به صورت جدول ۷-۱ تنظیم می‌شود.

جدول ۷-۱- جدول جریان نقدینگی

n	.....	.....	.....	.....	.....	.....	سال
							شرح
							کل جریان نقدی ورودی
							جریان نقدی ورودی وجوه
							جریان نقدی ورودی عملیاتی
							سایر درآمدها
							کل جریان نقدی خروجی
							افزایش دارایی‌های ثابت
							سرمایه‌گذاری‌های ثابت
							مخارج پیش از تولید
							افزایش دارایی‌های جاری
							هزینه‌های عملیاتی
							هزینه‌های بازاریابی
							مالیات بر درآمد
							هزینه‌های تامین مالی
							بازپرداخت وام
							سود سهام
							استرداد حقوق صاحبان سهام
							وجوه اضافی (کسری)
							مانده وجوه نقد تجمعی
							خالص گردش وجوه

ب- پیش‌بینی عملکرد سود و زیان طرح

صورت حساب سود و زیان، صورت حسابی است که چگونگی و نتیجه فعالیت‌های مالی (سود یا زیان خالص) طرح را طی دوره مالی نشان می‌دهد. صورت حساب سود و زیان، به منظور تعیین سود یا زیان ویژه واحد تولیدی تهیه می‌شود و شامل خلاصه‌ای از درآمدها و هزینه‌ها طی یک دوره زمانی معین است. جدول صورت حساب سود و زیان طرح به صورت جدول ۷-۲ ارائه می‌شود.

جدول ۷-۲- صورت حساب سود و زیان طرح

n	.....	.....	.....	.....	سال
					شرح
					سال مالی منتهی به
					درآمد فروش
					منهای هزینه‌های متغیر
					حاشیه سود
					درصد از درآمد فروش
					منهای هزینه‌های ثابت
					حاشیه عملیاتی
					درصد از درآمد فروش
					بهره سپرده‌های کوتاه مدت
					هزینه‌های تامین مالی
					سود ناخالص عملیاتی
					درصد از درآمد فروش
					درآمد غیرمترقبه
					زیان غیرمترقبه
					ذخایر استهلاک
					سود ناخالص
					ذخایر سرمایه‌گذاری
					زیان قابل کسر
					سود مشمول مالیات
					مالیات بردرآمد
					سود خالص
					درصد از درآمد فروش
					سود سهام
					سود باقی‌مانده
					نسبت سود خالص به حقوق صاحبان سهام
					نسبت سود خالص به ثروت خالص

پ- پیش‌بینی ترازنامه

در ترازنامه پیش‌بینی شده، کل دارایی‌ها و کل بدهی‌های پروژه آورده می‌شود. کل دارایی‌ها شامل دارایی‌های جاری، دارایی‌های ثابت، زیان انباشته قابل انتقال به سال‌های آتی و زیان در سال جاری است. کل بدهی‌ها نیز مشتمل بر بدهی‌های جاری، بدهی‌های بلند مدت، حقوق صاحبان سهام، ذخایر سود انباشته اول دوره، سود باقی مانده و ثروت خالص است.

جدول ۷-۳- ترازنامه پیش‌بینی شده پروژه

شرح	سال				n
	-----	-----	-----	-----	
سال مالی منتهی به					
کل دارایی‌ها					
دارایی‌های جاری					
دارایی‌های ثابت					
زیان انباشته قابل انتقال به سال‌های آتی					
زیان در سال جاری					
کل بدهی‌ها					
بدهی‌های جاری					
بدهی‌های بلند مدت					
حقوق صاحبان سهام					
ذخایر سود انباشته اول دوره					
سود باقی‌مانده					
ثروت خالص					

۷-۲-۲- ارزیابی اقتصادی به روش پویا

در تمام پروژه‌های صنعتی و معدنی زمان نقش مهمی دارد زیرا در طول زمان، درآمد و هزینه‌های ناشی از پروژه در آینده، تحت تاثیر عواملی خارج از کنترل سرمایه‌گذار، قرار می‌گیرد که دقیقاً قابل پیش‌بینی نیست. بنابراین در ارزیابی اقتصادی این پروژه‌ها باید ارزش زمانی پول در نظر گرفته شود. در روش‌های ارزیابی اقتصادی پویا، ارزش زمانی پول با در نظر گرفتن نرخ بهره مناسب لحاظ می‌شود. در این روش‌ها، تاثیر عامل زمان بر جریان نقدینگی در هر دوره زمانی پروژه بر اساس نرخ تنزیل در نظر گرفته می‌شود. نرخ تنزیل متناسب با میزان ریسک سرمایه‌گذاری است و بسته به نوع پروژه، طول عمر، شرایط جغرافیایی و آب و هوایی منطقه پروژه و شرایط و نرخ توقع سرمایه‌گذاران، تعیین می‌شود. بسته به این عوامل، نرخ تنزیل را بیشتر یا حداقل برابر نرخ بهره بانکی در نظر می‌گیرند. معمولاً نرخ بهره برای دوره مالی یک ساله ارایه می‌شود. در این روش، شاخص‌های ارزش خالص فعلی (NPV)، نرخ بازگشت داخلی (IRR)، نرخ بازده داخلی تعدیل شده ($MIRR$) و دوره بازگشت سرمایه (PP) محاسبه می‌شود.

