

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل بستن و بازسازی معادن

ضابطه شماره ۸۴۴

آخرین ویرایش: ۱۴۰۳-۰۹-۰۹

وزارت صنعت، معدن و تجارت

معاونت امور معادن و صنایع معدنی

دفتر نظارت امور معدنی

برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

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

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

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی و اجرایی

nezamfanni.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هر گونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به‌صورت زیر گزارش فرمایید:

- ۱- در سامانه مدیریت دانش اسناد فنی و اجرایی (سما) ثبت‌نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir
 - ۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.
 - ۳- به بخش نظرخواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.
 - ۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
 - ۵- ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید.
 - ۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال کنید.
- کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه :

تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه - مرکز تلفن ۳۳۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی

Email: nezamfanni@chmail.ir

web: nezamfanni.ir

تهران، خیابان انقلاب، خیابان استاد نجات‌الهی، خیابان سمیه، نبش کوچه پورموسی، وزارت صنعت، معدن و تجارت

Email: info@mimt.gov.ir

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

پیشگفتار

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

با توجه به مراتب یاد شده، دفتر نظارت امور معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت با همکاری اساتید، صاحب‌نظران، متخصصان، دست‌اندرکاران بخش معدن کشور و با همکاری دفتر نظام امور فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور و به استناد مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران، ماده ۱۰۷ آیین‌نامه اجرایی قانون معادن و ماده ۳۲ قانون نظام مهندسی معدن و همچنین به استناد ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و تبصره ذیل بند (۳-۱) ماده (۴) «سند نظام فنی‌و اجرایی یکپارچه کشور»، موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۰۵۴۴/ت/۶۳۷۱۹ هـ مورخ ۱۴۰۴/۰۳/۰۶ هیات محترم وزیران و با در نظر داشتن موارد زیر اقدام به تهیه ضوابط، معیارها و دستورالعمل‌های مورد نیاز بخش معدن کرده 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 «دستورالعمل بستن و بازسازی معادن» گام موثری در زمینه یکسان‌سازی فعالیت‌های معدنی در کشور باشد. همچنین مجریان و دست‌اندرکاران بخش معدن با به‌کارگیری این نشریه، در راستای هماهنگ‌سازی و تکامل استانداردها مشارکت کنند.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، تولیدی و زیربنایی

بهار ۱۴۰۵

تهیه و کنترل «دستورالعمل بستن و بازسازی معادن» [ضابطه شماره ۸۴۴]

مجری برنامه: اسداله کشاورز، معاون امور معادن و صنایع معدنی- وزارت صنعت، معدن و تجارت

اعضای شورای عالی:

فرزانه آقارمضانعلی	کارشناس ارشد مهندسی صنایع- سازمان برنامه و بودجه کشور
عباسعلی ایروانی	کارشناس ارشد مدیریت کارآفرینی (کسب و کار)- وزارت صنعت، معدن و تجارت
بهروز برنا	کارشناس مهندسی معدن- شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران
محمد پریزادی	کارشناس ارشد مهندسی معدن- سازمان برنامه و بودجه کشور
عبدالعلی حقیقی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی
علیرضا غیاثوند	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی- وزارت صنعت، معدن و تجارت
اسداله کشاورز	کارشناس ارشد زمین‌شناسی- وزارت صنعت، معدن و تجارت
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن- دانشگاه صنعتی امیرکبیر
تقی نبئی	دکترای زمین‌شناسی- سازمان نظام مهندسی معدن ایران

اعضای کارگروه استخراج:

جعفر خادمی حمیدی	دکترای مهندسی معدن- دانشگاه تربیت مدرس
علی اصغر خدایاری	دکترای مدیریت صنعتی- دانشگاه تهران
کوروش شهریار	دکترای مهندسی معدن- دانشگاه صنعتی امیرکبیر
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن- دانشگاه صنعتی امیرکبیر

اعضای کارگروه تنظیم و تدوین:

علی اصغر خدایاری	دکترای مدیریت صنعتی- دانشگاه تهران
بهرام رضایی	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی- دانشگاه صنعتی امیرکبیر
اسحق صفرزاده	کارشناس ارشد فرآوری مواد معدنی- سازمان برنامه و بودجه کشور
علیرضا غیاثوند	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی- وزارت صنعت، معدن و تجارت
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن- دانشگاه صنعتی امیرکبیر
بهزاد مهرابی	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی- دانشگاه خوارزمی

اعضای گروه هدایت و راهبری:

مهدیه اسکندری	کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی- وزارت صنعت، معدن و تجارت
مهسا اصغری	دکترای زمین‌شناسی تکتونیک- وزارت صنعت، معدن و تجارت
افسون کشکلائی	کارشناس ارشد فیزیک- وزارت صنعت، معدن و تجارت

پیش‌نویس این نشریه توسط **آقای دکتر عزالدین بخت‌آور** تهیه شده و پس از بررسی و تایید توسط کارگروه استخراج، به تصویب شورای عالی برنامه رسیده است.

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	مقدمه
۳	فصل اول - کلیات
۵	۱-۱- آشنایی
۵	۲-۱- تعاریف و مفاهیم
۵	۱-۲-۱- محیط زیست
۵	۲-۲-۱- اکوسیستم
۵	۳-۲-۱- اثرات محیط زیستی معدن
۵	۴-۲-۱- آلودگی محیط زیست
۵	۵-۲-۱- روباره
۵	۶-۲-۱- مواد باطله
۶	۷-۲-۱- باطله‌های فرآوری
۶	۸-۲-۱- فضای استخراج معادن زیرزمینی
۶	۹-۲-۱- فضای استخراجی معادن سطحی
۶	۱۰-۲-۱- انباشتگاه باطله
۶	۱۱-۲-۱- سد باطله
۶	۱۲-۲-۱- چشم‌انداز نواحی استخراج شده
۶	۱۳-۲-۱- بستن
۷	۱۴-۲-۱- پاکسازی
۷	۱۵-۲-۱- بازسازی
۷	۱۶-۲-۱- ژئوممبران
۷	۳-۱- دلایل توقف فعالیت‌های معدنی
۸	۴-۱- قوانین ملی بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی
۸	۵-۱- مبانی بستن
۹	۱-۵-۱- اهداف بستن
۹	۲-۵-۱- معیارهای بستن
۱۰	۶-۱- مبانی بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۰	۱-۶-۱- اهداف بازسازی
۱۰	۱-۶-۲- عوامل موثر در طراحی و اجرای بازسازی
۱۱	۱-۶-۳- برنامه ریزی و زمان شروع بازسازی
۱۱	۱-۶-۴- عوامل موثر در برنامه ریزی بازسازی
۱۳	۱-۶-۵- ملاحظات اقتصادی بازسازی
۱۵	فصل دوم - دستورالعمل بستن گستره تحت تاثیر فعالیتهای معدنی
۱۷	۱-۲- آشنایی
۱۷	۲-۲- برنامه ریزی بستن
۱۷	۲-۳- الزامات بستن گستره تحت تاثیر فعالیتهای اکتشافی
۱۸	۲-۴- بستن بخش های معادن سطحی
۱۸	۲-۴-۱- بستن فضای استخراج سطحی
۱۹	۲-۴-۲- دستورالعمل بستن انباشتگاه های باطله
۲۰	۲-۴-۳- کنترل زهاب های اسیدی
۲۱	۲-۴-۴- مدیریت آب
۲۲	۲-۵- بستن راه های دسترسی اصلی معادن زیرزمینی
۲۲	۲-۵-۱- اهداف
۲۲	۲-۵-۲- اطلاعات مورد نیاز
۲۳	۲-۵-۳- روش های بستن متناسب با بازکننده ها
۲۴	۲-۵-۴- اقدامات بستن موقتی
۲۶	۲-۵-۵- اقدامات بستن بلندمدت
۳۰	۲-۵-۶- اقدامات بستن دائمی
۳۳	۲-۵-۷- سایر ملاحظات
۳۴	۲-۶- مدیریت سد باطله پس از بستن معدن
۳۴	۲-۶-۱- اهداف
۳۵	۲-۶-۲- اقدامات
۳۵	۲-۶-۳- مراحل

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۳۶	۷-۲- ملاحظات بستن سازه‌ها و تاسیسات معدنی
۳۶	۲-۷-۱- اقدامات ضروری
۳۶	۲-۷-۲- مدیریت سازه‌ها و ساختمان‌ها
۳۷	۲-۷-۳- مدیریت زیرساخت‌ها
۳۸	۲-۷-۴- مدیریت تجهیزات
۳۸	۲-۷-۵- ملاحظات نظارتی پس از بستن
۳۹	فصل ۳
۴۱	۳-۱- آشنایی
۴۱	۳-۲- ملاحظات مهم در برنامه‌ریزی بازسازی
۴۱	۳-۲-۱- ملاحظات فنی و اصول عملیات بازسازی
۴۲	۳-۲-۲- راهبردهای مراقبتی بازسازی
۴۲	۳-۲-۳- سازگاری طرح بازسازی با محیط پیرامون
۴۳	۳-۲-۴- اصول کلی طراحی چشم‌انداز
۴۳	۳-۲-۵- مدیریت آب‌ها
۴۳	۳-۳- ملاحظات پوشش گیاهی
۴۴	۳-۳-۱- عوامل و ملاحظات مهم در انتخاب گونه‌های گیاهی
۴۵	۳-۳-۲- رویکردهای ارزیابی کارایی گیاه‌کاری
۴۵	۳-۴-۱- رویکردهای کاربری نهایی بازسازی
۴۶	۳-۴-۲- ایجاد توپوگرافی و پوشش گیاهی متناسب با منطقه
۴۶	۳-۴-۳- کاربری کشاورزی و چراگاه
۴۶	۳-۴-۴- کاربری جنگل‌کاری
۴۷	۳-۴-۵- ایجاد جاذبه‌های گردشگری و تفریحی
۴۷	۳-۵-۱- دستورالعمل‌های بازسازی گستره تحت تاثیر استخراج سطحی
۴۷	۳-۵-۲- ملزومات
۴۸	۳-۵-۳- بازسازی گستره تحت تاثیر استخراج سنگ‌های تزئینی و نما
۴۹	۳-۵-۴- بازسازی کاواک روباز
۵۳	۳-۵-۵- بازسازی گستره تحت تاثیر استخراج سطحی زغال‌سنگ

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۴	۳-۵-۵- محوطه‌های انباشت باطله
۵۷	۳-۶- ملزومات مدیریت و نظارت پس از بازسازی
۵۹	فصل چهارم - موضوعات اصلی طرح‌های بستن و بازسازی
۶۱	۴-۱- آشنایی
۶۱	۴-۲- کلیات طرح بستن و بازسازی
۶۱	۴-۳- اهداف طرح بستن و بازسازی
۶۱	۴-۴- سازمان برنامه‌ریزی بستن و بازسازی
۶۲	۴-۵- تعهد و تعامل‌پذیری در طرح
۶۲	۴-۶- ویژگی‌های محل اجرای طرح
۶۲	۴-۶-۱- شرایط جوی
۶۲	۴-۶-۲- موقعیت و نحوه دسترسی
۶۲	۴-۶-۳- شرایط فیزیکی
۶۳	۴-۶-۴- ملاحظات شیمیایی
۶۳	۴-۶-۵- ملاحظات زیستی
۶۳	۴-۷- طرح بستن موقت
۶۳	۴-۷-۱- اهداف اصلی و فرعی بستن موقت
۶۴	۴-۷-۲- فعالیت‌های بستن موقت
۶۴	۴-۷-۳- نظارت، نگهداری و گزارش‌دهی بستن موقت
۶۴	۴-۷-۴- حوادث پیش‌بینی نشده
۶۴	۴-۷-۵- زمان‌بندی بستن موقت
۶۵	۴-۸- طرح بستن و بازسازی دائمی
۶۵	۴-۸-۱- شرح اجزای طرح
۶۶	۴-۸-۲- شرایط پیش از معدن‌کاری، کنونی و نهایی محدوده
۶۶	۴-۸-۳- اهداف و معیارهای بستن دائمی
۶۶	۴-۸-۴- فعالیت‌های بستن دائمی
۶۷	۴-۸-۵- ملاحظات مهندسی در مورد فعالیت انتخابی بستن

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۶۷	۴-۸-۶- اثرات باقی مانده قابل پیش بینی
۶۷	۴-۸-۷- نظارت، تعمیر و نگهداری و گزارش دهی پس از بستن
۶۷	۴-۸-۸- ارزیابی ریسک و ارائه راهکارهای جایگزین
۶۷	۴-۹- زمان بندی فعالیت ها
۶۸	۴-۱۰- ارزیابی پس از بستن
۶۸	۴-۱۱- برآوردهای مالی
۶۸	۴-۱۲- منابع طرح
۶۸	۴-۱۳- پیوست های طرح
۷۱	پیوست ۱ - چک لیست های بستن و بازسازی

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۱۷	جدول ۲-۱- برنامه ریزی بستن در چرخه عمر معدن
۲۳	جدول ۲-۲- جزییات نوع و روش های بستن بازکننده های معادن زیرزمینی
۴۵	جدول ۳-۱- برخی از گونه های درختی قابل رشد در شرایط اسیدی و قلیایی
۴۸	جدول ۳-۲- استفاده هدفمند از چشم اندازهای ناشی از فعالیت های معدنی
۷۱	جدول پ.۱-۱- چک لیست ارزیابی فنی طرح بستن
۷۱	جدول پ.۲-۱- چک لیست بیان اهداف کاربری زمین پس از بستن
۷۱	جدول پ.۳-۱- چک لیست ملزومات تثبیت شیمیایی و فیزیکی
۷۱	جدول پ.۴-۱- چک لیست بررسی تغییرات جوی در طرح بستن
۷۲	جدول پ.۵-۱- چک لیست ملاحظات تامین مالی بستن معدن
۷۲	جدول پ.۶-۱- چک لیست ملاحظات بستن موقتی و ناگهانی معدن
۷۲	جدول پ.۷-۱- چک لیست ملاحظات بازسازی
۷۳	جدول پ.۸-۱- چک لیست ملاحظات کاربری های نهایی یا بازسازی

فهرست شکل‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۸	شکل ۱-۲- بستن پله‌های معادن سطحی
۱۹	شکل ۲-۲- نحوه کنترل رواناب‌ها
۲۰	شکل ۳-۲- محصور کردن سطح انباشتگاه باطله با ایجاد یک لایه پوششی نفوذناپذیر
۲۰	شکل ۴-۲- کاهش شیب نهایی دیواره انباشتگاه با شکستن آن به قطعه‌های با شیب کم‌تر
۲۱	شکل ۵-۲- انتخاب سیستم غیرفعال مناسب بر اساس مشخصات شیمیایی زهاب اسیدی
۲۴	شکل ۶-۲- تابلوی خطر برای هشدار به افراد
۲۵	شکل ۷-۲- حصارکشی اطراف چاه معدنی
۲۶	شکل ۸-۲- نمونه‌ای از دریچه فولادی برای جلوگیری از ورود احتمالی حیوانات کوچک
۲۷	شکل ۹-۲- بستن چاه با سرپوش بتنی قابل برداشت
۲۷	شکل ۱۰-۲- بستن چاه با ایجاد سرپوش منفذدار در بالای چاه
۲۸	شکل ۱۱-۲- ایجاد دیواره با سنگ‌چینی برای مسدودسازی ورود به تونل
۳۰	شکل ۱۲-۲- نمونه‌ای از بستن چاه با مجرابند فوم پلی‌اورتان
۳۱	شکل ۱۳-۲- نمونه‌ای از بستن دائمی چاه با پر کردن
۳۱	شکل ۱۴-۲- نمونه‌ای از بستن دائمی تونل با پر کردن
۳۳	شکل ۱۵-۲- طرح کلی بستن بازکننده‌ها با آتشباری
۳۵	شکل ۱۶-۲- اجزای اصلی بستن سد باطله و لایه پوششی آن
۴۹	شکل ۱-۳- طرح مفهومی بازسازی معادن سنگ تزئینی و نما
۵۰	شکل ۲-۳- جزییات پر کردن کاواک روباز با مواد باطله
۵۰	شکل ۳-۳- حالت‌های پر کردن کاواک کم‌عمق با مواد باطله، ایجاد لایه پوششی مناسب و گیاه‌کاری
۵۱	شکل ۴-۳- حالت‌های پر کردن کاواک با ترکیبی از مواد باطله و آب
۵۱	شکل ۵-۳- ایجاد دریاچه مصنوعی با پر کردن کاواک با آب
۵۴	شکل ۶-۳- بازسازی گستره متاثر از استخراج نواری
۵۶	شکل ۷-۳- مراحل بازسازی انباشتگاه باطله
۵۶	شکل ۸-۳- نمونه‌ای از بازسازی انباشتگاه باطله معادن سنگ تزئینی و نما
۵۷	شکل ۹-۳- نمونه‌ای از سد باطله بازسازی شده با گیاه‌کاری پس از بستن

مقدمه

فرآیند معدن کاری از ابتدای فاز شناسایی شروع می شود و تا اتمام فرآیند بستن و بازسازی گستره، تحت تاثیر فعالیت های معدنی ادامه می یابد. معدن کاری، استفاده موقت از زمین است که طی آن علاوه بر کاهش صدمه های وارده به محیط زیست باید جنبه های حفظ، نگهداری و احیای گستره تحت تاثیر فعالیت های معدن کاری نیز مد نظر قرار گیرد. در طرح بستن گستره تحت تاثیر فعالیت های معدنی باید تضمین شود که سازه های باقی مانده بعد از بستن هیچ گونه خطری برای سلامتی و ایمنی عمومی و محیط زیست در بلندمدت نخواهند داشت. زمین و آبگذرها از جنبه محیط زیستی باید به یک وضعیت ایمن برسند به گونه ای که استفاده نهایی از آنها مطلوب باشد. طرح بستن و بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیت های معدنی باید از ابتدای این فعالیت ها مشخص باشد تا طی عملیات استخراجی، برخی از فعالیت های بستن و بازسازی انجام شود. مشخص نبودن این طرح ممکن است به آماده سازی نامناسب محدوده استخراجی منجر شود و در هنگام بستن گستره تحت تاثیر فعالیت های معدنی، هزینه های بازسازی افزایش یابد. این نشریه با عنوان «دستورالعمل بستن و بازسازی معادن» در راستای اهداف وزارت صنعت، معدن و تجارت و در چارچوب برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن تهیه شده است.