الف- ارزش خالص فعلی (NPV)

ارزش خالص فعلی (NPV) پروژه معادل میزان جریان نقدینگی تنزیل یافته سال آخر پروژه است. مجموع جریان‌های نقدینگی نشانگر هزینه‌های سرمایه‌ای اضافی است که در سال صفر صرف می‌شود. در مورد ارزیابی اقتصادی پروژه بر اساس ارزش خالص فعلی سه حالت وجود دارد:

- اگر ارزش خالص فعلی پروژه به ازای نرخ تنزیل، منفی باشد، آن پروژه غیراقتصادی است زیرا ارزش خالص فعلی هزینه‌ها بیش از ارزش خالص فعلی درآمدها است.
- اگر ارزش خالص فعلی پروژه صفر باشد پروژه اقتصادی است، زیرا ارزش فعلی هزینه‌ها و درآمدها برابر است.

- اگر ارزش خالص فعلی پروژه مثبت باشد، ارزش خالص فعلی هزینه‌ها کمتر از ارزش خالص فعلی درآمدهای آن و پروژه سودآور است.

ضمن مقایسه اقتصادی چند پروژه به روش ارزش خالص فعلی، پروژه‌ای که ارزش خالص فعلی بزرگتری دارد، اقتصادی‌تر خواهد بود. اگر عمر پروژه‌ها یکسان نباشد، باید عمر مشترکی برای پروژه‌ها انتخاب و ارزش خالص فعلی را بر اساس عمر مشترک محاسبه کرد.

ب- نرخ بازگشت داخلی (IRR)

نرخ تنزیلی که به ازای آن ارزش خالص فعلی صفر شود، به نرخ بازگشت داخلی (IRR) موسوم است. در ارزیابی اقتصادی پروژه‌های معدنی، از این شاخص بیش از سایر شاخص‌ها استفاده می‌شود. در مورد ارزیابی اقتصادی بر اساس این شاخص پروژه سه حالت وجود دارد:

- اگر نرخ بازگشت داخلی پروژه کمتر از نرخ تنزیل باشد، آن پروژه غیراقتصادی خواهد بود زیرا هزینه‌های پروژه با حداقل نرخ جذب کننده برگردانده نمی‌شود.

- اگر نرخ بازگشت داخلی پروژه مساوی نرخ تنزیل باشد، پروژه اقتصادی است، زیرا هزینه‌ها با حداقل نرخ جذب کننده برگردانده می‌شود.

- اگر نرخ بازگشت داخلی پروژه بزرگتر از نرخ بهره باشد، نرخ بازگشت بیش از حداقل نرخ جذب کننده سرمایه و پروژه سودآور است.

پ- نرخ بازده داخلی تعدیل شده (MIRR)

برای پروژه‌هایی که در طول عمرشان جریان‌های مالی چندین بار متناوباً مثبت و منفی می‌شوند، IRR محاسبه شده عدد صحیحی نخواهد بود زیرا در عمر پروژه NPV چندین مرتبه صفر خواهد شد. برای حل این مشکل باید از MIRR استفاده کرد. برای محاسبه MIRR دو نرخ تنزیل در نظر گرفته می‌شود که یکی مربوط به قرض کردن و دیگری مربوط به فرصت سرمایه‌گذاری است. نرخ اولی برای تنزیل جریان‌های منفی و نرخ دومی برای تنزیل جریان‌های مثبت به کار می‌رود.

ت- دوره بازگشت سرمایه (PP)

دوره بازگشت سرمایه، طول مدتی است که ارزش خالص فعلی پروژه بر اساس نرخ تنزیل معینی صفر باشد. با در نظر گرفتن ارزش زمانی پول و توجه به نرخ تنزیل و برابر صفر قرار دادن ارزش خالص فعلی پروژه، دوره بازگشت سرمایه به دست می‌آید. ضمن مقایسه پروژه‌های مختلف سرمایه‌گذاری، هر چه دوره بازگشت سرمایه کوتاه‌تر باشد، مطلوب‌تر است. باید توجه داشت که کوتاه بودن زمان بازگشت سرمایه، همیشه نمایانگر مطلوبیت پروژه نیست.

۷-۳- دستورالعمل برآورد سایر شاخص‌های ارزیابی

شاخص‌های ارزیابی مهم شامل برآورد تحلیل سربه‌سری (BESR)، بهای تمام شده، نسبت‌های سودآوری، ارزش افزوده طرح و نسبت سرمایه‌گذاری به اشتغال است.

۷-۳-۱- تحلیل سربه‌سری (BESR)

بر اساس تحلیل سربه‌سری پروژه‌ها، کمترین مقدار تولیدی که بر اساس آن پروژه اقتصادی است، تعیین می‌شود. نقطه سربه‌سری نقطه‌ای است که بهره‌برداری از پروژه نه سود و نه زیان دارد. حداقل نرخ بهره‌برداری به صورت درصدی از ظرفیت اسمی تولید بیان می‌شود. نمودار سربه‌سری نشان دهنده سطح هزینه‌های ثابت - کل هزینه‌ها و مقدار سود در ظرفیت‌های مختلف است. هر چه نقطه سربه‌سری کمتر باشد، احتمال سودآوری زیادتر است. هرچه تفاوت نقطه سربه‌سری و نرخ بهره‌برداری مورد انتظار از ظرفیت اسمی بیشتر باشد، حاشیه ایمنی سرمایه‌گذاری بیشتر است. هزینه‌های عملیاتی شامل هزینه‌های توزیع و فروش (متغیر)، هزینه‌های حقوق و دستمزد اداری (ثابت)، حقوق دولتی (متغیر) و بیمه (ثابت) است. هزینه‌های غیرعملیاتی شامل هزینه‌های مالی (ثابت) است. هزینه‌های توزیع و فروش بین ۱ تا ۲ درصد فروش کل در نظر گرفته می‌شود. جدول تحلیل سربه‌سری فروش مطابق جدول ۷-۴ است. حاشیه سود از تفاضل هزینه‌های متغیر از درآمد فروش حاصل می‌شود.

جدول ۷-۳- جدول تحلیل سربه‌سر به فروش

n	-----	-----	-----	-----	سال
					شرح
					سال مالی منتهی به
					درآمد فروش
					هزینه‌های متغیر
					حاشیه سود
					نسبت حاشیه سود (درصد)
					هزینه‌های ثابت
					شامل هزینه‌های تامین مالی
					ارزش فروش در سربه‌سر
					نسبت سربه‌سر (درصد)
					هزینه‌های ثابت (به استثنای هزینه‌های تامین مالی)
					ارزش فروش در سربه‌سر
					نسبت سربه‌سر (درصد)

۷-۳-۲- محاسبه بهای تمام شده

در مورد هزینه‌ها و درآمدهای غیرمنطقی، که نسبت به سال‌های قبل افزایش یا کاهش زیادی داشته است، باید دلایل افزایش یا کاهش ارقام فروش و بهای تمام شده در سال‌های مورد بررسی، مشخص شود. جدول مقایسه مبلغ فروش و بهای تمام شده به صورت جدول ۷-۴ است.

جدول ۷-۴- مقایسه مبلغ فروش و بهای تمام شده

سال	شرح	مبلغ فروش	بهای تمام شده	سود (زیان) ناویژه	درصد	سود (زیان) ویژه

۷-۳-۳- محاسبه نسبت‌های سودآوری

نسبت‌های سودآوری که بیانگر سود و یا زیان حاصل از اجرای طرح است، در جدول ۷-۵ ارایه شده است. شرح تجزیه و تحلیل نسبت‌ها و علل افزایش یا کاهش آن‌ها در سنوات مختلف نیز باید مشخص شود.

جدول ۷-۵- نسبت‌های سودآوری

سال	شرح		
	-----	-----	-----
	سال مالی منتهی به		
	سود خالص به فروش		
	سود قبل از مالیات به فروش		
	سود خالص به حقوق صاحبان سهام		
	سود خالص به ثروت خالص		

۷-۳-۴- برآورد ارزش افزوده طرح در ظرفیت کامل بهره‌برداری در سال

ارزش افزوده ناخالص داخلی از تفاضل نقد رسیده^۱ از نقد رفته^۲ پروژه به دست می‌آید. ارزش افزوده خالص داخلی از تفاضل استهلاک از ارزش افزوده ناخالص داخلی حاصل می‌شود. این داده‌ها به شرح جدول ۷-۶ باید تکمیل شود.