فصل ۱

کلیات

۱-۱- آشنایی

عملیات استخراجی، استفاده موقت از زمین است. یکی از الزامات فعالیت‌های معدنی، کاهش اثرات محیط زیستی آینده ناشی از فعالیت‌های معدنی و هدف از عملیات بستن و بازسازی، بهبود محیط زیستی گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی است.

۲-۱- تعاریف و مفاهیم

۱-۲-۱- محیط زیست

مجموعه عوامل و شرایطی که موجبات زیستن را فراهم می‌کنند و در کنشی متقابل و فرآیندی مستمر به حیات و بقا در کره زمین منجر می‌شوند.

۲-۲-۱- اکوسیستم

هر محدوده‌ای از طبیعت که در آن بین موجودات زنده و غیرزنده تعامل متقابل برای تبادل مواد انجام می‌گیرد.

۳-۲-۱- اثرات محیط زیستی معدن

اثرات ناشی از انجام فعالیت‌های معدنی که در اثر آن‌ها گستره معدن و محیط اطراف آن دچار تغییرات می‌شود. در صورت نبود نظارت و کنترل مناسب، اثرات محیط زیستی معدن کاری ممکن است به آلودگی محیط زیست منجر شود.

۴-۲-۱- آلودگی محیط زیست

ایجاد تغییرات نامطلوب در آب، هوا یا خاک که موجب آسیب دیدن اکوسیستم و به ویژه حیات موجودات زنده می‌شود.

۵-۲-۱- روباره

سنگ‌ها و یا خاک‌های پوشاننده ماده معدنی که در روش‌های استخراج سطحی برای دسترسی به ذخیره معدنی و آماده‌سازی معدن برداشته می‌شود.

۶-۲-۱- مواد باطله

مواد کم‌ارزشی که همراه کانسنگ از معدن استخراج و در انباشتگاه باطله، انباشت می‌شود.

۷-۲-۱- باطله‌های فرآوری

موادی که پس از عملیات فرآوری و جدا شدن کانی بارزش، باقی می‌مانند و به سد باطله منتقل می‌شوند.

۸-۲-۱- فضای استخراج معادن زیرزمینی

مجموعه حفریاتی که برای استخراج مواد معدنی احداث می‌شوند و تعدادی از آن‌ها پس از استخراج نیز به شکل فضای خالی باقی می‌مانند.

۹-۲-۱- فضای استخراجی معادن سطحی

گودال یا حفره‌ای که در اثر استخراج باطله و کانسنگ در سطح زمین ایجاد می‌شود و به شکل کاواک و یا به صورت کواری بر روی دیواره‌ها باقی می‌ماند.

۱۰-۲-۱- انباشتگاه باطله

مکانی که روباره و باطله‌های معدنی در آنجا انباشت می‌شود.

۱۱-۲-۱- سد باطله

فضایی که باطله‌های فرآوری در آنجا انباشت می‌شود.

۱۲-۲-۱- چشم‌انداز نواحی استخراج شده^۱

نواحی و زمین‌هایی که در اثر فعالیت‌های استخراجی شکل اولیه خود را از دست داده‌اند و در آن‌ها فضاهای استخراجی، انباشتگاه‌های باطله، سدهای باطله و نظایر آن ایجاد شده است.

۱۳-۲-۱- بستن^۲

فرآیندی که در پایان فعالیت‌های معدنی برای کنترل خطرات و آلودگی‌های ناشی از این فعالیت‌ها انجام می‌شود.

1- Mined land landscape

2- Closure

۱-۲-۱۴- پاکسازی^۱

مجموعه اقداماتی که برای کنترل و به حداقل رساندن آلودگی‌های آب و خاک منطقه انجام می‌گیرد.

۱-۲-۱۵- بازسازی^۲

ترمیم محل استخراج شده و بازگرداندن آن به حالت اولیه^۳ که از آن با عنوان ترمیم و آماده‌سازی برای کاربری‌های جدید نیز یاد می‌شود. برای واژه بازسازی در آمریکای شمالی معمولاً از Reclamation و در استرالیا معمولاً از Rehabilitation استفاده می‌شود.

۱-۲-۱۶- ژئوممبران^۴

ورق‌های پلیمری که در مقابل سیالات نفوذ ناپذیرند.

۱-۳- دلایل توقف فعالیت‌های معدنی

توقف فعالیت‌های معدنی ممکن است به صورت دائمی یا موقت باشد.

از جمله مهم‌ترین دلایل تعطیلی موقت و دائمی معادن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- استخراج کامل ذخیره: در صورت تمام شدن ذخیره معدنی، عمر معدن پایان می‌یابد و معدن به طور دائمی بسته می‌شود.
- مسایل محیط زیستی: یکی از شایع‌ترین دلایل توقف فعالیت‌های معدنی، ایجاد پیامدهای نامطلوب محیط زیستی است. فعالیت‌های معدنی ممکن است به آلودگی آب، هوا، خاک و ایجاد خطر برای اکوسیستم منجر شوند. در این حالت، مخالفت‌های سازمان‌های ذیربط و گروه‌های طرفدار حفظ محیط زیست ممکن است باعث توقف موقت یا دائمی فعالیت‌های معدنی شود.
- مسایل اقتصادی: در مرحله طراحی معدن، محدوده نهایی معدن و عیار حد فرآوری بر اساس قیمت پیش‌بینی شده محصول تعیین می‌شود، بنابراین افت ناگهانی قیمت محصول در طول عملیات و رسیدن آن به کم‌تر از

1- Remediation
2- Reclamation
3- Restoration
4- Geomembrane

- قیمت فرض شده در طراحی، ممکن است به توقف فعالیت‌های معدنی منجر شود. علاوه بر این، عرضه و تقاضا نیز ممکن است به توقف این فعالیت‌ها بیانجامد.
- **خطاهای اکتشافی:** تخمین نادرست عیار، شکل، ذخیره و گسترش کانسار در مرحله اکتشاف ممکن است یکی از دلایل تعطیلی معدن باشد.
 - مسایل ژئومکانیکی: کاهش مقاومت و کیفیت توده‌سنگ به انواع شکست‌ها در معادن روباز و ریزش‌ها در معادن زیرزمینی منجر می‌شود که در مواردی ممکن است باعث پرشدن قسمتی از گستره استخراجی و تعطیلی موقت معدن شود.
 - سیاست‌های دولتی و موانع قانونی: در مواردی ممکن است که معدن پس از وضع قوانین جدید بر اساس استانداردهای محیط زیستی، ایمنی، حقوقی، مالیاتی و عوارض گمرکی تعطیل شود.
 - **حوادث غیرمترقبه:** در برخی موارد، حوادث غیرمترقبه مانند زلزله و سیل ممکن است به تعطیلی معدن منجر شود.

۴-۱- قوانین ملی بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی

در ماده ۲۵ قانون معادن (اصلاحی ۱۳۹۰/۸/۲۲) آمده است، چنانچه محدوده عملیات معدنی در منابع ملی و طبیعی واقع شده باشد، مطابق تبصره (۴) ماده (۳) قانون حفاظت و بهره‌برداری از جنگل‌ها و مراتع کشور مصوب سال ۱۳۴۶ و اصلاحات بعدی آن اقدام و به جای بهره مالکانه و حق الارض مندرج در تبصره یاد شده، به منظور جبران خسارت ناشی از اکتشاف یا بهره‌برداری مواد معدنی، هزینه‌های ناشی از اکتشاف یا بهره‌برداری مواد معدنی به مآخذ پانزده درصد (۱۵٪) درآمد دولت ناشی از اکتشاف موضوع تبصره «۳» ماده (۶) این قانون و همچنین دوازده درصد (۱۲٪) از کل حقوق دولتی موضوع ماده (۱۴) این قانون و تبصره‌های ذیل آن که توسط وزارت صنعت، معدن و تجارت وصول می‌گردد و به حساب خزانه‌داری کل کشور که از طریق وزارت جهاد کشاورزی تعیین می‌شود واریز می‌گردد تا بر حسب مورد و در طی عملیات نسبت به احیا و بازسازی محل عملیات معدنی اقدام گردد.

۵-۱- مبانی بستن

اغلب، بستن گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی با هدف مهیاسازی شرایط برای انجام بازسازی انجام می‌گیرد. در نتیجه بازسازی باید اکوسیستم‌های خود پایدار دوباره پدیدار شوند و خود را با شرایط محیط سالم و در جریان فعالیت‌های بشری سازگار کنند.

۱-۵-۱- اهداف بستن

از جمله مهم‌ترین اهداف طرح‌های بستن گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی برای انجام بازسازی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- جلوگیری از تخریب‌های محیطی و حفظ پایداری زمین
- حفظ سلامتی و ایمنی عمومی زیستگاه‌های اطراف
- حفظ مناظر و زیبایی‌های مناطق اطراف
- کاهش اثرات نامطلوب اجتماعی و اقتصادی
- ایجاد کاربری سودده، پایدار و قابل قبول برای ذینفعان در زمین‌های گستره استخراج شده پس از توقف عملیات معدنی

۱-۵-۲- معیارهای بستن

- معیارهای انتخابی برای بستن محدوده‌های استخراج شده باید الزامات حداقلی زیر را برآورده کنند:
- **ثبات فیزیکی:** اجزای بازمانده پروژه پس از بستن گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی باید با ایجاد تغییرات یا اصلاحات ساختاری به لحاظ فیزیکی پایدار شوند و تحت تاثیر حوادث طبیعی و یا نیروهای مخرب، ناپایدار و جابه‌جا نشوند.
 - **ثبات شیمیایی:** اجزای بازمانده پروژه پس از بستن گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی، باید از لحاظ شیمیایی تثبیت شوند تا خطری برای جامعه بشری، حیوانات و سلامتی و ایمنی محیط زیست نداشته باشند.
 - **عدم نیاز به مراقبت فعال بلندمدت:** روند بستن باید به گونه‌ای باشد که هیچ کدام از اجزای بازمانده پروژه پس از بستن گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی در بلندمدت به مراقبت و مرمت فعال نیاز نداشته باشند.
 - **کاربری آینده:** محدوده بسته شده باید از جنبه‌های مختلف مانند زیبایی‌شناسی و ارزش‌ها با زمین‌های اطراف و شرایط آب‌ها سازگار باشد.
- معیارهای انتخابی برای بستن گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی ممکن است از استانداردهای موجود اقتباس شود یا خاص منطقه باشد، در انتخاب این معیارها باید به نکات زیر توجه کرد:
- معیارها باید با اهداف بستن سازگار باشند.
 - معیارها باید معنی‌دار، قابل اندازه‌گیری و دست یافتنی باشند.
 - معیارها باید در مراحل اولیه توسعه عملیات و بر اساس نتایج برنامه‌های پایش محیط زیستی یا تحقیقات بازسازی تعیین شوند.
 - باید بین هزینه‌ها و سود حاصل از کاهش ملزومات مراقبت‌های فعال آینده و ریسک‌های آتی محیط زیستی، تعادل برقرار شود.

- معیارهای موثر در طرح بستن باید استانداردهای حداقلی حفاظت از محیط زیست، بهداشت و ایمنی موجود را پوشش دهند.
- در طول عمر پروژه معدنی، ممکن است با توجه به تغییر کاربری زمین‌های مجاور معدن، تنوع فرهنگی مردم بومی، فرصت‌های شغلی جدید یا پیشرفت‌های فنی، در معیارهای بستن گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی و کاربری نهایی زمین‌های استخراج شده تجدیدنظر شود. از جمله مهم‌ترین معیارهای طرح بستن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
- کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی و اثرات آن‌ها بر محیط زیست
- کاربری زمین و چشم‌انداز محیط پس از بستن
- پایداری بلندمدت و فرسایش سازه‌های باقی‌مانده در محدوده
- اثرات اجتماعی و اقتصادی ناشی از کاهش پتانسیل اقتصادی منطقه در اثر بسته شدن معدن و ظرفیت بلندمدت برای نسل‌های آینده
- پیامدهای اقتصادی برای شرکت‌های معدنی و ذینفعان مالی مرتبط با بستن

۱-۶- مبانی بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی

۱-۶-۱- اهداف بازسازی

هدف اصلی بازسازی، ایجاد فضایی ایمن، پایدار و سازگار با محیط است. از جمله مهم‌ترین اهداف بازسازی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بهبود شرایط محیط زیستی
- بهبود و ارتقای سلامت و بهداشت اجتماعی ساکنین
- حفظ و نگهداری تنوع اکولوژیکی
- دستیابی به توسعه و اقتصاد پایدار
- ایجاد چشم‌اندازها و مناظر مطلوب
- ایجاد تسهیلات تفریحی و گردشگری

۱-۶-۲- عوامل موثر در طراحی و اجرای بازسازی

با توجه به تغییرات پیوسته در اکوسیستم گستره معدنی و منطقه اطراف آن، توجه به عوامل مربوط به اکوسیستم به ویژه در طراحی و اجرای طرح بازسازی اهمیت زیادی دارد. از جمله عوامل موثر در اجرای بازسازی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کیفیت سطح و نوع کاربری پیشین زمین‌های استخراج شده

- افق مغذی خاک رویی و زیرین موجود

- خصوصیات باطله‌های انباشت شده

رویکرد بازسازی به ناحیه‌ای که گستره معدنی در آن واقع شده است، بستگی دارد. بازسازی محیط‌های پرجمعیت و آباد به طراحی تفصیلی و دقیق و مراقبت زیادی نیازمند است و طراحی و بازسازی بهتر است بر اساس کاربری پیش از شروع استخراج زمین انجام شود. بازسازی زمین‌های کشاورزی نیازمند مراقبت دقیق از افق مغذی خاک رویی است. در روش‌هایی مانند استخراج نواری می‌توان این افق مغذی را در کوتاه‌مدت نگهداری کرد و سپس دوباره در نواحی استخراج شده مورد استفاده قرار داد.

صرفنظر از اینکه از زمین در بلندمدت و یا کوتاه‌مدت استفاده می‌شود، باید به زمان و روش اجرای عملیات در طراحی توجه شود. برای حفظ کیفیت زمین و موارد کاربری آن باید نکات زیر مورد توجه قرار گیرد:

- نوع کاربری زمین پیش از فعالیت‌های معدنی
- توپوگرافی، نوع پوشش گیاهی و پتانسیل زمین پیش از فعالیت‌های معدنی
- پتانسیل زمین پس از پایان عمر معدن و بازسازی
- نحوه دستیابی به کاربری پیشنهادی زمین پس از فعالیت‌های معدنی و ملزومات انجام آن
- توجه به سازگاری بازسازی با کاربری محلی ناحیه
- توجه به شرایط فیزیکی، محیطی و آب و هوایی منطقه

۱-۶-۳- برنامه‌ریزی و زمان شروع بازسازی

تهیه طرح و برنامه بستن و بازسازی باید همزمان با طراحی معدن و برنامه‌ریزی عملیات استخراجی انجام شود تا بازسازی از نظر فنی آسان‌تر و از نظر اقتصادی کم هزینه‌تر باشد. بهترین زمان انجام بازسازی در استخراج سطحی در صورت امکان همزمان با عملیات استخراج و در غیراین صورت بلافاصله پس از بستن گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی است.

۱-۶-۴- عوامل موثر در برنامه‌ریزی بازسازی

برای انجام برنامه‌ریزی بازسازی طی مرحله طراحی معدن، اطلاعات کلی متعددی در قالب عوامل مختلف مربوط به گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی، محیط زیست اطراف، زیرساخت‌ها، راه‌ها و نظایر آن مورد نیاز است. از جمله مهم‌ترین عوامل می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **شرایط جوی:** دمای هوا، نوع و شدت بارش‌ها اثرات متفاوتی بر بازسازی دارند. بارندگی ممکن است باعث فرسایش خاک و ایجاد مشکل برای گیاه‌کاری در زمان اجرای بازسازی شود. ریزش برف و هوای سرد برای

گیاه کاری نامطلوب است. افزایش دمای هوا باعث کمبود آب و مشکل شدن بازسازی زمین و ایجاد پوشش گیاهی می شود.

- **تراز ارتفاعی:** تراز ارتفاعی نقش مهمی در شرایط جوی و ویژگی های کلی منطقه دارد. بازسازی زمین های واقع در مناطق مرتفع مشکل و اجرای آن پرهزینه است.
- **توپوگرافی:** شرایط توپوگرافی رابطه مستقیمی با شرایط جوی، آب شناسی، کیفیت خاک و گیاه های منطقه دارد. بازسازی زمین های با شیب تند و ایجاد پوشش گیاهی در آن ها مشکل است.
- **آب شناسی:** کمیت، کیفیت و جریان آب های سطحی و زیرزمینی در گستره تحت تاثیر فعالیت های معدنی باید بررسی شود. وجود آب علاوه بر جنبه های مثبت برای بازسازی، ممکن است به فرسایش خاک، رسوب گذاری و تشکیل زهاب اسیدی منجر شود.
- **ویژگی های خاک:** افق مغذی خاک (افق A) در برنامه ریزی بازسازی و به ویژه گیاه کاری بسیار اهمیت دارد و ممکن است انتخاب یا عدم انتخاب برخی از گزینه های بازسازی را تحت تاثیر قرار دهد.
- **شرایط زمین شناسی:** عوامل زمین شناسی ممکن است به عنوان عوامل بازدارنده در بازسازی عمل کنند و موجب اتخاذ شیوه خاصی برای بازسازی و کاربری ویژه گستره تحت تاثیر فعالیت های معدنی شوند.
- **موقعیت جغرافیایی:** موقعیت معدن و فاصله آن تا مراکز پرجمعیت و شهری، بر دسترسی به زیرساخت ها، انرژی، تسهیلات و نظایر آن تاثیر می گذارد. این عامل ممکن است بر انتخاب یا عدم انتخاب برخی از گزینه های بازسازی تاثیر گذار باشد.
- **ویژگی های ابعادی گستره معدن:** اندازه و شکل گستره معدن تاثیر بسزایی بر کاربری و بازدهی گستره تحت تاثیر فعالیت های معدنی دارد.
- **شرایط محیط زیستی اطراف معدن:** نوع گیاه ها و درخت ها و اکوسیستم محیط اطراف معدن بر انتخاب گزینه کاربری و بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیت های معدنی موثرند.
- **فرهنگ بومی:** یکی از عوامل کلیدی در انتخاب گزینه بازسازی و موفقیت برنامه بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیت های معدنی، فرهنگ بومی است.
- **نوع کاربری زمین ها:** گزینه کاربری و بازسازی انتخابی برای گستره تحت تاثیر فعالیت های معدنی باید هم راستا با کاربری زمین های اطراف باشد.
- **مالکیت معدن و سیاست شرکت معدنی در مورد بازسازی:** نوع مالکیت معدن و نحوه برخورد مالکان با طرح بازسازی در اجرای موفقیت آمیز آن موثر است. در مواردی که بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیت های معدنی به ادامه درآمدزایی یا شرایط مطلوب اقتصادی منجر شود، مالکان انگیزه بیشتری برای اجرای آن پیدا می کنند.

۱-۶-۵- ملاحظات اقتصادی بازسازی

در بسیاری موارد، هزینه بازسازی شامل هزینه‌های بستن معادن، قابل توجه است و در این راستا توجه به موارد زیر توصیه می‌شود:

- ارائه طرح دقیق آماده‌سازی بستن همراه با بودجه‌بندی برای هر مرحله از چرخه عمر معدن
- برآورد هزینه‌های بازسازی با هدف کاهش ریسک کمبود بودجه در موقع بستن
- طرح‌ریزی بازسازی حین بستن بسیار پرهزینه‌تر از طراحی آن از قبل است.
- بیمه مالی ابزار اقتصادی مناسبی برای اطمینان از پرداخت هزینه‌های بازسازی به وسیله مالک یا شرکت معدنی است.
- هزینه‌های بازسازی باید از همان ابتدا در طرح‌های استخراج در نظر گرفته شود.
- از جمله عوامل موثر در هزینه‌های بازسازی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
 - موقعیت جغرافیایی محل
 - شرایط توپوگرافی (پیش از فعالیت‌های معدنی، پیش از بازسازی و در حالت نهایی زمین)
 - روش استخراج
 - نوع، شکل و ابعاد کانسار
 - ابعاد فضای استخراجی (کاواک)
 - ابعاد وضعیت انباشتگاه‌های باطله، ملزومات تسطیح و فاصله حمل برای پر کردن و تسطیح
 - مشخصات باطله‌ها
 - روش پر کردن و ویژگی‌های محل پر شده
 - در صورت نیاز، روش پوشاندن و دفن ایمن مواد سمی و خطرزا
 - نیاز یا عدم نیاز به متراکم‌سازی
 - زمان بازسازی و شرایط جوی در آن زمان
- بخشی از هزینه‌های بستن و بازسازی را می‌توان با درآمد حاصل از بازسازی و کاربری جدید گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی جبران کرد. در توجیه عملیات بازسازی، علاوه بر عامل اقتصادی باید به زیباسازی محیط، حفظ شرایط اجتماعی مطلوب و ایجاد اشتغال نیز توجه شود.

فصل ۲

دستورالعمل بستن گستره تحت تاثیر

فعالیت‌های معدنی

۲-۱- آشنایی

در این فصل، ملاحظات اجرایی مهم مرتبط با بستن گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی، بخش‌های مختلف معادن سطحی و زیرزمینی، سدهای باطله و سازه‌ها و زیرساخت‌های معدنی در قالب دستورالعمل‌های مجزا ارائه می‌شود.

۲-۲- برنامه‌ریزی بستن

در جدول (۲-۱) جایگاه برنامه‌ریزی بستن گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی در چرخه عمر معدن ارائه شده است.

جدول ۲-۱- برنامه‌ریزی بستن در چرخه عمر معدن

مراحل	اکتشاف	طراحی و برنامه‌ریزی تولید معدن		تجهیز و آماده‌سازی	استخراج و فرآوری	بستن محدود	مراقبت از محدوده بسته و بازسازی شده
اقدامات مرتبط با بستن و بازسازی	طرح بستن برای بخش اکتشافی	ارزیابی محیط زیستی پایه		پایش محیط زیستی / انجام بازسازی			
		شرح اثرات محیط زیستی (شامل طرح مفهومی بستن)	طرح بستن (شامل تخمین هزینه بستن و توجیه مالی)	به روزرسانی طرح بستن (به طور معمول ۳ سال پس از تایید گزارش، به ازای هر ۵ سال و یا در صورت تغییر شرایط به روزرسانی شود).			-
				تصویب طرح بهره‌برداری حاوی گزارش اثرات محیط زیستی، بستن و بازسازی			
نوع مجوز	اکتشافی						

۲-۳- الزامات بستن گستره تحت تاثیر فعالیت‌های اکتشافی

- افق A خاک‌های برداشت شده طی عملیات جاده‌سازی، نمونه‌برداری، ترانشه‌زنی، حفاری و سایر فعالیت‌ها باید در بالادست و مجاورت نقطه برداشت شده و به فاصله مناسب از آبراهه‌ها و منابع آلودگی ذخیره شوند تا به راحتی و با هزینه کم بتوان مجدداً از آن‌ها برای گیاه‌کاری استفاده کرد.
- از به هم ریختگی خاک باید جلوگیری و خاک سطحی حاوی گیاه‌خاک در مکانی مجزا نگهداری شود. اگر عملیات اکتشافی خاک زیرین را تحت تاثیر قرار داده باشد، این بخش نیز باید به طور جداگانه در مکان دیگر نگهداری شود.
- توصیه می‌شود ارتفاع کپه‌های خاک انباشته شده از یک متر بیشتر نباشد تا ناهماهنگی زیادی در چشم‌انداز منطقه ایجاد نشود و در صورت نیاز به راحتی بتوان آن‌ها را مجدداً پخش و بر روی آن‌ها گیاه‌کاری کرد.
- خاک‌های برداشت شده باید در اسرع وقت جایگزین شوند تا فعالیت حیات بذرها و باروری خاک آسیب نبیند. در این فرآیند، نخست باید خاک زیرین و سپس خاک سطحی جایگزین شود.
- برای کاهش اثرات آتی نشست، ترانشه‌ها و چاهک‌ها باید حداکثر تا ۱۵ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین با خاک پر و سپس متراکم شوند.

- تمامی راه‌ها و جاده‌های غیرقابل استفاده در مرحله استخراج، باید تسطیح و با توپوگرافی و پوشش گیاهی منطقه هماهنگ شوند.
- پسماندها و مواد زاید باید طی عملیات اکتشاف و در انتهای آن از منطقه خارج و در مکان مناسب دفن شوند. برای تسهیل در انجام این کار باید یک مخزن زباله در محوطه کاری پیش‌بینی شود.
- مواد زاید کارگاهی و دستگاه‌های غیرقابل استفاده باید از محوطه خارج شوند.
- در صورت عدم نیاز به مخازن سوخت و روغن در مرحله استخراج، باید از محدوده خارج شوند.
- منطقه باید از منابع احتمالی آلودگی مانند سوخت، روغن و افزودنی‌های حفاری عاری شود.
- زهاب‌ها باید کنترل و خنثی‌سازی شوند.
- تا زمان بستن نواحی خطرناک و تثبیت کامل آن‌ها، باید با حصارکشی موقت از ورود حیوانات به این نواحی جلوگیری شود.
- مسیرهای منحرف شده رواناب‌ها و سیلاب‌ها باید تا حد امکان به شرایط مطلوب برگردانده شوند.
- امکان دسترسی مجدد حیات وحش به منابع آب باید فراهم شود.

۴-۲- بستن بخش‌های معادن سطحی

۴-۲-۱- بستن فضای استخراج سطحی

برای بستن فضاهای استخراج سطحی مانند کاواک روباز باید به شرح زیر عمل شود:

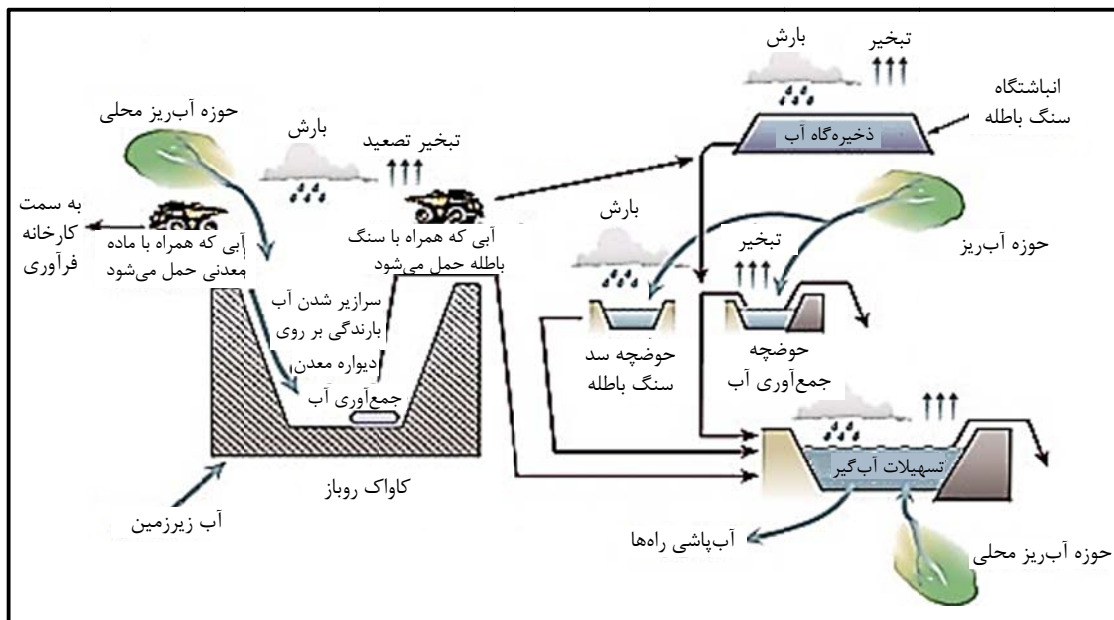
- پله‌ها و دیواره‌های نهایی کاواک روباز باید به شیب پایدار برسند و بخش‌های ناپایدار نیز پایدار شوند. در شرایطی که پر کردن کاواک با آب برای بازسازی امکان‌پذیر باشد، بهتر است تیزی لبه پله‌ها با ایجاد یک یا دو برش حذف شود (شکل ۱-۲-الف). در تمامی موارد باید بخش‌های ناپایدار پله‌ها پایدار شوند (شکل ۱-۲-ب).



شکل ۱-۲- بستن پله‌های معادن سطحی:

الف- حذف تیزی لبه پله در صورت پر کردن کاواک با آب، ب- لقی‌گیری دیواره‌ها از سنگ‌های ناپایدار

- زهاب‌های اسیدی معدن و فلزات شسته شده ناشی از آن باید کنترل و خنثی شوند.
- با ساخت تسهیلات آب‌گیر یا تغییر مسیر رواناب‌ها، آب‌های سطحی کنترل شوند (شکل ۲-۲).



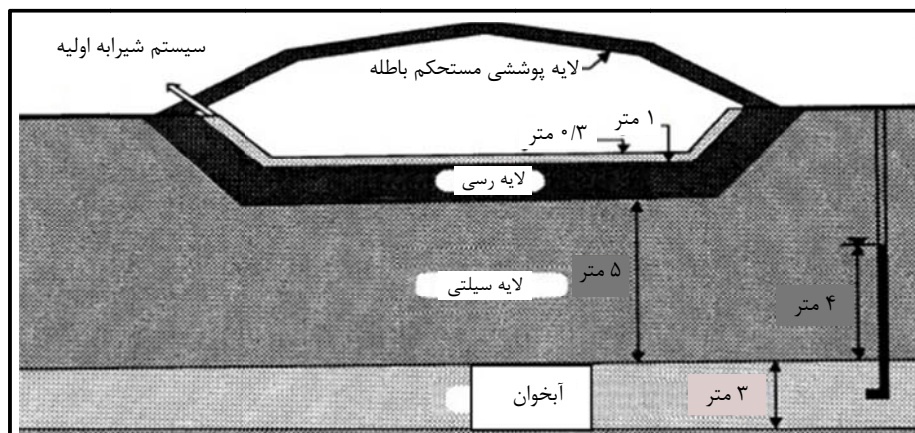
شکل ۲-۲- نحوه کنترل رواناب‌ها

- پس از کنترل ناپایداری‌ها و آلودگی‌ها، با دیوارسازی یا نرده‌کشی و نصب علائم خطر باید از نواحی استخراج شده سطحی حفاظت شود.

۲-۴-۲- دستورالعمل بستن انباشتگاه‌های باطله

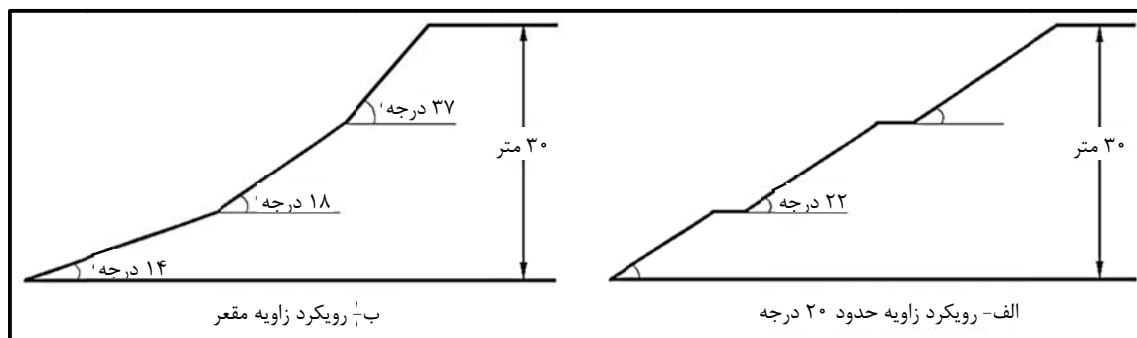
- ویژگی‌های فیزیکی سنگ‌های باطله مانند بافت و ساخت، ساختار و ساختمان مولکولی مانند چسبندگی و قابلیت خردشدگی و همچنین دسترسی به آب باید بررسی و تعیین شود.
- خواص شیمیایی سنگ‌های باطله مانند میزان اسیدی یا بازی بودن، وجود فلزات و نمک‌ها باید بررسی و تعیین شود.
- اگر باطله‌ها اسیدی باشند لازم است برای کاهش اسیدیته باطله و خنثی کردن اسید تولید شده، از سنگ آهک استفاده شود. برای جلوگیری از نفوذ اسید به لایه‌های زیرین، کف انباشتگاه باطله باید با لایه‌ای از سنگ‌های غیرقابل نفوذ مانند خاک رس پوشش داده شود (شکل ۲-۳).
- باطله‌های حاوی مواد آلاینده باید بر روی لایه غیرقابل نفوذ در بخش تحتانی انباشتگاه ریخته شوند.
- سنگ‌های درشت باید بر روی باطله‌های حاوی مواد آلاینده ریخته شوند.
- باطله‌های دانه‌ریز باید بر روی باطله‌های دانه‌درشت ریخته شده و سپس متراکم و تراز شوند.

- برای پایدارسازی بلندمدت انباشتگاه در مقابل تغییرات جوی و فرسایش، نشت و نفوذ آب و ایجاد زهاب‌های اسیدی، باید انباشتگاه با سنگ یا سایر پوشش‌های خنثی و ایمن به طور کامل محدود و محصور شود (شکل ۳-۲).
- دامنه‌های انباشتگاه باطله باید شیب‌بندی شده و در انباشتگاه سیستم زهکشی ایجاد شود (شکل ۳-۲).



شکل ۳-۲- محصور کردن سطح انباشتگاه باطله با ایجاد یک لایه پوششی نفوذناپذیر

- با کاهش ارتفاع و به ویژه شیب نهایی دیواره‌های انباشتگاه باطله، باید از ناپایداری‌های ژئومکانیکی جلوگیری شود (شکل ۴-۲).