جدول ۷-۶- برآورد ارزش افزوده طرح

شرح	مبلغ (میلیون ریال)
۱- نقد رسیده	
۲- نقد رفته	
۳- استهلاک	
ارزش افزوده ناخالص داخلی	
ارزش افزوده خالص داخلی	

نسبت ارزش افزوده ناخالص داخلی به ارزش ستاده‌ها و نسبت ارزش افزوده خالص داخلی به ارزش ستاده‌ها بر حسب درصد بیان می‌شود.

۷-۳-۵- نسبت سرمایه‌گذاری به اشتغال

تعداد نفراتی که در صورت اجرای طرح، اشتغال پیدا خواهند کرد باید به تفکیک کادر تولیدی و اداری پیش‌بینی شود. بر چنین اساسی، نسبت سرمایه‌گذاری برای اشتغال هر یک از کارکنان، از تقسیم میزان کل سرمایه‌گذاری ثابت بر تعداد کارکنان به دست می‌آید.

۷-۴- تحلیل عدم قطعیت و ریسک

به رویدادهایی که به دلیل نبود داده‌های کافی، احتمال وقوع آن‌ها قابل اندازه‌گیری نیست، عدم قطعیت اما به رویدادهایی که احتمال وقوع آن‌ها قابل پیش‌بینی باشد، ریسک گفته می‌شود. معمولاً تحلیل‌های اقتصادی در شرایط عدم اطمینان انجام می‌شود و بنابراین تخمین ریسک که تاثیر تغییر پارامترها را بر نتایج تحلیل اقتصادی تعیین کند، الزامی است. علت اساسی عدم اطمینان در پروژه‌های معدنی، نوسانات نامنظم قیمت‌ها، دانش کم نسبت به شرایط بازار و یا رابطه بین عوامل تولید و محصول تولیدی است. با استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک، ارزش مورد انتظار حاصل از اجرای پروژه با درجه اطمینان بالایی تعیین می‌شود. روش شبیه‌سازی مونت کارلو از رایج‌ترین روش‌های تحلیل ریسک است. از روش شبیه‌سازی مونت کارلو به منظور ایجاد گزینه‌های مختلف بر اساس تغییر مقادیر ورودی و محاسبه شاخص‌های اقتصادی پروژه استفاده می‌شود. ارزش مورد انتظار پروژه، معادل مقدار میانگین ارزش خالص فعلی است که از تحلیل توزیع آماری آن‌ها تعیین می‌شود. روند شبیه‌سازی مونت کارلو با تشکیل جدول جریان نقدینگی پایه و شناسایی دامنه و توزیع متغیرهای ورودی شروع شده و سپس توابع توزیع احتمالی هر یک از مقادیر دامنه‌ها تعیین می‌شود. اگر چه انواع توزیع‌های آماری در فرآیند شبیه‌سازی احتمالی به کار می‌روند، اما توزیع طبیعی هر یک از متغیرهای ورودی پروژه در نظر گرفته می‌شود. به این ترتیب، کمترین و بیشترین مقادیر ارزش به عنوان وقایعی با احتمال پایین و مقادیر پایه به عنوان بیشترین احتمال وقوع به دست می‌آید. مرحله بعدی، تخمین همبستگی بین متغیرهای ورودی و ایجاد ورودی‌های صحیح در برنامه احتمالی است. این برنامه برای انتخاب مقداری تصادفی از توزیع هر یک از متغیرهای ورودی و تعیین شاخص‌های اقتصادی متناسب با مقادیر انتخاب شده، ادامه می‌یابد.

۷-۵- تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت برای شناخت اثرات عدم قطعیت بر معیارهای اقتصادی پروژه به کار می‌رود اما ارزش پروژه را به ازای عدم قطعیت نشان نمی‌دهد. با این روش، اثر مقادیر پارامترها بر نتایج تحلیل اقتصادی، تعیین می‌شود. ضمن تحلیل حساسیت، محدوده قابل تغییر پارامترهای ورودی مورد نظر تعیین و سپس شاخص‌های اقتصادی به ازای این پارامترها محاسبه می‌شود. بدین ترتیب، دامنه‌ای از مقادیر شاخص‌های اقتصادی متناظر با دامنه پارامترهای ورودی به دست می‌آید که تصمیم‌گیری را برای سرمایه‌گذاری آسان می‌کند. یکی از نتایج مهم تحلیل حساسیت، تعیین پارامترهای بحرانی یعنی پارامترهای ورودی است که بیشترین و کمترین تاثیر را بر ارزش اقتصادی پروژه دارند. شرط اصلی، استراتژیک بودن پارامترهای ورودی، عدم قطعیت و حساسیت بالای شاخص‌های اقتصادی پروژه به تغییرات احتمالی پارامترها است. در مراحل ارزیابی نهایی، تعیین دقیق این پارامترها توصیه می‌شود تا از صرف هزینه‌های اضافی برای تعیین دقیق پارامترهای بی‌تاثیر و کم اهمیت جلوگیری شود. پارامترهایی که در تحلیل حساسیت پروژه‌های معدنی به کار می‌روند عبارتند از:

- تناژ و عیار متوسط ذخیره
- راندمان عملیات استخراج و بازیابی عناصر موجود در فرآوری
- اقلام هزینه‌های سرمایه‌ای
- اقلام هزینه‌های جاری

- قیمت فروش محصولات قابل فروش

- نرخ‌های تورم و تبدیل ارز

- سیاست‌های مالیاتی

باید توجه داشت که تغییر هر پارامتر بر پارامترهای دیگر تاثیر می‌گذارد. اگر هزینه‌های جاری افزایش یابد، درآمد کاهش می‌یابد و بنابراین مالیات کمتر می‌شود و نهایتاً جریان نقدینگی پس از مالیات نیز تغییر می‌کند. از تحلیل حساسیت برای تعیین تعداد سال‌های سودآوری مورد نیاز پروژه برای رسیدن به نقطه سربه‌سری و هزینه سرمایه سربه‌سری مورد نیاز برای مقایسه دو پروژه، حداقل قیمت محصول قابل فروش برای سرمایه‌گذاری و حداقل تناژ و عیار ذخیره اقتصادی نیز استفاده می‌شود. به منظور ارزیابی اقتصادی پروژه در شرایط بدبینانه، شاخص‌های نرخ بازگشت داخلی (IRR) و ارزش خالص فعلی (NPV) پروژه در حالات مختلف تغییرات قیمت فروش، هزینه‌های سرمایه‌گذاری ثابت و هزینه‌های تولید محاسبه می‌شود.

فصل ۸

ارزیابی منابع مالی

۸-۱- آشنایی

بین ارزیابی اقتصادی و ارزیابی مالی تفاوت قابل توجهی وجود دارد. در ارزیابی اقتصادی، اعتبار پروژه بدون در نظر گرفتن وام بررسی می‌شود ولی در ارزیابی مالی، تاثیر وام بر ارزیابی اقتصادی و همچنین توانایی پروژه برای بازپرداخت وام مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۸-۲- منابع تامین مالی

منابع مالی طرح به صورت سرمایه پرخطر، وام‌های بلند مدت، وام‌های کوتاه مدت و توزیع سود تامین می‌شود. با توجه به ریسک‌پذیری و توان مالی شرکا و صاحبان سهام، بخشی از منابع توسط آن‌ها پرداخت می‌شود. مبالغ مورد نیاز باقی مانده که توسط سرمایه‌گذاران قابل تامین نیست، به صورت وام‌های مختلف با شرایط بازپرداخت و نرخ بهره متفاوت تامین می‌شود. میزان منابع مالی مورد نیاز برای اجرای طرح بر اساس کل هزینه‌های مورد نیاز برای اجرای طرح محاسبه می‌شود. تعادل هزینه‌های طرح و تامین منابع مالی به صورت جدول ۸-۱-۱ ارائه می‌شود.

جدول ۸-۱-۱- هزینه‌های طرح و تامین منابع مالی

شرح	انجام شده	کل
هزینه‌های طرح		
دارایی‌های ثابت		
هزینه‌های قبل از بهره‌برداری		
جمع هزینه‌های ثابت		
سرمایه در گردش		
جمع هزینه‌های طرح		
تامین منابع مالی		

۸-۲-۱- سرمایه پرخطر

در این بخش، میزان آورده یا برداشت توسط سهامداران طی سال‌های مختلف تعیین می‌شود. یارانه‌های احتمالی که طی سال‌های مختلف به پروژه تعلق می‌گیرد نیز جزو آورده سهامداران لحاظ می‌شود. سهامداران بر حسب توان مالی و قدرت ریسک‌پذیری، با توجه به شاخص‌های اقتصادی محاسبه شده بدون در نظر گرفتن وام، بخشی از منابع مالی مورد نیاز طرح را تامین می‌کنند.