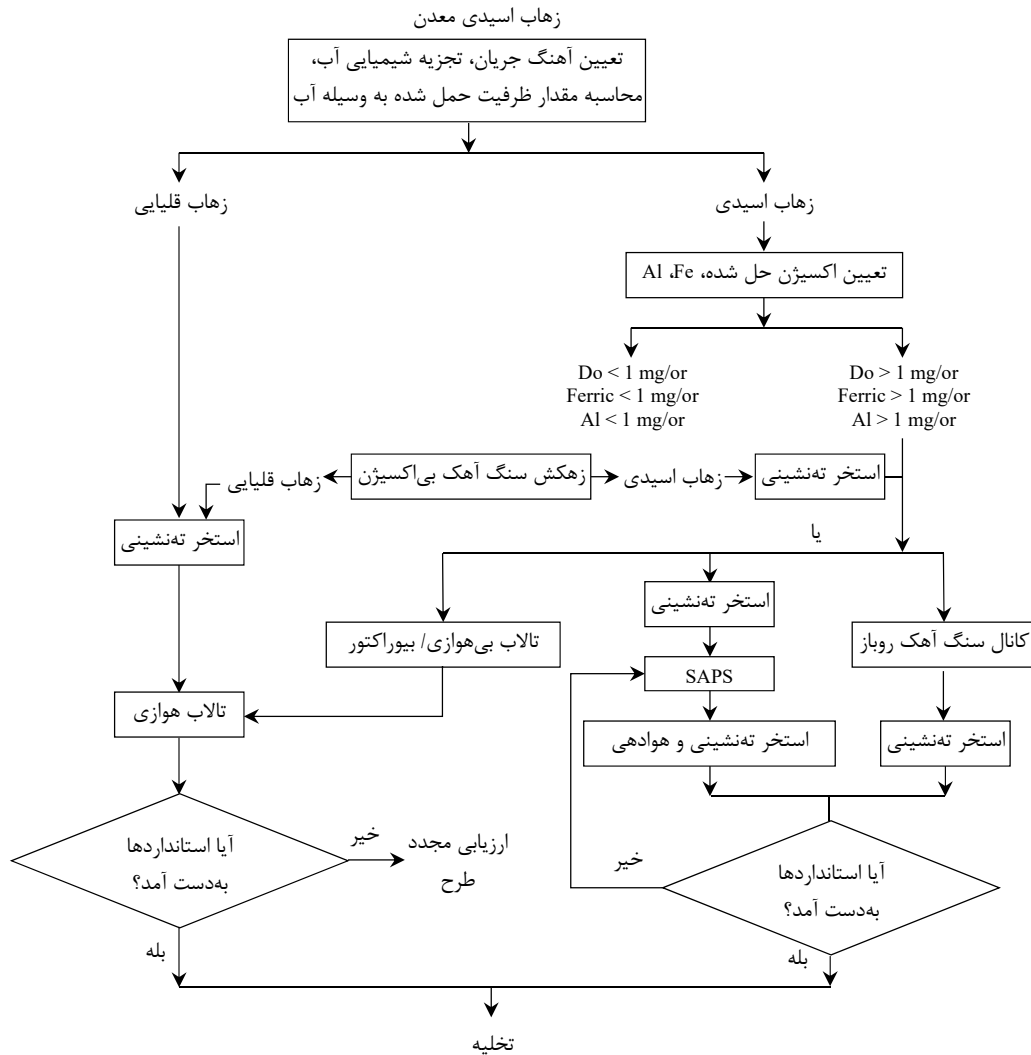


شکل ۴-۲- کاهش شیب نهایی دیواره انباشتگاه با شکستن آن به قطعه‌های با شیب کم‌تر: الف- شیب حدود ۲۰ درجه، ب- شیب مقعر

۳-۴-۲- کنترل زهاب‌های اسیدی

- برای کنترل زهاب‌های اسیدی مطابق با اهداف بستن گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی، باید به نکات زیر توجه شود:
- طی دوره معدن‌کاری، زهاب‌های ناشی از فعالیت‌های معدنی باید پیش از خروج از محدوده معدن در استخرهای مناسب کنترل، محدود و خنثی‌سازی شوند. برای انتخاب سیستم مناسب خنثی‌سازی غیرفعال بر اساس مشخصات شیمیایی زهاب اسیدی می‌توان از شکل ۵-۲ به عنوان راهنما استفاده کرد.
 - مسیر عبور زهاب‌ها و موقعیت استخرها باید طی عملیات معدن‌کاری مشخص و طراحی شود.
 - مکان‌های تشکیل لجن و استخرها پس از پایان استخراج باید برچیده شوند.

- لایه‌ای از موادی که اسید تولید نمی‌کنند، باید به عنوان پوشش بر روی مناطق با قابلیت تولید زهاب قرار گیرد تا پس از آن بتوان پوشش گیاهی ایجاد کرد.



شکل ۲-۵- انتخاب سیستم غیرفعال مناسب بر اساس مشخصات شیمیایی زهاب اسیدی

۲-۴-۴- مدیریت آب

در مرحله بستن باید تمامی آب‌های تحت تاثیر فعاليت‌های معدنی در تجهیزات و سازه‌های ویژه جمع‌آوری لجن و فاضلاب‌ها دفع شوند. فعاليت‌های نظارتی سیستم‌های مدیریت آب پس از بستن گستره تحت تاثیر فعاليت‌های معدنی شامل موارد زیر است:

- بازرسی‌های دوره‌ای از سازه‌های جمع‌آوری، کنترل و انتقال آب پس از مرحله بستن
- نظارت بر کیفیت، کمیت و جریان آب برای اطمینان از دستیابی به اهداف سیستم در حال اجرا و اهداف مربوط به کیفیت آب

- انجام بازرسی‌های پیوسته و تعمیر و نگهداری سیستم تصفیه فعال یا غیرفعال مرتبط با پساب‌ها
- نمونه‌گیری از آب‌های سطحی و زیرزمینی
- ارزیابی الگوهای زهکشی پس از بستن و تایید مطابقت آن‌ها با الگوهای توسعه پیشین تعریف شده در اهداف بستن
- بازرسی دوره‌ای از مناطق حاوی رویش دوباره گیاهان بر اساس طرح اولیه تا زمان رویش کامل گیاهان مطابق با معیارهای بستن
- نظارت بر گونه‌های جانوری و آبزیان بومی برای اطمینان از اجرای موفق اهداف بستن

۲-۵- بستن راه‌های دسترسی اصلی معادن زیرزمینی

در بستن فضاهای استخراج زیرزمینی باید مواردی مانند پر کردن و مسدودسازی دائمی تمامی راه‌های دسترسی و آماده‌سازی‌های زیرزمینی مد نظر قرار گیرد.

۲-۵-۱- اهداف

- حفظ امنیت انسان و سایر موجودات زنده با بستن مسیرهای دسترسی به حفاریات زیرزمینی
- پایدارسازی کارگاه‌های استخراج زیرزمینی برای جلوگیری از انتقال شکستگی‌ها به سطح زمین
- جلوگیری از فرو ریزش
- جلوگیری از نفوذ آب‌های سطحی کنترل نشده به کارگاه‌های زیرزمینی و سپس تبدیل آن‌ها به منابع آلوده‌کننده آب‌های زیرزمینی
- کمینه‌سازی قابلیت آلودگی ناشی از آب‌های معدنی و در صورت لزوم جمع‌آوری و به‌سازی آن‌ها
- پایدارسازی مناطق اطراف بازکننده‌های معدنی برای سازگاری با توپوگرافی اطراف و یا اهداف کاربری آینده
- حفظ جانوران و گونه‌های جانوری ویژه و محافظت شده
- به حداقل رساندن نشت گازهای پرخطر

۲-۵-۲- اطلاعات مورد نیاز

- جزییات دقیق از موقعیت بازکننده
- چگونگی دسترسی به محدوده
- کاربری زمین در آینده
- مشخصات هندسی بازکننده
- وضعیت حفاریات معدنی از لحاظ پایداری

- ویژگی‌های زمین‌شناسی و آب‌شناسی
- پتانسیل وجود گازهای خطرناک
- نیاز به دسترسی در آینده برای عملیات معدنی زیرزمینی
- گونه‌های گیاهی و جانوری و ویژگی‌های محیط زیست
- هزینه‌ها

۲-۵-۳- روش‌های بستن متناسب با بازکننده‌ها

جزئیات مربوط به روش‌های بستن بازکننده‌های معادن زیرزمینی بر اساس نوع (موقتی^۱ و بلندمدت یا دائمی^۲) و مدت دوام بازکننده‌ها در جدول (۲-۲) ارائه شده است.

جدول ۲-۲- جزئیات نوع و روش‌های بستن بازکننده‌های معادن زیرزمینی

محل مورد نظر	نوع بستن	روش	کاربرد	مدت بسته بودن
بازکننده قائم یا نزدیک به قائم: چاه قائم چاه مایل دویل	هشداردهنده	نشانه‌گذاری	اعلام خطر	موقتی
	مانع	حصارکشی	محدودسازی دسترسی	موقتی
	مسدودکننده	تور سیمی فولادی	محدودسازی دسترسی	موقتی
		دریچه فولادی	محدودسازی دسترسی	موقتی
	سرپوش	بتن پیش‌ساخته	جلوگیری از دسترسی	بلندمدت
		بتن‌سازی در محل	جلوگیری از دسترسی	بلندمدت
		سرپوش بتنی یکپارچه	جلوگیری از دسترسی	بلندمدت
	مهر و موم	پر کردن	جلوگیری از دسترسی	دایمی
بازکننده افقی یا نزدیک به افقی: تونل گذرگاه زیرزمینی (رمپ) تونل شیب‌دار	هشداردهنده	نشانه‌گذاری	اعلام خطر	موقتی
	مانع	حصارکشی	محدودسازی دسترسی	موقتی
	مسدودکننده	الوار و چوب	محدودسازی دسترسی	موقتی
		تورهای سیمی فولادی	محدودسازی دسترسی	موقتی
		دریچه فولادی	محدودسازی دسترسی	موقتی
		سنگ یا دیواره بتنی	جلوگیری از دسترسی	بلندمدت
	مهر و موم	بستن با آتشباری	جلوگیری از دسترسی	دایمی
		پر کردن	جلوگیری از دسترسی	دایمی
محل نشست یا تخریب	هشداردهنده	نشانه‌گذاری	اعلام خطر	موقتی
	مانع	حصارکشی	محدودسازی دسترسی	موقتی
	مهر و موم	پر کردن	جلوگیری از دسترسی	دایمی

1- Temporary

2- Permanent

۲-۵-۴- اقدامات بستن موقتی

در روش‌های بستن موقتی بدون تغییر در بازکننده‌های معدنی، از ورود عمدی یا تصادفی به داخل آن‌ها جلوگیری می‌شود. این روش‌ها کم هزینه‌اند و امکان جایگزینی با روش‌های بلندمدت یا دائمی را دارند.

الف- علامت‌گذاری

- از علایم در شرایط کم ریسک برای هشدار دادن به انسان‌ها و هوشیارسازی آن‌ها نسبت به وجود بازکننده‌های معدنی استفاده می‌شود (شکل ۲-۶).
- جانمایی موثر علایم هشداردهنده بر اساس میدان دید و نزدیکی به محل خطر انجام می‌گیرد.
- علامت باید با اطلاعات کافی در مجاورت بازکننده نصب شود و توسط افراد قابل تشخیص باشد.



شکل ۲-۶- تابلوی خطر برای هشدار به افراد

- علامت باید از همه جهت‌های دسترسی قابل مشاهده باشد.
- پایه‌های^۱ علایم باید محکم باشد تا در برابر شرایط سخت محیطی، خرابکاری و آسیب ناشی از حیات وحش و طوفان‌ها آسیب نبینند.
- برای نگهداری علایم بر روی پایه‌ها باید از بست‌های گالوانیزه که پوسیدگی کمی دارند، استفاده شود.
- علایم باید در همه فصل‌ها و شرایط جوی قابل رویت باشند.
- برای نمایش خطر باید از نماد و زبان مناسب استفاده شود.
- کارکرد موثر علایم به عنوان لوازم موقتی، معمولاً ۵ تا ۱۰ سال است و برای اطمینان از عملکرد پیوسته آن‌ها باید تحت بازرسی مستمر، تعمیر و نگهداری قرار گیرند.

ب- موانع

- اگرچه موانع تا حد زیادی از ورود انسان و بیش‌تر حیوانات به داخل بازکننده‌های معدنی جلوگیری می‌کنند، اما به طور کامل این احتمال را از بین نمی‌برند.
- ایجاد مانع یا نرده‌کشی در محدودسازی دسترسی به چاه، تونل، گذرگاه زیرزمینی، کارگاه‌ها و منطقه نشست در جایی کاربرد دارد که کاربری محدوده در آینده مورد انتظار باشد یا مهر و موم دائمی امکان‌پذیر نباشد (شکل ۷-۲).
- برای افزایش اثربخشی حصارکشی باید آن را در فاصله کافی از پیرامون بازکننده نصب کرد تا کل نواحی با پتانسیل ناپایداری، نشست یا تخریب، محصور شود.
- توصیه می‌شود فاصله بین دهانه بازکننده و حصار حداقل پنج برابر بزرگترین بعد بازکننده باشد.
- حصارهای به هم پیوسته با حلقه‌های گالوانیزه و افزودن سیم خاردار در بالای حصارها امکان نفوذ از بالای حصارها به داخل منطقه بسته شده را کاهش می‌دهد.
- برای جلوگیری از پوسیدگی و حفظ اثربخشی حصارها، باید از پایه‌ها و ریل‌های فلزی گالوانیزه استفاده شود.



شکل ۷-۲- حصارکشی اطراف چاه معدنی

- پایه‌ها باید مستحکم باشند و حدود ۵۰ سانتی‌متر در درون بتن یا سنگ سالم قرار گیرند.
- بهتر است اتصالات پایه‌ها در بتن قرار داده شود.
- برای ایمنی بیش‌تر و جلوگیری از ورود افراد باید یک تابلوی هشداردهنده بر روی حصارها نصب شود.
- اثربخشی توری‌های سیمی فولادی در جلوگیری از ورود، از نرده‌ها و حصارها بیش‌تر است، هرچند آن‌ها نیز مهر و موم دائمی نیستند.
- از توری‌های سیمی فولادی می‌توان برای انواع بازکننده‌ها مانند چاه و تونل با شکل‌های مختلف استفاده کرد.
- نصب دریچه‌های فولادی، دسترسی به خطرات را محدود می‌کند و اختلالات در محدوده را به حداقل می‌رساند (شکل ۸-۲).



شکل ۲-۸- نمونه‌ای از دریچه فولادی برای جلوگیری از ورود احتمالی حیوانات کوچک

- در چاه‌های قائم، چاه‌های شیب‌دار و دویل‌ها، دریچه فولادی باید در سنگ بستر سالم یا دهانه بتنی پایدار چاه محکم شود.
- دریچه‌های فولادی باید بر سر در ورودی یا داخل بازکننده‌های تونل‌ها، گذرگاه‌ها و کارگاه‌ها قرار گیرند.
- طول عمر دریچه فولادی بیش‌تر از تورهای سیمی یا حصارها و اغلب بین ۱۵ تا ۲۰ سال است.
- صفحات فولادی در بستن و بازسازی موقتی، بالاترین سطح امنیت را در محدودسازی دسترسی به حفاریات ایجاد می‌کنند. طول عمر صفحات فولادی نصب شده با هدف بستن ورودی‌ها حدود ۳۰ سال است.
- در تمامی موارد، برای افزایش عمر مفید موانع و حصارها باید بازرسی، تعمیر و نگهداری و تعویض به طور منظم انجام گیرد.
- در تمامی موارد، اجزای فولادی باید با استفاده از ضدزنگ پوشش داده شوند.

۲-۵-۵- اقدامات بستن بلندمدت

برای جلوگیری از ورود به داخل بازکننده‌های معدنی با پتانسیل خطرزایی، از روش‌های بستن بلندمدت استفاده می‌شود. هرچند در صورت لزوم مانند وجود پتانسیل اقتصادی در آینده یا ارزش تاریخی یا در مواردی که بستن دائمی عملی نیست، امکان دسترسی به این بازکننده‌ها وجود دارد.

الف- سرپوش بتنی^۱

- سرپوش بتنی بر روی چاه یا دویل باز امنیت کامل را ایجاد می‌کند (شکل ۲-۹).

1- Concrete cap & capping slab



شکل ۲-۹- بستن چاه با سرپوش بتنی قابل برداشت

- اگر احتمال ورود مجدد به محدوده در آینده وجود داشته باشد، می‌توان در داخل صفحه بتن، دریچه قفل‌شدنی یا قابل برداشتن طراحی کرد.
- سرپوش‌های بتنی برای بازکننده‌های با شکل‌های مختلف مناسب‌اند.
- در صورت وجود خطر زهاب اسیدی، باید از سیمان مقاوم در برابر سولفات یا مواد افزودنی با تاثیر مشابه استفاده شود.
- سرپوش بتنی باید به سنگ اطراف دهانه چاه متصل و محکم شود، بنابراین ابعاد سرپوش معادل مجموع ابعاد بازکننده و ناحیه ناپایدار اطراف آن در نظر گرفته می‌شود.
- قطعه‌های بتنی پیش‌ساخته یا سرپوش‌های بتنی قالب‌ریزی شده را می‌توان به طور مستقیم روی دهانه بتنی چاه قرار داد.
- اگر قسمت فوقانی چاه از بتن نباشد اما سنگ بستر در آن قسمت محکم باشد، باید قالب‌هایی در اطراف و بالای بازکننده با استفاده از چوب یا چارچوب فلزی گالوانیزه ساخته شود.
- برای عبور جریان هوا می‌توان منافذی در سرپوش بتنی در نظر گرفت (شکل ۲-۱۰).



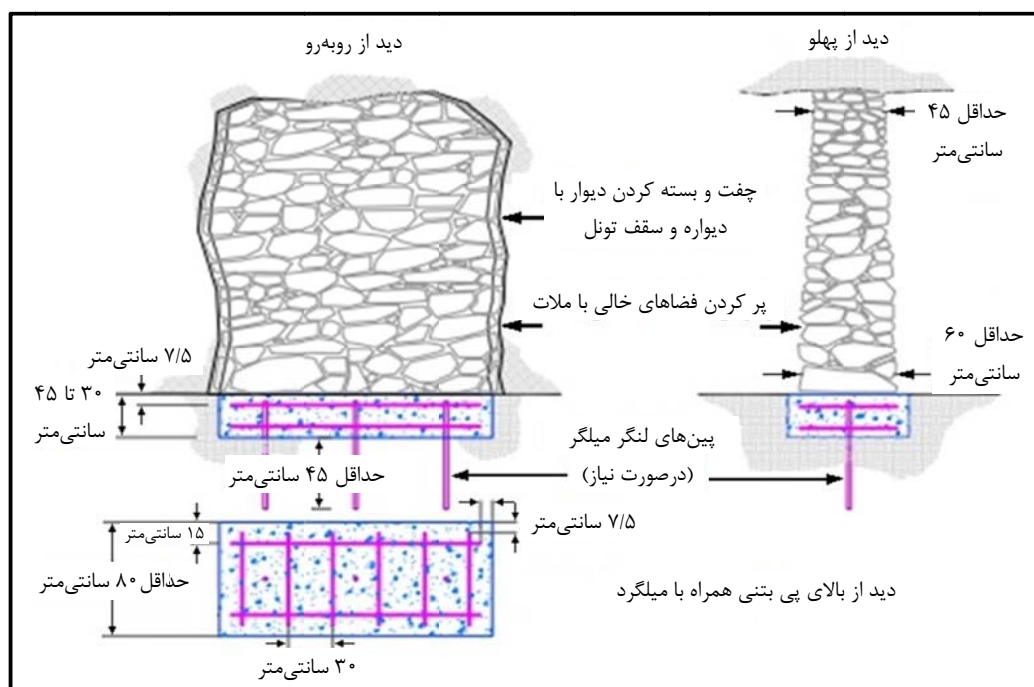
شکل ۲-۱۰- بستن چاه با ایجاد سرپوش منفذدار در بالای چاه

- برای کمک به زهکشی، می‌توان لوله‌های مقاوم در مقابل خوردگی را در میان بتن نصب کرد.
- در مناطقی که تو رفتگی یا تخریب سطحی ایجاد شده باشد، باید از سرپوش بتنی یکپارچه استفاده شود.

- با توجه به امکان زوال فیزیکی بتن، طول عمر مفید طراحی مهر و موم بتنی ۵۰ تا ۱۰۰ سال در نظر گرفته می‌شود.
- آتش‌سوزی (به ویژه با گسترش از جنگل‌ها) به سرپوش بتنی آسیب نمی‌زند.
- انجام بازرسی‌های دوره‌ای و در صورت نیاز تعمیر و نگهداری ضروری است.

ب- احداث دیواره^۱

- برای محدوده‌هایی که نیازی به جریان هوای طبیعی نیست، دیواره یک مانع ایمن است که به طور کامل مسیر دسترسی به تونل، رمپ یا کارگاه متروکه را مسدود می‌کند (شکل ۲-۱۱).



شکل ۲-۱۱- ایجاد دیواره با سنگ‌چینی برای مسدودسازی ورود به تونل

- ورود به داخل بازکننده را در آینده می‌توان با تخریب دیوار یا جا دادن یک دریچه قفل‌دار در دیواره امکان‌پذیر کرد.
- دیواره را می‌توان با استفاده از سنگ‌های موجود در منطقه، بلوک‌های بتنی پیش‌ساخته یا بتن قالب‌ریزی شده در محل احداث کرد.

- اتصال بین پی، سقف و دیوارها باید پیوسته و بدون فاصله باشد و همه شکاف‌های باقی‌مانده باید با بتن یا دوغاب، هوابندی شوند.
- در صورت وجود آب، باید لوله زهکشی نصب شود.
- طول عمر معمول دیوارهای سنگ محلی یا بلوک بتنی بین ۴۰ تا ۵۰ سال است.
- انجام بازرسی‌های دوره‌ای و در صورت نیاز تعمیر و نگهداری ضروری است و فاصله زمانی بین بازرسی‌ها در مرحله طراحی تعیین می‌شود.
- از مزایای دیوارهای شنی یا بتنی مقاومت در برابر آتش‌سوزی است.

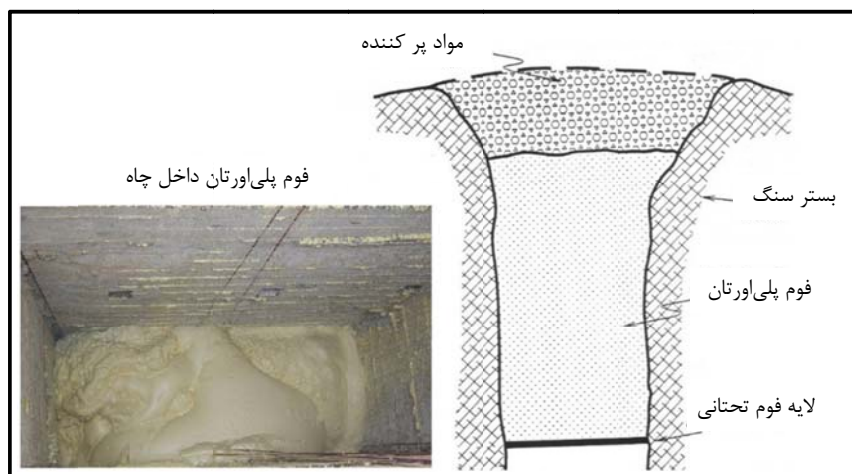
پ- مجرا بندها^۱

- در روش بستن با مجرا بنده لاستیکی^۲، مجموعه‌ای از لاستیک‌های به هم متصل در داخل بازکننده‌های معدنی قرار می‌گیرد.
- هر لاستیک به وسیله کابل به سه لاستیک مجاور با یک الگوی مربعی متصل می‌شود.
 - پلاستیک پلی‌پروپیلن ژئوتکستایلی^۳ و لایه فیبری، از عبور مواد دانه‌ریز به داخل بازکننده جلوگیری می‌کنند.
 - پس از ایجاد لایه لاستیکی، حداقل یک متر شن یا خرده‌سنگ حاوی مواد دانه‌ریز باید ریخته شود و با هدف کاشت گیاه، خاک مغذی روی آن قرار گیرد.
 - مجرا بندهای فوم پلی‌اورتان برای بستن بیش‌تر بازکننده‌های قائم و افقی با شیب کم‌تر از ۳۵ درجه مناسب‌اند (شکل ۲-۱۲).

1- Plugs

2- Tire plug closures

3- Geotextile polypropylene



شکل ۲-۱۲- نمونه‌ای از بستن چاه با مجرابند فوم پلی‌اورتان

- مجرابندهای فوم پلی‌اورتان را می‌توان در سطوح پرشیب نیز نصب کرد.
- توصیه می‌شود ضخامت مجرابند در حدود دو برابر کوچک‌ترین بعد بازکننده باشد.
- برای ارائه سطح حفاظت مطلوب، می‌توان مجرابند را با بتن غیرمسلح پوشش داد.
- مجرابندهای فوم پلی‌اورتان باید در دمای هوای محیط بین ۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد و در نبود نور مستقیم خورشید ساخته شوند. در دمای بالا و نور خورشید شدید، فوم پلی‌اورتان ممکن است دچار آتش‌سوزی شود.
- عمر مفید طراحی مجرابندهای فوم پلی‌اورتان حدود ۳۰ سال در نظر گرفته می‌شود.

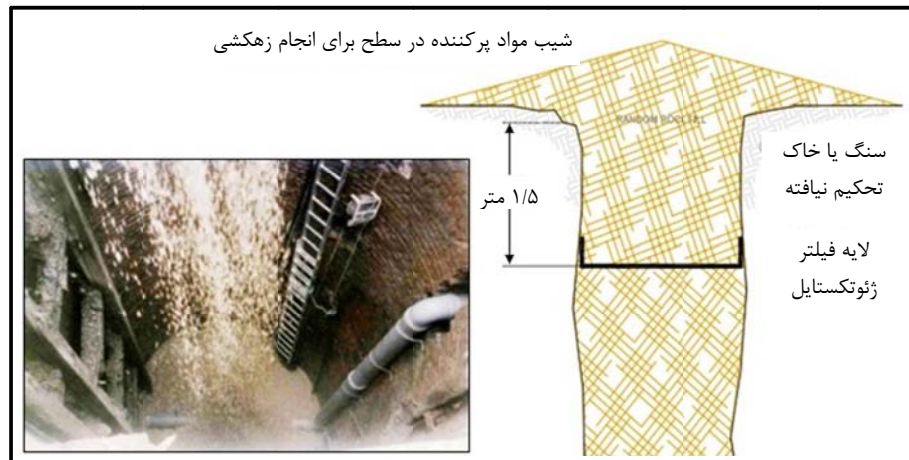
۲-۵-۶- اقدامات بستن دائمی

هدف از به کارگیری رویکردهای بستن دائمی شامل بستن با پر کردن^۱، بستن از طریق آتشباری^۲ و بستن کامل بازکننده‌ها پس از اتمام فعالیت‌های معدنی است. این رویکردها در بازکننده‌هایی کاربرد دارند که برای عموم مردم قابل دسترسی‌اند و یا ارزش اقتصادی یا تاریخی ندارند و در آن‌ها خطرزایی قابل توجهی وجود دارد.

الف- بستن با پر کردن

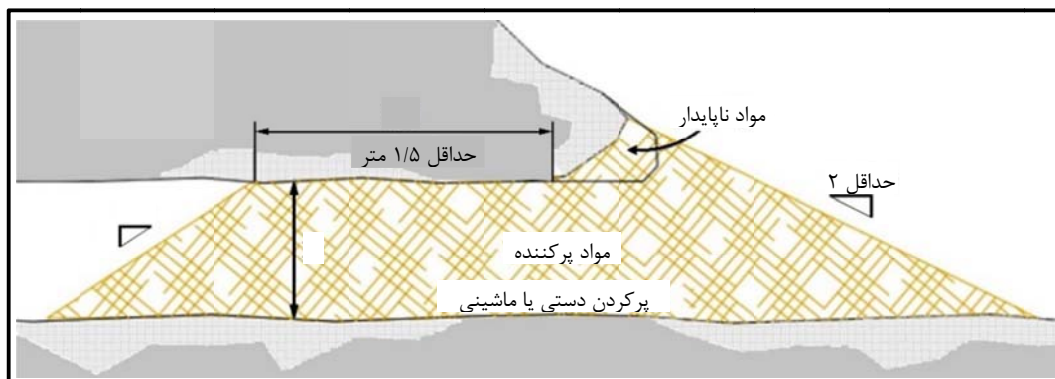
- بستن با پر کردن در بازکننده‌های معدنی افقی یا کم‌عمق قائم که هدف بستن کامل آن‌ها است، به کار می‌رود (شکل ۲-۱۳).

1- Backfill Closures
2- Blast Closures



شکل ۲-۱۳- نمونه‌ای از بستن دائمی چاه با پر کردن

- پر کردن معمولاً با استفاده از تجهیزاتی مانند بولدوزر، لودر یا بیل مکانیکی انجام می‌گیرد. هر چند، برای بازکننده‌های کوچک در نواحی مجزا، ممکن است پر کردن به صورت دستی نیز انجام شود.
- همه ترازهای ارتباطی به چاه (تقاطع سایر راه‌ها با چاه) باید با مواد درشت‌دانه پر شود.
- پس از پر شدن بازکننده، باید روی آن با خاک رس محلی یا روباره پوشیده و برای جلوگیری از فرسایش مجدداً گیاه‌کاری شود.
- در صورت نیاز به زهکشی، پیش از آغاز عملیات پر کردن می‌توان در بازکننده، لوله‌های زهکشی نصب کرد. در بالاترین تراز چاه پر شده باید تمهیدات لازم برای زهکشی پیش‌بینی شود.
- در برخی موارد، برای جلوگیری از نشست سطح در بالای چاه می‌توان از سیمان استفاده کرد.
- در صورت وجود آب در کارگاه‌های زیرزمینی، پرکننده باید بی‌اثر باشد و مشکلاتی برای کیفیت آب زیرزمینی ایجاد نکند.
- طول بخش پر شده در تونل‌ها، رمپ‌ها و کارگاه‌ها باید دو برابر بزرگترین بعد بازکننده باشد (شکل ۲-۱۴).

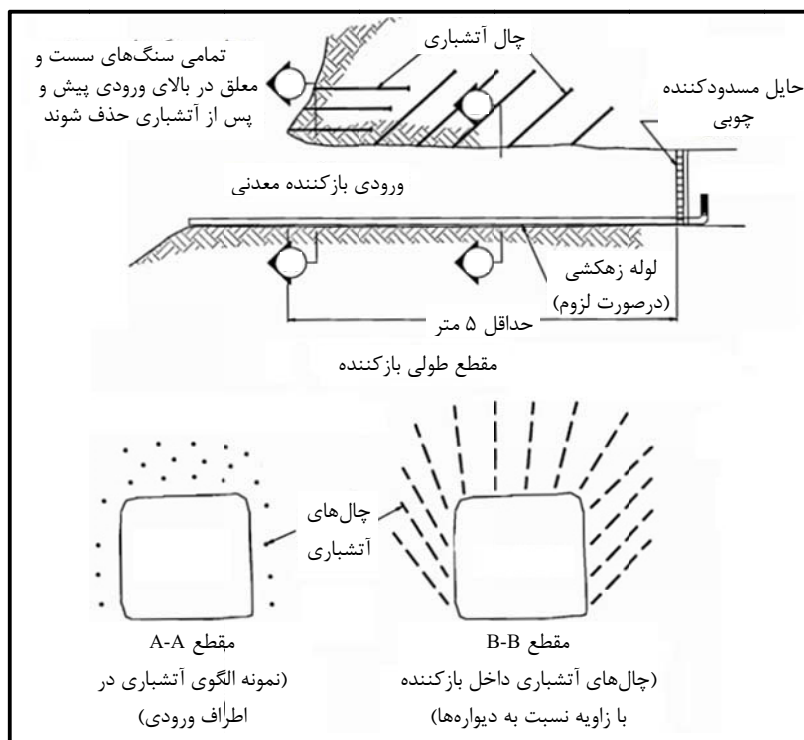


شکل ۲-۱۴- نمونه‌ای از بستن دائمی تونل با پر کردن

- استفاده از تخته‌سنگ‌های بزرگ در کنار سنگ‌های دانه‌بندی شده موجب استحکام بیش‌تر دهانه بسته شده می‌شود.
- مواد مناسب برای پر کردن باید ویژگی‌های زیر را داشته باشند:
- مواد معدنی با ابعاد بین ۲۰ تا ۱۲۰ میلی‌متر (متوسط ۱۰۰ میلی‌متر) و عاری از ذرات ریز
- مقاومت فشاری حداقل ۳۰ مگاپاسکال
- نامحلول و غیرقابل اشتعال
- فاقد ترکیبات سمی
- نداشتن سطح رادیواکتیویته غیرمجاز
- سنگ‌هایی مانند گرانیت، گنایس، بازالت یا دولومیت معمولاً ویژگی‌های یاد شده را دارند. در صورت داشتن ویژگی‌های لازم، ممکن است بتوان از باطله‌های فرآوری نیز استفاده کرد.

ب- بستن با آتشباری

- این روش برای شرایطی مناسب است که نیازی به عبور جریان هوا نباشد و از نظر اقتصادی احتمال استخراج کانسنگ در آینده وجود نداشته باشد.
- چال‌های آتشباری در بالا و اطراف ورودی تونل یا چاه مایل کم‌عمق مطابق با طرح آتشباری حفر می‌شوند (شکل ۲-۱۵).
- در صورت دسترسی ایمن، چال‌های آتشباری تا حد امکان باید به سمت داخل بازکننده حفر شوند.
- پس از آتشباری، سنگ‌های سست بالا و اطراف بازکننده باید لق‌گیری و آزاد شوند (شکل ۲-۱۵).



شکل ۲-۱۵- طرح کلی بستن بازکننده ها با آتشیاری

- یک سال پس از تکمیل فرآیند پر کردن با آتشیاری، بازرسی از محدوده باید صورت گیرد و در صورت مشاهده سنگ های لق و در حال ریزش، برای رسیدن به شرایط پایدار لقی گیری مجدد انجام شود.
- قابلیت ساختاری و ترکیب شیمیایی، پایداری هیدرولوژیکی دیواره ها و سقف، حرکت سیالات و طبیعت توده سنگ پرکننده بازکننده از جمله مهم ترین ویژگی های تاثیر گذار بر طول عمر روش بستن با آتشیاری است.
- وجود سنگ های فرسایش پذیر و واکنش پذیر از لحاظ شیمیایی مانند شیل، ماسه سنگ، سنگ آهک و سایر سنگ های نرم و ترد ممکن است به فرونشست و باز شدن مجدد بازکننده متروکه منجر شود، مگر اینکه در سطح فوقانی این مواد از مواد تقویت شده، استفاده شده باشد.

۲-۵-۷- سایر ملاحظات

الف- نشانه گذاری

- پس از بستن هر بازکننده با یکی از روش های بلندمدت یا دائمی باید یک نشان یا علامت برای دستیابی به موقعیت بازکننده با هدف نظارت های آتی نصب شود. نشان ها ممکن است به صورت های زیر نصب شوند:
- یک لوله یا میله جاسازی شده در بتن
 - یک لوله پر شده با بتن یا جاسازی شده در بتن یا پرکننده

- کشیدن حصاری از تخته‌سنگ در اطراف بازکننده معدنی بسته شده با هدف شناسایی بازکننده و ممانعت از ورود وسایط نقلیه به ناحیه بسته شده
- توجه به ملاحظات زیر در مورد نشان‌ها سودمند است:
- نشانگرها به بررسی فرونشست پرکننده طی برنامه نظارتی پس از بستن کمک می‌کنند.
- بر روی نشانگر می‌توان اطلاعاتی را در مورد بازکننده مانند نام، نوع و اطلاعات ساختاری با برچسب‌ها الصاق کرد.
- اطلاعات نشانگرها باید به سازمان دولتی مربوطه ارسال و در یک پایگاه داده ویژه بستن معادن ذخیره شود.
- این پایگاه داده باید در دوره‌های زمانی نظارت و بازرسی به روزرسانی شود.