۸-۲-۲- وام‌های بلند مدت^۱

وام‌های بلند مدت از بستانکاران تجاری و منابع سرمایه‌گذار خصوصی نظیر شرکت‌های سرمایه‌گذار، تعاونی‌ها، شرکت‌های بیمه، موسسات سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی اخذ می‌شود. ضمن تامین منابع به صورت وام بلند مدت، ابتدا ریالی یا ارزی بودن و سپس

1- Long term loans

نوع وام مشخص می‌شود. نوع وام به صورت اصل اقساط ثابت^۱ یا سود پلکانی در اول دوره بیشتر^۲ و یا توافقی^۳ است. ضمن تعیین نحوه بازپرداخت وام باید تعداد اقساط در سال، تعداد بازپرداخت‌ها، زمان اولین بازپرداخت و مدت تنفس وام مشخص شود. میزان وام هر سال با توجه به منابع مالی مورد نیاز تعیین است. به منظور محاسبه هزینه تامین منابع مالی، نرخ سود و زمان شروع سود وام و همچنین نحوه استهلاک سودها محاسبه می‌شود. سال‌های استهلاک سود متناسب با زمان بازپرداخت وام و یا حداکثر تا پایان عمر پروژه است. همچنین هزینه‌های جانبی مربوط به دریافت وام، نظیر مخارج تعهد وام، مخارج نمایندگی وام، مخارج تضمین وام و سایر هزینه‌های جانبی وام به منظور محاسبه هزینه تامین منابع مالی، محاسبه و لحاظ می‌شود. برای زمان بازپرداخت دو گزینه وجود دارد، یا از زمانی که وام دریافت شده باید به بانک سود را پرداخت کرد و یا نرخ بهره تجمیع شده و در اولین بازپرداخت محاسبه می‌شود.

۸-۲-۳- وام‌های کوتاه مدت^۴

ضمن محاسبه هزینه‌های تامین منابع مالی به صورت وام کوتاه مدت، باید تمام گزینه‌هایی که در بخش وام بلند مدت توضیح داده شد، مشخص شود.

۸-۲-۴- حساب‌های پرداختی

توزیع سود^۵ به صورت میزان درصد سود انباشته و سود سهام در سال‌های مختلف محاسبه می‌شود.

۸-۳- شاخص‌های تامین منابع مالی

هنگام تامین منابع مالی طرح، توجه به نکات زیر ضروری است:

- نرخ سود تسهیلات ریالی، بر اساس آخرین مصوبه شورای پول و اعتبار
- نرخ سود تسهیلات ارزی، لایبور ارز مورد نظر به اضافه ۲ درصد
- نرخ سود تسهیلات ارزی طرح‌های مناطق محروم به طور ثابت ۳ درصد است.
- بازپرداخت اقساط تسهیلات، ۶ ماه پس از بهره‌برداری از طرح آغاز می‌شود.
- دوره زمانی بازپرداخت اقساط تسهیلات بلند مدت حداکثر ۵ سال و تسهیلات کوتاه مدت حداکثر ۳ سال منظور می‌شود. دوره زمانی بازپرداخت طرح‌های با تسهیلات ارزی مناطق محروم، حداکثر ۱۰ سال است.
- بازپرداخت اقساط تسهیلات ارزی هر شش ماه یک بار و تسهیلات ریالی هر سه ماه یک بار در نظر گرفته می‌شود. تامین منابع مالی طرح‌ها عمدتاً به صورت ۶۰ درصد هزینه‌های ثابت طرح به صورت تسهیلات و ۴۰ درصد به صورت آورده متقاضی است و در مورد سایر هزینه‌های طرح، آورده متقاضی محسوب می‌شود. در مورد طرح‌هایی که تامین منابع مالی آن‌ها ارزی است، ۱۰۰ درصد

1- Constant principal
2- Annuity
3- Profile
4- Short term loans
5- Profit distribution

نیاز ارزی به صورت تسهیلات در نظر گرفته می‌شود، به شرطی که کل تسهیلات از ۶۰ درصد مجموع هزینه‌های ثابت طرح تجاوز نکند. جدول تامین منابع مالی به صورت جدول ۸-۲ ارایه می‌شود.

جدول ۸-۲- تامین منابع مالی

n	----	----	----	سال	شرح
					کل حقوق صاحبان سهام
					سهام
					یارانه‌ها و جوایز
					کل وام‌های بلند مدت
					کل تامین مالی بلند مدت
					کل تامین مالی کوتاه مدت
					کل جریانات نقدی مالی

هزینه‌های منابع تامین مالی شامل کل وام‌های بلند مدت و کوتاه مدت و کل بدهی‌ها در جدول ۸-۳ ارایه شده است.