ب- گزارش بستن

پس از پایان بستن گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی، باید محل‌های مسدود شده، نقشه‌برداری و در نقشه‌های عمومی منطقه ثبت شوند تا در صورت نیاز در دسترس باشند. همچنین، باید گزارشی از محدوده که حاوی اسناد و اطلاعات زیر باشد، تهیه شود:

- شرایط زمین‌شناسی و آب‌های زیرزمینی محدوده
- شرایط دسترسی به داخل معدن
- خطرات جانی و مالی
- تجهیزات و زباله‌ها
- وجود گازهای خطرناک
- وجود زهاب‌های اسیدی
- فهرستی از گونه‌های گیاهی و جانوری
- قابلیت تغییرات سطحی با توجه به نوسانات سطح ایستابی
- سابقه معدن شامل طرح معدن
- سابقه فعالیت‌های اصلی بستن و نقشه نواحی بسته شده

۲-۶- مدیریت سد باطله پس از بستن معدن

۲-۶-۱- اهداف

- کنترل گرد و غبار ناشی از سدها که برای پوشش گیاهی، انسان‌ها و جانوران مضر است.
- پایدارسازی بلندمدت سدها از لحاظ فیزیکی و مکانیکی
- ایجاد پوشش گیاهی مناسب در اطراف سد

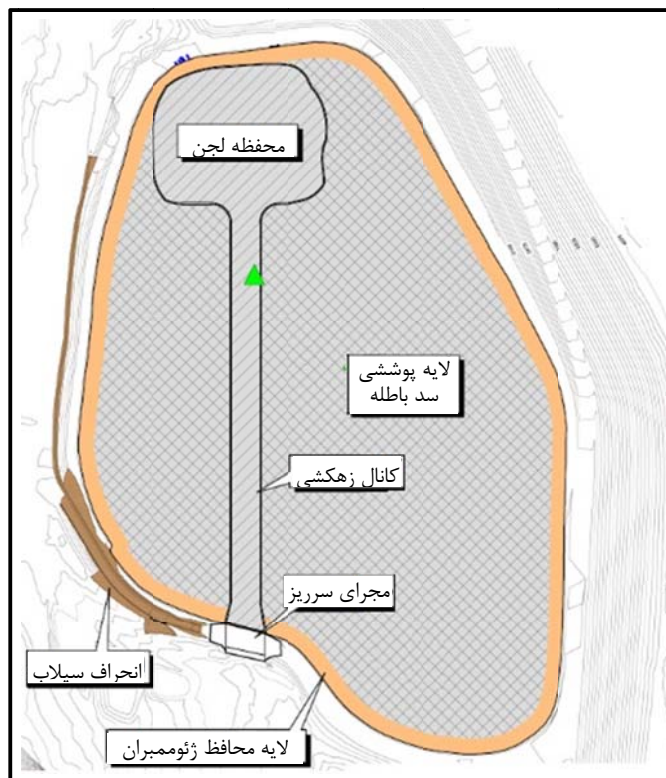
- کنترل اثرات زیان‌آور پساب‌ها در پایین‌دست
- جلوگیری از ایجاد آلودگی‌های محیط زیستی ناشی از سد باطله
- کمینه‌سازی خطرات ناشی از سد

۲-۶-۲- اقدامات

- اقدامات بستن سدهای باطله باید در راستای کاهش یا رفع کامل اثرات خطرناک محیط زیستی سدها باشد و شرایط برای مرحله بازسازی و طراحی چشم‌انداز مهیا شود.
- سدهای باطله معمولاً مقدار زیادی فلزات سنگین، pH پایین و شوری بالا دارند. برای آگاهی از چگونگی توزیع آلودگی و فلزات سنگین در منطقه باید عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تجزیه و تحلیل شوند.

۲-۶-۳- مراحل

مدیریت سد باطله با محصورسازی و ایجاد پوشش بر روی آن طی مراحل به شرح زیر انجام می‌شود (شکل ۲-۱۶):



شکل ۲-۱۶- اجزای اصلی بستن سد باطله و لایه پوششی آن

- برای محافظت از ژئوممبران، باید یک لایه محافظ ژئوممبران در امتداد شیب بالادست خاکریز قرار داده شود.
- حوضه‌های رسوبگیر باید از چرخه عملیات خارج شود.

- برای تثبیت سطح باطله‌های فرآوری، باید یک لایه پوششی^۱ با ضخامت کافی از سنگ باطله‌های معدن بر روی لایه ژئوممبران سطح سد قرار داده شود.
- در داخل لایه پوششی، باید محفظه باطله مرطوب^۲ و مجرای سرریز^۳ برای مدیریت آب‌های سطحی احداث شود.

۷-۲- ملاحظات بستن سازه‌ها و تاسیسات معدنی

تهیه طرح یا نقشه‌ای که سازه‌ها، راه‌ها و وسایل مورد نیاز پس از توقف عملیات معدن‌کاری در محدوده معدن را در برمی‌گیرد، ضروری است.

۷-۲-۱- اقدامات ضروری

- به کارگیری سازه‌ها به عنوان یکی از اجزای طرح بازسازی
- انتقال اجزای متحرک و تخریب اجزای ثابت غیرقابل استفاده در طرح بازسازی
- انتقال تسهیلات قابل انتقال انرژی و آب که امکان به کارگیری آن‌ها در طرح بازسازی وجود ندارد.
- حذف یا کنترل همه ابزارها و تجهیزاتی که ممکن است حاوی مواد آلاینده خطرناک باشند.
- پاک‌سازی بخش‌هایی از سازه‌ها که روی آن‌ها سوخت و مواد شیمیایی ریخته شده است.
- بستن راه‌ها، مسیرهای حمل و نقل و سایر ساختارهای موقتی که در مرحله بازسازی قابل استفاده نیستند.

۷-۲-۲- مدیریت سازه‌ها و ساختمان‌ها

- ساختمان‌ها و سازه‌هایی که امکان به کارگیری آن‌ها به عنوان یکی از اجزای طرح بازسازی وجود دارد، باید حفظ و از آن‌ها مطابق با طرح کاربری نهایی زمین استفاده شود.
- در خصوص سایر ساختمان‌ها و سازه‌ها و اجزای مربوط به آن‌ها نیز موارد متحرک و قابل انتقال باید منتقل و سایر موارد باقی‌مانده برچیده شوند.

1- Closure cap
2- Sump
3- Overflow spillway

- پسماندهای حاصل از انهدام ساختمان‌ها و سازه‌ها بر اساس طرح و برنامه بستن و بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی و طرح ایجاد مجدد پوشش گیاهی در منطقه، باید در مکانی مناسب مانند محل دفع زباله‌های مجاز مطابق با مقررات محیط زیستی مواد زاید جامد دفن شوند.
- پی‌ها تا حد امکان منهدم و با مواد طبیعی سازگار با محیط پیرامونی و حتی‌الامکان مناسب برای رویش گیاهان پر شوند.
- تخریب و انهدام ساختمان‌ها و تجهیزات در فصل مناسب انجام شود تا آسیب‌ها و خسارات وارده به گستره تحت فعالیت معدنی به حداقل برسد.
- برای رفع آلودگی، مصالح ساختمانی به جز باتری، سوخت، روغن، مواد شیمیایی و مواد زیان‌آور دیگر دفن شوند.
- برای کمینه‌سازی حجم مواد باقی‌مانده طی عملیات دفع و دفن، باقی‌مانده‌های تخریب باید بریده و شکسته شوند.
- محل قرارگیری قسمت‌های مختلف تخریب مانند بتن، سازه‌های فولادی، لوله‌کشی‌ها، ورق‌های فلزی و روکش‌ها باید بر روی نقشه مشخص و از وسایل دفن شده عکس تهیه شود.
- بتن‌های حاوی مواد آلاینده پس از تخریب باید در محل دفن باطله‌های خطرناک دفن شوند.
- برای برقراری مجدد زهکشی اولیه یا ایجاد یک زهکشی جدید همه حفره‌ها باید پر شوند.
- در طول تخریب ساختمان‌های حاوی پنبه‌های نسوز، رنگ سرب و سایر مواد خطرناک و زیان‌آور، باید گرد و غبار حاصله کنترل شود.
- مواردی مانند نرده‌ها، دیوارها و ساختمان‌های متروکه باید به طور جداگانه برای سازگاری بصری و استفاده از چشم‌انداز ارزیابی شوند.

۲-۷-۳- مدیریت زیرساخت‌ها

- تمامی خطوط برق، کابل‌ها، برج‌ها و دکل‌هایی که در مرحله بازسازی قابل کاربرد نیستند باید برچیده شوند و در مکان دیگری مورد استفاده قرار گیرند.
- تمامی آب‌گذرها و زهکش‌ها باید برچیده شوند و زهکشی‌های اصلی بر اساس برنامه استفاده از گستره تحت فعالیت معدنی در آینده، بازسازی شوند.
- جاده‌های غیرقابل استفاده برای مرحله بازسازی باید مسدود شوند.
- دسترسی به مناطق خطرناک باید با نصب علائم مناسب محدود شود.
- تونل‌ها یا آب‌گذرهای زیرزمینی که ممکن است به عنوان یک خط لوله هیدرولیک عمل کنند، باید مسدود یا پر شوند.
- مناطق مربوط به زیرساخت‌های آلوده مانند بخش‌هایی از راه‌های دسترسی که در اثر هیدروکربن‌ها یا فلزات آلوده شده‌اند، باید اصلاح شوند.

- منطقه باید مطابق با توپوگرافی و زهکشی اولیه خود یا تبدیل به یک توپوگرافی یا زهکشی جدید سازگار با اهداف کاربری نهایی اصلاح شود.
- موانع و محدودکننده‌های حیات وحش در صورت عدم نیاز باید تخریب شوند.
- برای تسهیل در عبور حیوانات حیات وحش خاکریزها و دامنه‌های کنار جاده‌ها باید پخش و تسطیح شوند.
- محدوده‌های با پتانسیل زهکش‌های اسیدی و توده‌های فروشویی باید کنترل و مدیریت شوند.

۲-۷-۴- مدیریت تجهیزات

تجهیزات معدنی دامنه وسیعی از ماشین‌آلات مانند سنگ‌شکن‌ها، سرندها، آسیاها، کمپرسورها، بادبزن‌ها، نوار نقاله‌ها، ژنراتورها و تمامی تجهیزات سیار سطحی و زیرزمینی را شامل می‌شوند. سیاست‌های بستن در ارتباط با تجهیزات معدن به شرح زیر است:

- اگر فروش و یا تعمیر تجهیزات ممکن نباشد، باید با هدف استفاده احتمالی در آینده در محل‌هایی نگهداری شوند.
- مخازن آلوده پس از تخلیه باید یا منهدم و یا به وسیله شن، ماسه، خاک یا مواد مناسب پوشانده شوند.
- پیش از دفن تجهیزات معدنی باید آلودگی ناشی از آن‌ها رفع شود.
- برای کاهش حجم مواد ناشی از دفن تجهیزات، باید پیش از دفن، آن‌ها را تکه تکه و مچاله کرد.
- مواد و تجهیزات غیرقابل تعمیر و بی‌خطر باید از بخش زیرزمینی خارج شوند.
- مواد خطرناک و مایعات ناشی از تجهیزات باقی‌مانده در زیر زمین باید منهدم شوند.
- آلودگی تجهیزات باید رفع و در صورت امکان مورد استفاده مجدد قرار گیرند یا فروخته شوند. برخی از تجهیزات ممکن است مورد نیاز مردم بومی منطقه باشد.

۲-۷-۵- ملاحظات نظارتی پس از بستن

- بازرسی باقی‌مانده پرکننده پی‌ها برای اطمینان از نبود موادی مانند بتن در قسمت‌های پر شده یا مقطع الگوهای زهکشی
- بازرسی از مناطق دفن مواد برای اطمینان از حرکت نکردن مواد دفن شده به سمت زمین در اثر سرما و تورم
- بازرسی از منطقه برای بررسی نشانه‌های آلودگی
- نظارت بر پوشش گیاهی منطقه برای بررسی سازگاری آن با اهداف بستن و نتیجه‌بخش بودن آن در آینده
- حفاظت از تمام ساختمان‌ها و تجهیزات باقی‌مانده در محدوده معدن

فصل ۳

دستورالعمل اجرایی بازسازی

۳-۱- آشنایی

در این فصل، ملاحظات اجرایی و راهکارهای مهم بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیتهای معدنی پس از بستن در قالب دستورالعمل‌ها ارائه شده است.

۳-۲- ملاحظات مهم در برنامه‌ریزی بازسازی

۳-۲-۱- ملاحظات فنی و اصول عملیات بازسازی

- نمونه‌برداری از سنگ منطقه و شناخت کافی از جنس سنگ‌ها و بافت منطقه از نظر اکولوژیکی به طراحی و اجرای بازسازی کمک می‌کند.
- آگاهی از عملکرد موادی که قابلیت تولید زهاب‌های اسیدی دارند، بسیار مهم است.
- زهکشی پیشین باید بازسازی یا زهکشی مناسب جدید احداث شود.
- دامنه‌های ایجاد شده در اثر تخلیه مواد باطله باید متراکم شوند.
- در مواردی که از رویکرد پر کردن فضاهای استخراجی به عنوان یکی از راهبردهای بازسازی برای معادن کوچک مقیاس استفاده می‌شود، باید به پایداری بلندمدت شیب ایجاد شده، کمینه‌سازی فرسایش ناشی از آب و حفظ کیفیت آب و جلوگیری از آلودگی آن توجه شود. با دانه‌بندی مناسب ذرات مواد پرکننده می‌توان پرکننده‌ای با نفوذپذیری مطلوب تهیه کرد.
- در صورت استفاده از مواد باطله برای پر کردن گودال‌ها و دره‌ها، کنترل آب‌های جاری برای جلوگیری از فرسایش مواد ضروری است.
- توصیه می‌شود که بر روی سطح بازسازی، لایه‌ای خاک حاوی مواد مغذی با ضخامت و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مشخص احداث شود.
- ویژگی‌های خاک شامل بافت، pH، رطوبت، نمک قابل حل، مواد مغذی و آلی و اصلاحات مورد نیاز خاکی باید بررسی شود.
- تا حد امکان باید از خاک‌هایی که در عملیات استخراج جابه‌جا و نگهداری شده‌اند، مجدداً استفاده شود.
- ویژگی‌های بیولوژیکی سنگ‌های باطله و خاک‌های باقی‌مانده در معدن باید بررسی و تعیین شود. خاک‌ها و باطله‌های فاقد مواد آلی که در آن‌ها واکنش‌های فاسدشدگی و تجزیه مواد آلی انجام نمی‌شود، برای رشد گیاهان مناسب نیستند.
- بلافاصله پس از پخش و تسطیح خاک باید نسبت به ایجاد پوشش گیاهی اقدام کرد. برای این کار تا حد امکان باید از گونه‌های بومی و خودرو استفاده شود.

- با ایجاد پوشش گیاهی بر روی نواحی معدنی بسته و بازسازی شده می‌توان از فرسایش خاک جلوگیری کرد و سودمندی و قابلیت کاربرد ناحیه را ضمن حفظ زیبایی چشم‌انداز منطقه، بهبود بخشید.
- طرح بازسازی باید با توپوگرافی منطقه سازگار و با چشم‌انداز اطراف هماهنگ باشد.
- برکه‌های آب، مرداب‌ها، اکوسیستم حساس و شرایط خاص زیست‌بوم محلی باید پیش و پس از استخراج مورد توجه قرار گیرند.
- با مراقبت‌های مستمر و مدیریت ابتکاری مناسب می‌توان معادن استخراج شده و متروکه را به محیط‌هایی با کاربری‌های ویژه تبدیل کرد.

۳-۲-۲- راهبردهای مراقبتی بازسازی

- طراحی بازسازی و اجرای آن باید با هدف پایداری و کاهش ریسک‌های بلندمدت انجام شود تا پس از بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی، به جز بازرسی‌های دوره‌ای و تعمیرات و نگهداری حداقلی، نیاز چندانی به انجام فعالیت‌های وقت‌گیر و پرهزینه نباشد. سه راهبرد کلی زیر را می‌توان در مورد بازسازی مد نظر قرار داد:
- مراقبت فعال^۱: پس از پایان فعالیت‌های اولیه بازسازی، محدوده تحت پایش یا بازرسی و نظارت دوره‌ای منظم قرار می‌گیرد و در صورت نیاز عملیات بازسازی دوره‌ای یا مستمر انجام می‌شود.
 - مراقبت غیرفعال^۲: پس از پایان فعالیت‌های بازسازی، پایش‌های دوره‌ای و مراقبت و نگهداری پیوسته انجام می‌شود. در این راهبرد، برای پایش شکستگی‌ها یا رخداد‌های احتمالی از نصب ابزار دقیق یا بازرسی‌های دوره‌ای استفاده می‌شود.
 - عدم مراقبت (رها سازی)^۳: این راهبرد اغلب برای بخش‌هایی از محدوده معدنی به کار می‌رود که پس از پایان فعالیت‌های بستن، به جز نیاز احتمالی به پایش کوتاه‌مدت برای دستیابی به اهداف بازسازی، نیازمند مراقبت دیگری نیستند.

۳-۲-۳- سازگاری طرح بازسازی با محیط پیرامون

- معادن قابلیت خوبی برای تبدیل به مناظر طبیعی و فضاهای تفریحی و فرهنگی دارند. طرح بازسازی و کاربری جدید باید با کاربری پیشین زمین و محیط اطراف گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی سازگاری داشته باشد.