جدول ۸-۳- کل بدهی‌های منابع تامین مالی

n	سال			کل جریانات نقدی ورودی	شرح
	----	----	----		
					کل وام‌های بلند مدت
					جریانات نقدی وام
					بازپرداخت
					مانده بدهی
					بهره سرمایه‌ای شده
					بهره پرداختی
					سایر هزینه‌های تامین مالی
					کل وام‌های کوتاه مدت
					جریانات نقدی وام
					بازپرداخت
					مانده بدهی
					بهره سرمایه‌ای شده
					بهره پرداختی
					سایر هزینه‌های تامین مالی
					کل بدهی‌ها
					جریانات نقدی وام
					بازپرداخت
					مانده بدهی
					بهره سرمایه‌ای شده
					بهره پرداختی
					سایر هزینه‌های تامین مالی

تحلیل و ارایه بخشی از شاخص‌های مالی مهم در صورت تامین منابع به صورت وام مطرح می‌شود (جدول ۸-۴).

جدول ۸-۴- شاخص‌های ارزیابی مالی

n	----	----	----	سال
				شرح
				نسبت بدهی بلند مدت به ثروت خالص
				نسبت دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری
				نسبت جریان‌های نقدی به بدهی‌های بلند مدت
				نسبت حساب‌های دریافتی به حساب‌های پرداختی

عناوین پروژه‌های اکتشاف برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

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

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

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های استخراجی	۳۴۰	-
۲	مقررات تهیه در معادن	۳۵۰	-
۳	مقررات فنی آتشیاری در معادن	۴۱۰	-
۴	دستورالعمل تهیه نقشه‌های استخراجی معدن	۴۴۲	۸
۵	راهنمای ارزشیابی دارایی‌های معدنی	۴۴۳	۹
۶	دستورالعمل فنی روشنایی در معادن	۴۸۹	۱۰
۷	دستورالعمل امداد و نجات در معادن	۴۸۸	۱۸
۸	راهنمای تهیه گزارش‌های طراحی معدن	۴۹۶	۱۱
۹	دستورالعمل ترابری در معادن	۵۰۶	۱۴
۱۰	دستورالعمل توزیع هوای فشرده در معادن	۵۳۱	۱۹
۱۱	دستورالعمل طراحی و اجرای سیستم نگهداری تونل‌های معدنی	۵۳۷	۲۱
۱۲	دستورالعمل تحلیل پایداری و پایداری‌سازی شیب‌ها در معادن روباز	۵۳۸	۲۲
۱۳	راهنمای محاسبه قیمت تمام شده در فعالیت‌های معدنی	۵۴۲	۲۶
۱۴	دستورالعمل نگهداری و کنترل سقف در کارگاه‌های استخراج	۵۵۳	۲۹
۱۵	واژه‌ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵۶۷	۳۷
۱۶	راهنمای آبکشی در معادن	۵۷۳	۳۸
۱۷	دستورالعمل طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفاریات زیرزمینی	۵۷۹	۴۱
۱۸	راهنمای ملاحظات زیست‌محیطی در فعالیت‌های استخراجی	۶۱۱	۴۴
۱۹	راهنمای ارزیابی و کنترل پیامدهای ناشی از انفجار در معادن	۶۱۶	۴۶
۲۰	راهنمای انتخاب روش استخراج ذخایر معدنی	۶۲۳	۴۹
۲۱	دستورالعمل تعیین مرز تغییر روش استخراج از روباز به زیرزمینی	۶۲۵	۵۰
۲۲	دستورالعمل کاربرد روش‌های عددی در طراحی ژئومکانیکی معدن	۶۵۶	۵۶
۲۳	راهنمای ارزیابی ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE) در معادن	۶۶۹	۶۰
۲۴	راهنمای امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی	۵۵۸	۶۴
۲۵	راهنمای محاسبه بار و توزیع برق در معادن		در دست تدوین
۲۶	دستورالعمل طراحی و اجرای سیستم ابزاربندی و رفتارنگاری در معادن روباز		در دست تدوین
۲۷	ضوابط پر کردن کارگاه‌های استخراج معادن زیرزمینی		در دست تدوین
۲۸	دستورالعمل گاززدایی در معادن زغال سنگ		در دست تدوین
۲۹	دستورالعمل کنترل رقیق‌شدگی در معادن		در دست تدوین
۳۰	دستورالعمل ارزیابی و کنترل نشست در معادن		در دست تدوین
۳۱	دستورالعمل بازرسی و تعمیر سیستم‌های نگهداری حفاریات معدنی		در دست تدوین
۳۲	علایم استاندارد نقشه‌های استخراجی مواد معدنی		در دست تدوین
۳۳	دستورالعمل تخریب در کارگاه‌های استخراج		در دست تدوین
۳۴	دستورالعمل رفتارنگاری و ابزاربندی در معادن زیرزمینی		در دست تدوین
۳۵	راهنمای جانمایی و احداث تاسیسات سطحی در معادن		در دست تدوین
۳۶	راهنمای طراحی و احداث شبکه‌های زیرزمینی		در دست تدوین
۳۷	راهنمای متره و برآورد در فعالیت‌های استخراج معدنی		در دست تدوین

عناوین پروژه‌های فرآوری برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	راهنمای اکتشاف، استخراج و فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما	۳۷۸	-
۲	تعاریف و مفاهیم در فعالیتهای کانه‌آرایی	۴۴۱	۷
۳	فهرست خدمات طراحی پایه واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری مواد معدنی	۴۹۷	۱۲
۴	علایم استاندارد نقشه‌های کانه‌آرایی	۵۰۸	۱۵
۵	راهنمای نرم‌افزاری علایم استاندارد نقشه‌های کانه‌آرایی مواد معدنی	۵۰۸	۲۷
۶	دستورالعمل مکان‌یابی واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری	۵۱۵	۱۶
۷	ضوابط انجام آزمایش‌های کانه‌آرایی در مقیاس آزمایشگاهی، پایه و پیش‌ساخت	۵۴۴	۳۱
۸	راهنمای محاسبه تعیین ظرفیت ماشین‌آلات و تجهیزات واحدهای کانه‌آرایی	۵۴۵	۳۲
۹	راهنمای انباشت مواد باطله در واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری	۵۵۹	۳۳
۱۰	راهنمای سنگ‌جوری مواد معدنی به روش‌های دستی یا خودکار	۵۵۴	۳۰
۱۱	راهنمای حمل و نقل مواد معدنی در مدارهای کانه‌آرایی	۵۶۴	۳۹
۱۲	شناسایی مواد معدنی و آزادسازی آن‌ها در کانه‌آرایی	۵۶۵	۳۵
۱۳	واژه‌ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵۶۷	۳۷
۱۴	ضوابط و معیارهای انتخاب آسیای خودشکن و نیمه‌خودشکن	۵۸۰	۴۲
۱۵	دستورالعمل کنترل و خنثی‌سازی آرسنیک، سولفید و سیانید در آزمایشگاه‌های فرآوری	۶۵۱	۵۳
۱۶	دستورالعمل نمونه‌برداری در کانه‌آرایی	۶۶۰	۵۷
۱۷	راهنمای تعیین شاخص خردایش در آسیاهای مختلف	۶۶۱	۵۸
۱۸	راهنمای آزمایش‌های جدایش ثقلی در مقیاس آزمایشگاهی	۶۶۲	۵۹
۱۹	راهنمای انتخاب مدار خردایش مواد معدنی	۶۷۰	۶۱
۲۰	راهنمای افزایش مقیاس در واحدهای کانه‌آرایی	۶۷۲	۶۳
۲۱	فهرست خدمات مهندسی تفصیلی واحدهای کانه‌آرایی		در دست تدوین
۲۲	دستورالعمل دانه‌بندی مواد معدنی		در دست تدوین
۲۳	راهنمای تهیه دفترچه محاسبات در آزمایشگاه‌های کانه‌آرایی		در دست تدوین
۲۴	راهنمای پذیرش و انبار نمونه در مقیاس آزمایشگاهی فرآوری مواد معدنی		در دست تدوین
۲۵	راهنمای آزمایش‌های خشک‌کردن، تشویه و تکلیس در مقیاس آزمایشگاهی		در دست تدوین
۲۶	معیارهای فنی کنترل بار ورودی، مواد در حال کانه‌آرایی و محصولات تولیدی در واحدهای کانه‌آرایی		در دست تدوین
۲۷	دستورالعمل تجهیزات استحضاطی و الگوی پوشش ایمنی کارکنان در واحدهای کانه‌آرایی		در دست تدوین
۲۸	ضوابط و معیارهای آماده‌سازی نمونه‌ها در فرآوری مواد معدنی		در دست تدوین
۲۹	راهنمای فنی کنترل و پایش تجهیزات فرآوری		در دست تدوین
۳۰	راهنمای مخلوط‌سازی بار ورودی واحدهای فرآوری		در دست تدوین
۳۱	راهنمای تهیه فهرست اسناد مناقصه پروژه‌های معدنی (فارسی - انگلیسی)		در دست تدوین
۳۲	راهنمای نگهداری تجهیزات مدار سنگ‌شکنی		در دست تدوین

Islamic Republic of Iran
Ministry of Industry, Mine and Trade

Mining Technical Criteria Benchmarking Program

Guideline for Feasibility Study of Mining Projects

(Publication No. **558**)
of
(Management and Planning Organization)



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

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