1- Active Care

2- Passive Care

3- Walk-Away

۳-۲-۴- اصول کلی طراحی چشم‌انداز

- یکی از جنبه‌های اساسی بازسازی، طراحی چشم‌انداز مطلوب و سازگار با محیط اطراف و کاهش آلودگی‌های بصری ناشی از عملیات استخراج است. در طراحی چشم‌انداز باید به موارد زیر توجه شود:
- شکل نهایی چشم‌انداز باید پایدار و با محیط اطراف سازگار باشد.
 - برای جلوگیری از افزایش سرعت حرکت رواناب‌های سطحی و ایجاد سیل، باید با ایجاد پله، دامنه‌های با طول زیاد شکسته شوند.
 - دامنه‌ها، صخره‌ها و ارتفاعات ایجاد شده باید به نحو مطلوبی با شیب‌های موجود در طبیعت ادغام و هماهنگ شوند.

۳-۲-۵- مدیریت آب‌ها

- از جمله ملاحظات بازسازی تدریجی سیستم‌های مدیریت آب می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
- به‌سازی و نوسازی امکانات و تسهیلات مدیریت آب‌ها مانند لایروبی و بازسازی آبراهه‌ها و تصفیه تالاب‌ها، حذف و دفع صحیح رسوبات و خاکریزها و سدها
 - تصفیه پساب‌ها و تخلیه آن‌ها بر اساس معیارهای استاندارد
 - بازطراحی خاکریزها، سدها و آب‌گذرهایی که برای استفاده‌های بلندمدت مورد نیاز نیستند و تا حد امکان برگرداندن شبکه زهکشی به حالت پیش از اختلال
 - آماده‌سازی شرایط برای اجرای یک طرح تصفیه آب فعال در صورت کافی نبودن تصفیه غیرفعال
 - در صورت اثر بخش بودن سیستم‌های تصفیه غیرفعال، استفاده از آن‌ها برای تصفیه آب‌های آلوده
 - انتقال مخازن و خطوط لوله‌کشی محدوده معدن و یا پر کردن و پوشاندن آن‌ها با مواد مناسب
 - پوشاندن خاکریزها، آبراهه‌ها، آب‌گذرها و سایر دامنه‌های کانال‌های زهکشی با مواد مقاوم در برابر فرسایش

۳-۳- ملاحظات پوشش گیاهی

هنگام آماده‌سازی طرح بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی، باید تمامی روش‌های قابل کاربرد برای بازسازی زمین و رویش مجدد گیاهان محدوده، شناسایی و بررسی شوند. موفقیت طرح و برنامه بازسازی تا حد زیادی به انتخاب گونه‌های گیاهی، نحوه کاشت و موفقیت‌آمیز بودن رویش مجدد آن‌ها بستگی دارد.

۳-۱- عوامل و ملاحظات مهم در انتخاب گونه‌های گیاهی

در انتخاب گونه‌های گیاهی، دو دسته عوامل اصلی شامل کاربری بعدی زمین، شرایط اقلیمی، طبیعت خاک و نظایر آن و عوامل محلی مانند آفت‌های رایج گیاهان بومی، دخالت انسان، چشم‌انداز، نحوه رشد گیاه در منطقه، سازگاری با سایر گونه‌های گیاهی بومی، میزان دسترسی و مقاومت در برابر حشره‌ها نقش اساسی دارند.

ملاحظات مهم در انتخاب گونه‌های گیاهی طرح بازسازی به شرح زیر است:

- برای کشاورزی در گستره تحت تاثیر فعالیتهای معدنی به خاک و مواد حاوی عناصر مغذی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیاز است.
- در اغلب موارد، به ویژه زمین‌های فقیر از نظر مواد مغذی، می‌توان اولویت را به درخت کاری داد.
- در صورت درخت کاری، علاوه بر تثبیت زمین و ایجاد پتانسیل اقتصادی، چشم‌انداز منطقه نیز ارتقا می‌یابد و آلودگی بصری گستره تحت‌تاثیر فعالیت معدنی و بدنمایی فضای استخراجی رفع می‌شود.
- برای زمین‌های سنگی، باطله‌های درشت‌دانه، نواحی غیر قابل دسترسی و شیب‌دار درخت‌ها پوشش مناسبی‌اند.
- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (مانند بافت، pH، رطوبت، عناصر مغذی و فلزات سنگین) تاثیر بسزایی در انتخاب گونه‌های گیاهی دارند.
- تعیین آستانه دقیق آلاینده‌گی فلزات سنگین در زمین‌های آلوده دشوار است. به طور کلی، تمرکز ۱ درصدی روی، ۱ تا ۲ درصدی سرب و ۰/۵ درصدی مس برای اکثر گونه‌های گیاهی معمولی قابل رشد در مناطق استوایی و زیر خط استوا، بیانگر آلودگی است.
- برای حذف و یا تثبیت فلزات سنگین خاک از گیاه‌پالایی استفاده شود.
- گونه‌های گیاهی مقاوم در مقابل فلزات آلاینده، معمولاً در مقابل سرما، کیفیت پایین خاک و خشکی نیز مقاوم‌اند.
- رشد گیاهان تقویت‌کننده به تثبیت سریع خاک و رشد تدریجی سایر گیاهان منجر می‌شود.
- درخت‌های اقلایا و توسکا به دلیل رشد سریع در محدوده‌های مختلف و توانایی در جذب نیتروژن هوا و تولید برگ زیاد و گسترانیدن آن در سطح زمین، جزو بهترین گونه‌های درختی تقویت‌کننده به شمار می‌روند.
- کاشت حبوبات در تقویت زمین و باطله و رشد درخت‌ها و گیاهان بسیار موثر است. حبوبات توانایی تولید تا ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هر هکتار را دارند. کاشت این گیاهان کمکی، در آماده‌سازی زمین و باطله‌های معدن برای جنگل کاری بسیار مفید است.
- در زمین‌های واقع در مناطق معتدل که pH خاک آن‌ها کم است، گونه‌های گیاهی که به کندی رشد می‌کنند، نسبت به گونه‌های گیاهی با رشد سریع اولویت دارند. برخی از گونه‌های درختی با قابلیت رشد در شرایط مختلف اسیدی و قلیایی در جدول (۳-۱) ارائه شده است.
- در نواحی کم‌آب و خشک، باید از گونه‌های گیاهی ویژه این مناطق مانند تاق و گز استفاده شود.

جدول ۳-۱- برخی از گونه‌های درختی قابل رشد در شرایط اسیدی و قلیایی

pH	نام‌گذاری خاک	گونه‌های سازگار
۸	نسبتاً قلیایی	پنبه‌دار
حدود ۷/۵	قلیایی ملایم	درخت سرو و گردو
۷	خنثی تا کمی اسیدی	درخت نارنج و بلوط
۶	اسیدی متوسط	خیار و توت‌فرنگی
۵	اسیدی قوی	افرا نقره‌ای، کاج و سنوبر
۴	اسیدی خیلی قوی	کاج چتری
حدود ۳/۵	فوق اسیدی	کاج سفید و صمغ شیرین
۳	اسیدی خیلی شدید	کاج استخری

۳-۳-۲- رویکردهای ارزیابی کارایی گیاه‌کاری

- مقایسه منطقه گیاه‌کاری شده با محدوده‌های بازسازی و تثبیت شده پیشین و یا یک منطقه تخریب نشده مجاور با پوشش گیاهی مشابه
- جمع‌آوری اطلاعات پایه پوشش گیاهی (تراکم، پراکندگی و درصد پوشش) پیش از استخراج و مقایسه منطقه بازسازی و گیاه‌کاری شده با آن
- مقایسه تراکم، پراکندگی و درصد پوشش گیاهی مناطق بازسازی شده با استانداردهای مربوط

۳-۴- رویکردهای کاربری نهایی بازسازی

رویکردهای مختلفی برای کاربری نهایی گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی مطرح شده‌اند که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ایجاد توپوگرافی و پوشش گیاهی متناسب با منطقه
 - اهداف کشاورزی
 - اهداف جنگل‌کاری
 - ایجاد چراگاه
 - ایجاد تفرجگاه و امکانات تفریحی- ورزشی
 - ایجاد جاذبه‌های گردشگری
- کاربری جدید زمین‌ها باید به صورت هدفمند تعیین و به عملیات سودآور اقتصادی منتهی شود.

۳-۴-۱- ایجاد توپوگرافی و پوشش گیاهی متناسب با منطقه

در مورد ایجاد توپوگرافی و پوشش گیاهی متناسب با منطقه باید به نکات زیر توجه شود:

- بهترین و موثرترین رویکرد بازسازی، گیاهکاری بر روی باطله‌های معدنی اعم از سنگ باطله موجود در انباشتگاه‌ها و باطله‌های فرآوری پشت سد باطله است.
- بازسازی و احیای گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی با گیاهکاری به ویژه گیاهان بومی موجب ایجاد هماهنگی بین زمین‌های بازسازی شده و محیط اطراف می‌شود.
- گیاهکاری مجدد و برگرداندن زمین به حالت اولیه، فرصتی مناسب برای کاشت گونه‌های جدیدی است که علاوه بر هماهنگی با محیط پیرامونی، در تثبیت خاک موثر و با شرایط اقلیمی منطقه سازگار باشد.
- در ایجاد توپوگرافی و پوشش گیاهی متناسب با منطقه، با توجه به شرایط فنی و اقتصادی، غالباً اقدام به کشت گونه‌های جدیدی می‌شود که علاوه بر سازگاری با شرایط جوی، بتوانند روی باطله‌های معدنی که اغلب از نظر مواد مغذی کیفیت خوبی ندارند، رشد کنند.

۳-۴-۲- کاربری کشاورزی و چراگاه

در صورت مساعد بودن شرایط جوی، می‌توان از گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی برای کاشت انواع محصولات کشاورزی استفاده کرد. در مورد کاربری کشاورزی و چراگاه باید به نکات زیر توجه شود:

- در نواحی با دما و رطوبت پایین، امکان کاشت گیاهان فصلی با انواع محصولات کشاورزی وجود دارد.
- در مواردی، پس از ایجاد پوشش خاک حاصل‌خیز، حتی در پله‌های معادن سطحی نیز می‌توان محصولات کشاورزی به عمل آورد.
- در مواردی که شیب زمین زیاد است و خاک‌های منطقه و شرایط جوی کیفیت مناسبی برای کشاورزی ندارند و همچنین نیاز اصلی مردم بومی وجود چراگاه برای حیوانات اهلی است می‌توان بازسازی را بر کاربری چراگاه متمرکز کرد.
- در بسیاری از موارد، تنها با شکل‌دهی مناسب زمین‌ها و ایجاد پوشش گیاهی می‌توان بسیاری از نیازهای وجود یک چراگاه را برای حیوانات اهلی و وحشی منطقه برآورده کرد.

۳-۴-۳- کاربری جنگل‌کاری

در مورد کاربری جنگل‌کاری در گستره تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی توجه به نکات زیر ضروری است:

- بازسازی با هدف ایجاد جنگل و تولید چوب موجب اشتغال‌زایی و درآمدزایی برای نسل‌های آینده می‌شود.
- با تسطیح، شیب‌بندی و ایجاد پوشش خاکی مناسب و کشت گونه‌های درختی بومی و سازگار با محیط می‌توان به احداث جنگل اقدام کرد.

- مزیت انتخاب گونه‌های بومی، سهولت مراقبت از درختان کشت شده به دلیل سازگاری با شرایط جوی منطقه است.

۳-۴-۴- ایجاد جاذبه‌های گردشگری و تفریحی

- در مورد کاربری ایجاد جاذبه‌های گردشگری و تفریحی توجه به نکات زیر ضروری است:
- با انباشت صحیح باطله‌ها و تسطیح سطح پسماندهای معدنی به شکل مناسب و همچنین انتخاب گونه‌های گیاهی سازگار با محیط زیست می‌توان نسبت به درخت کاری یا کشت گونه‌های مختلف گیاهی اقدام کرد.
 - در صورت وجود آب در منطقه، با ایجاد برکه و دریاچه مصنوعی می‌توان چشم‌اندازهای گردشگری جذابی ایجاد کرد.
 - در شرایط مساعد، با هدف ایجاد جاذبه‌های گردشگری از طریق ایجاد دریاچه مصنوعی، مزارع پرورش ماهی و فراهم کردن شرایط قایق‌رانی می‌توان گودال استخراج سطحی یا کاواک روباز را با آب پر کرد. برای این کار ممکن است برداشتن قسمت‌هایی از لبه‌های دیواره‌های کاواک و پله‌ها برای کاهش شیب کلی کاواک ضروری باشد.
 - در صورت کم‌عمق بودن کاواک می‌توان با ریختن باطله‌ها و سپس ایجاد پوشش خاک مناسب روی آن، از کاواک پر شده برای گیاه‌کاری و برخی ملاحظات معماری استفاده کرد.
 - وقتی دسترسی به محدوده بازسازی شده آسان باشد می‌توان با تمهیدات خلاقانه در طرح بازسازی و اعمال تغییراتی در هر کدام از اجزای معدنی ضمن ایجاد امکانات و جذابیت‌های مختلف گردشگری و تفریحی- ورزشی، کسب و کار اقتصادی نیز به وجود آورد.

۳-۵- دستورالعمل‌های بازسازی گستره تحت تاثیر استخراج سطحی

۳-۵-۱- ملزومات

در بازسازی معادن سطحی، ترکیب شکل زمین و پوشش گیاهی، تنوع وسیعی از طرح چشم‌انداز و بازسازی ایجاد می‌کنند. از جمله عوامل و اجزای اصلی که در بازسازی بخش‌های مختلف معادن سطحی باید بررسی شوند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- موقعیت زمین و مقیاس و حاشیه‌های شکل زمین
- قابلیت شکستن خطوط افقی، یکپارچه‌سازی بلندی‌های معدن با زمین‌های اطراف
- قابلیت شکل‌دهی زمین
- قابلیت خاک برای رشد گیاه
- قابلیت بازتاب گیاهان در چشم‌انداز

– ملزومات مدیریت بلندمدت پوشش گیاهی

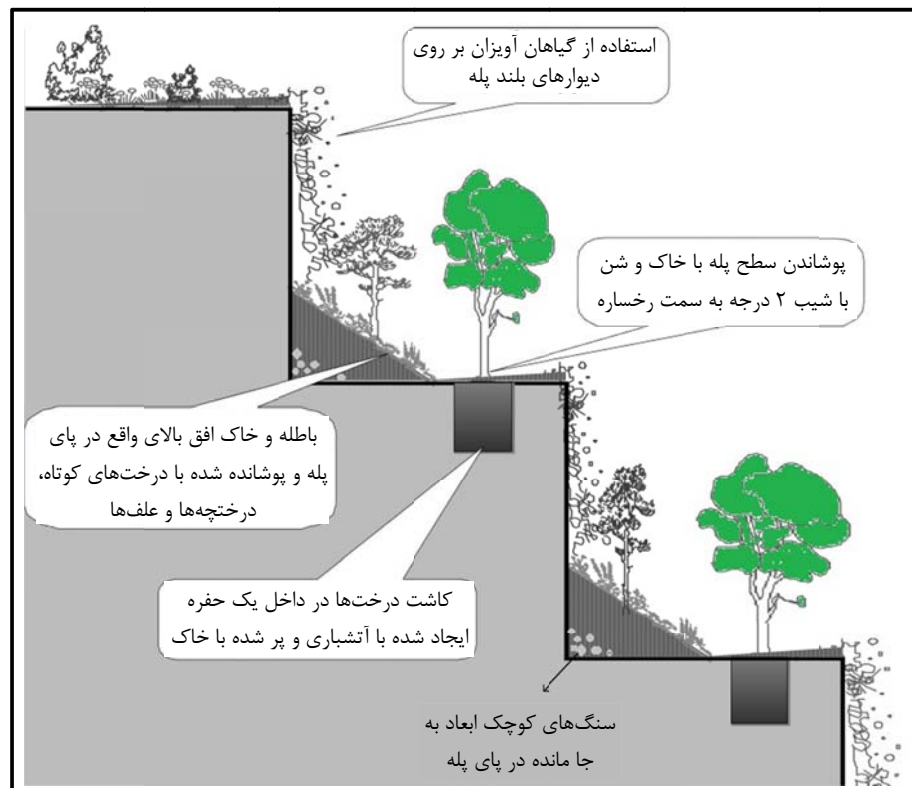
برای استفاده هدفمند از چشم‌اندازهای غیرطبیعی ناشی از فعالیت‌های معدنی در ایجاد طرح بازسازی، می‌توان از مطالب مندرج در جدول (۲-۳) استفاده کرد.

جدول ۲-۳- استفاده هدفمند از چشم‌اندازهای ناشی از فعالیت‌های معدنی

عنوان	نوع بازسازی	مورد استفاده	عملکرد اکولوژیکی	ارزش تاریخی فرهنگی
ریزشگاه باطله در دره‌ها	شکل‌دهی دوباره و ایجاد پوشش خاکی و گیاهی	احیای اکوسیستم	زیاد	کم
انباشتگاه	شکل‌دهی دوباره و ایجاد پوشش خاکی و گیاهی	احیای اکوسیستم	زیاد	کم
نواحی حاوی ترک‌های سطحی	پر کردن و ایجاد پوشش گیاهی	احیای اکوسیستم و کاربری کشاورزی	زیاد	کم
نواحی محدوده نشست	شکل‌دهی، مرمت و جمع‌آوری آب	اهداف پرورش ماهی	زیاد	کم
	پر کردن و ایجاد پوشش خاکی	کاربری کشاورزی و احیای اکوسیستم	کم تا زیاد	کم
حوضه آب‌ریز	مرمت و شکل‌دهی دوباره	ایجاد تالاب و اهداف پرورش ماهی	زیاد	کم
امکانات صنعتی و معدنی	مرمت و احیا	کاربری کشاورزی	کم تا متوسط	کم تا متوسط
جاده	مرمت و احیا	ایجاد جاده حمل و نقل و احیای اکوسیستم	متوسط تا زیاد	کم
محدوده معدن	حفاظت و مرمت	جاذبه‌های گردشگری و فضاهای تفریحی	کم	زیاد
تجهیزات معدنی	حفاظت و مرمت	جاذبه‌های گردشگری و فضاهای تفریحی	-	کم تا متوسط

۲-۵-۳- بازسازی گستره تحت تاثیر استخراج سنگ‌های تزئینی و نما

- سنگ‌های باطله به جا مانده، باید در پای پله‌ها جمع‌آوری و بر روی آن‌ها خاک ریخته شود (شکل ۱-۳). با این کار از سنگ‌های باطله برای کمک به پایداری خاک و امکان ایجاد شیب استفاده بیش‌تری می‌شود.
- با استفاده از بوته‌ها، درختچه‌ها و درخت‌های کوتاه، باید به گیاه‌کاری ترکیبی اقدام شود (شکل ۱-۳).
- توصیه می‌شود بلوک‌های باطله به عنوان حایل ایمنی دایمی در امتداد لبه پله و در کنار دیواره حایل قرار گیرند تا از فرسایش خاک جلوگیری شود.
- در صورتی که عرض پله و دیواره ایمنی اجازه می‌دهد، گودال‌های جعبه‌ای باید در سطح عرض پله ایجاد و با خاک پر شوند تا بتوان برای ایجاد یک چشم‌انداز مطلوب‌تر درخت‌های بزرگ‌تری کاشت (شکل ۱-۳). با درخت‌کاری و ایجاد ارتباط بین پله‌ها، حالت پله‌ای برطرف و با چشم‌انداز منطقه سازگار می‌شود.
- برای پوشش بهتر دیواره‌های بلند، بهتر است پس از پخش خاک در بالای پله‌ها با زاویه ۲ درجه از لبه پله به سمت رخساره، گیاهان آویزان کاشته شود (شکل ۱-۳).

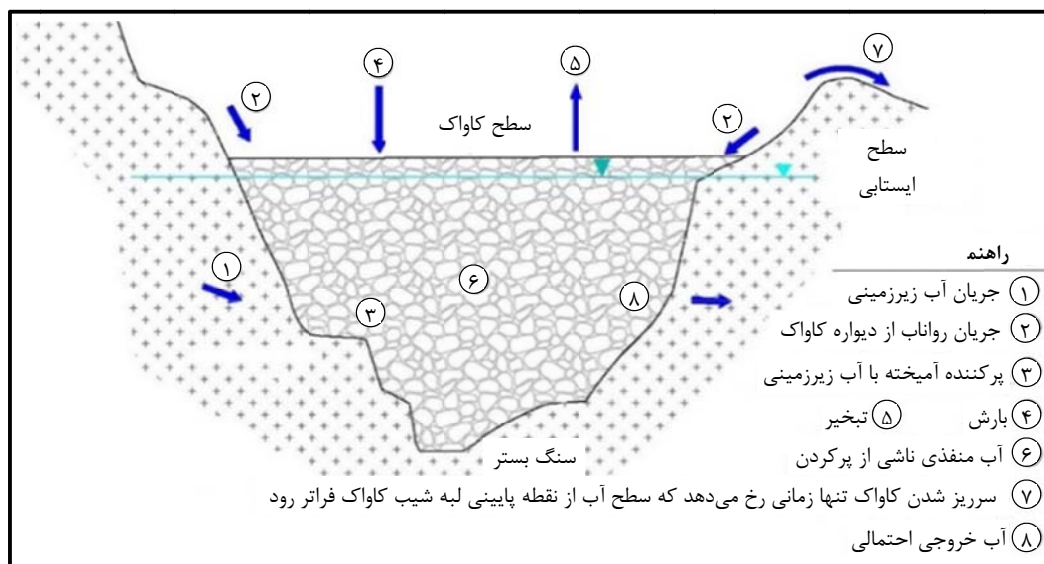


شکل ۳-۱- طرح مفهومی بازسازی معادن سنگ تزئینی و نما

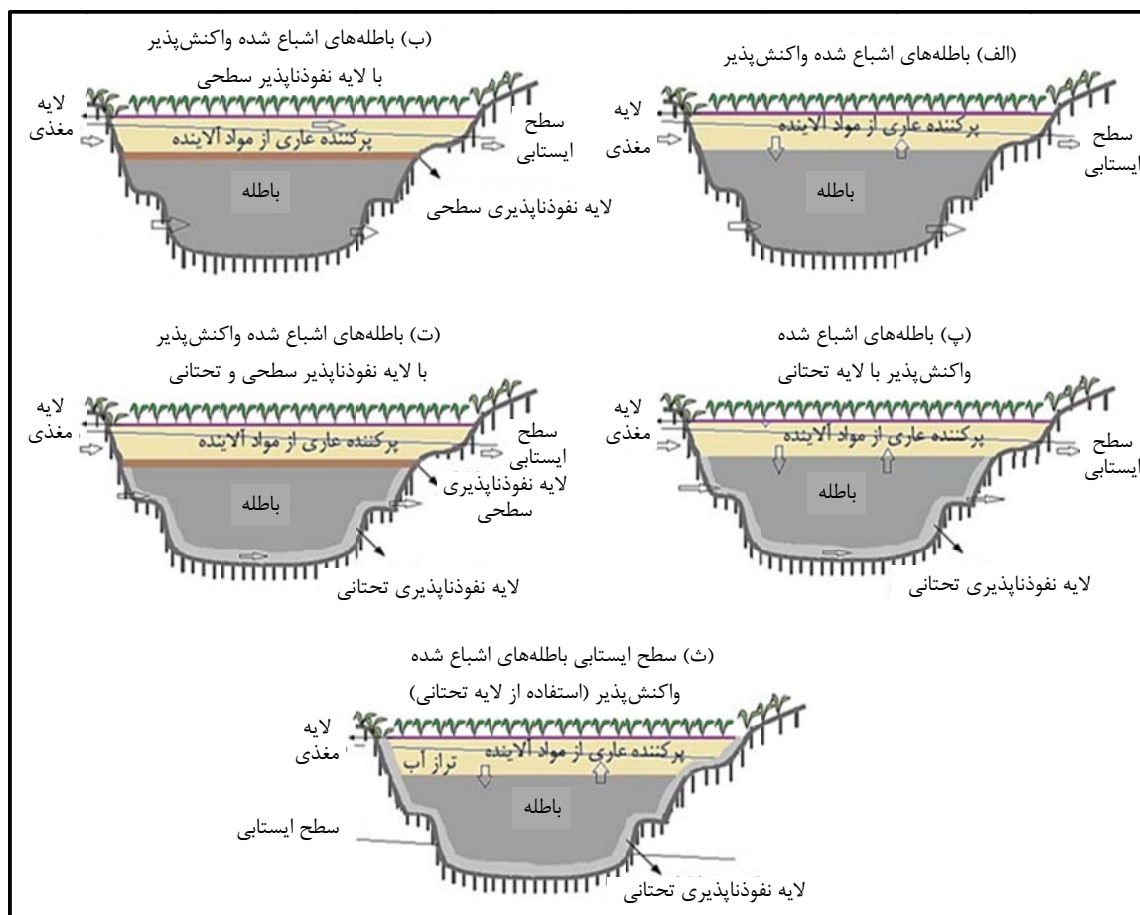
- پوشش گیاهی و درختی باید به گونه‌ای باشد که در فواصل مختلف یکدست دیده شود.
- در صورتی که ذخیره خاک سطحی کم باشد، باید مخلوطی از خاک سطحی و شن برای ایجاد پوشش مناسب مهیا و به آن کود حیوانی و یا سایر کودها (سنگ آهک و نیترات آمونیم) اضافه شود.
- برای بازرسی و مراقبت‌های پس از بازسازی، پله‌ها باید به حد کافی پهن و قابل دسترس باشند.

۳-۵-۳- بازسازی کاواک روباز

- پس از بستن فضای استخراج سطحی مطابق با زیربند ۲-۴-۱، بسته به شرایط می‌توان از یکی از سه رویکرد زیر برای بازسازی کاواک بسته شده روباز استفاده کرد:
- در صورت کوچک بودن کاواک بسته شده می‌توان آن را با باطله‌های معدن و فرآوری و دیگر مواد بلااستفاده پر (شکل ۲-۳) و سپس بر روی آن پوشش گیاهی ایجاد کرد (شکل‌های ۳-۳-الف تا ۳-۳-ث).

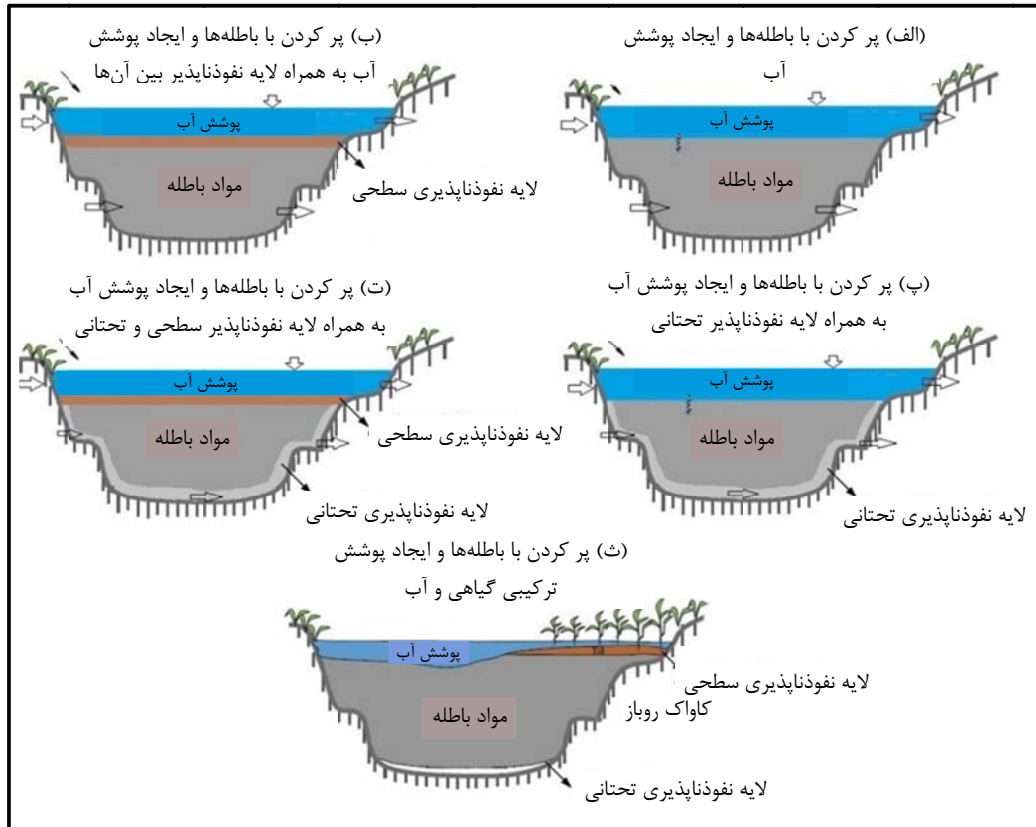


شکل ۳-۲- جزئیات پر کردن کاواک روباز با مواد باطله



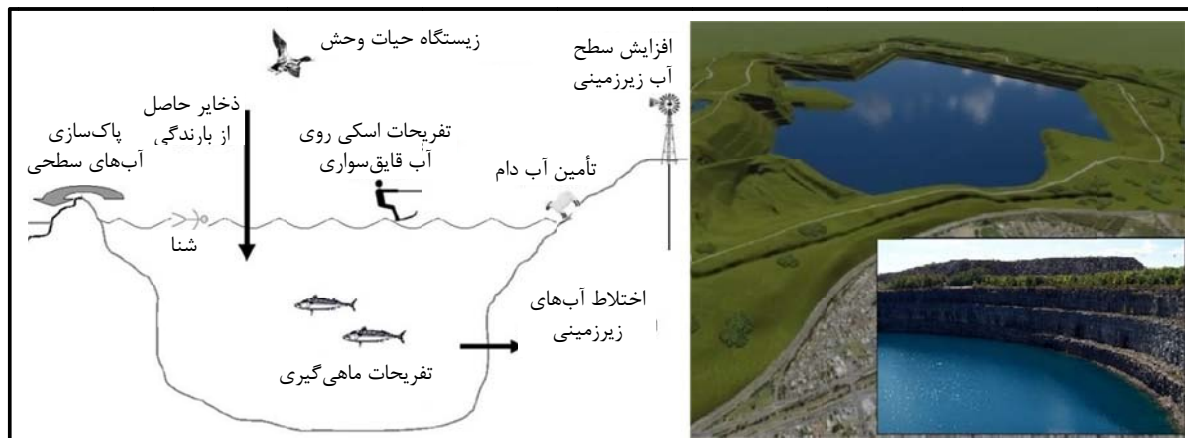
شکل ۳-۳- حالت‌های پر کردن کاواک کم‌عمق با مواد باطله، ایجاد لایه پوششی مناسب و گیاه‌کاری

- پس از پر کردن کاواک با مواد باطله، به جای گیاه کاری می‌توان پوشش کاملی از آب (شکل‌های ۳-۴-الف تا ۳-۴-ت) و یا پوشش ترکیبی از آب و گیاه ایجاد کرد (شکل ۳-۴-ث).



شکل ۳-۴- حالات‌های پر کردن کاواک با ترکیبی از مواد باطله و آب

- در صورتی که در منطقه آب کافی وجود داشته باشد، می‌توان کاواک را با آب پر و به دریاچه‌ای مصنوعی با کاربری سیاحتی- تفریحی تبدیل کرد (شکل ۳-۵).



شکل ۳-۵- ایجاد دریاچه مصنوعی با پر کردن کاواک با آب

الف- بازسازی کاواک با پر کردن و گیاهکاری

- در ساده‌ترین حالت (شکل ۳-۳-الف) بدون وجود آب در تراز فوقانی، پس از پر کردن کاواک با باطله‌های معدنی، یک لایه مواد غیرآلاینده بر روی آن‌ها قرار داده شده و سپس، یک لایه خاک مغذی به ضخامت حدود ۳۰ سانتی‌متر بر روی سطح پخش و به گیاهکاری اقدام می‌شود.
- در حالت دوم (شکل ۳-۳-ب) با وجود آب و مواد پرکننده باطله با قابلیت اسیدزایی، برای محدود کردن نفوذ آب‌های سطحی به داخل باطله‌ها و آب‌های زیرزمینی، از یک لایه نفوذناپذیر سطحی بین باطله‌های معدنی و مواد عاری از آلاینده استفاده شده و در نهایت یک لایه خاک مغذی به ضخامت حدود ۳۰ سانتی‌متر بر روی سطح پخش و به گیاهکاری اقدام می‌شود.
- در حالت سوم (شکل ۳-۳-پ)، برای محصور کردن باطله‌های معدنی در زیر و اطراف، از یک لایه نفوذناپذیر تحتانی استفاده می‌شود. این روش برای حالتی مناسب است که نفوذپذیری باطله‌ها کم باشد.
- در حالت چهارم (شکل ۳-۳-ت)، برای محدود کردن کامل باطله‌های با پتانسیل زیاد اسیدزایی، از هر دو لایه نفوذناپذیر سطحی و تحتانی استفاده می‌شود.
- در حالت پنجم (شکل ۳-۳-ث)، سطح ایستابی بالا آمده است که با ایجاد لایه نفوذناپذیر تحتانی باید از ورود آب به باطله‌ها و برگشت آلاینده‌ها به آب زیرزمینی جلوگیری کرد.
- در همه حالت‌ها برای جلوگیری از خطرات احتمالی برای انسان‌ها و حیوانات، در بالای دیواره نهایی معدن باید حصارکشی شود.

ب- بازسازی کاواک با پر کردن و پوشش آب

- در حالت اول (شکل ۴-۳-الف)، پس از پر کردن حدود دو سوم ارتفاع کاواک با باطله‌ها و متراکم کردن آن‌ها، پوششی از آب با هدف زیباسازی چشم‌انداز و جلوگیری از فرسایش و پراکندگی باطله‌ها ایجاد می‌شود.
- در حالت دوم (شکل ۴-۳-ب) در باطله‌های با نفوذپذیری زیاد و قابلیت اسیدزایی، برای محدود کردن نفوذ آب به داخل آن‌ها، یک لایه نفوذناپذیر بر روی باطله‌ها ایجاد و سپس با آب پر می‌شود.
- در حالت سوم (شکل ۴-۳-پ)، در صورت بالا آمدن سطح ایستابی و احتمال ورود آب به باطله‌ها و ایجاد آلودگی، برای محصور کردن باطله‌های معدنی در زیر و اطراف، از یک لایه نفوذناپذیر تحتانی استفاده و سپس پوشش آب در بالا ایجاد می‌شود.
- در حالت چهارم (شکل ۴-۳-ت) که بحرانی‌ترین حالت است، برای محدود کردن کامل باطله‌های با قابلیت زیاد اسیدزایی، از دو لایه نفوذناپذیر سطحی و تحتانی استفاده و در نهایت، پوشش آب در بالا ایجاد می‌شود.

- در حالت پنجم (شکل ۳-۴-ث)، پس از ایجاد یک لایه نفوذناپذیر تحتانی، تا حدود دو سوم عمق کاواک با مواد باطله پر و کاملاً متراکم می‌شود. در بخشی از سطح، یک لایه نفوذناپذیر ایجاد و پس از پخش لایه خاک مغذی، نسبت به گیاه کاری اقدام و بخش‌های باقی‌مانده با آب پوشش داده می‌شود.
- در تمامی حالت‌ها، برای جلوگیری از خطرات احتمالی برای انسان‌ها و حیوانات باید در بالای دیواره نهایی معدن حصارکشی شود.

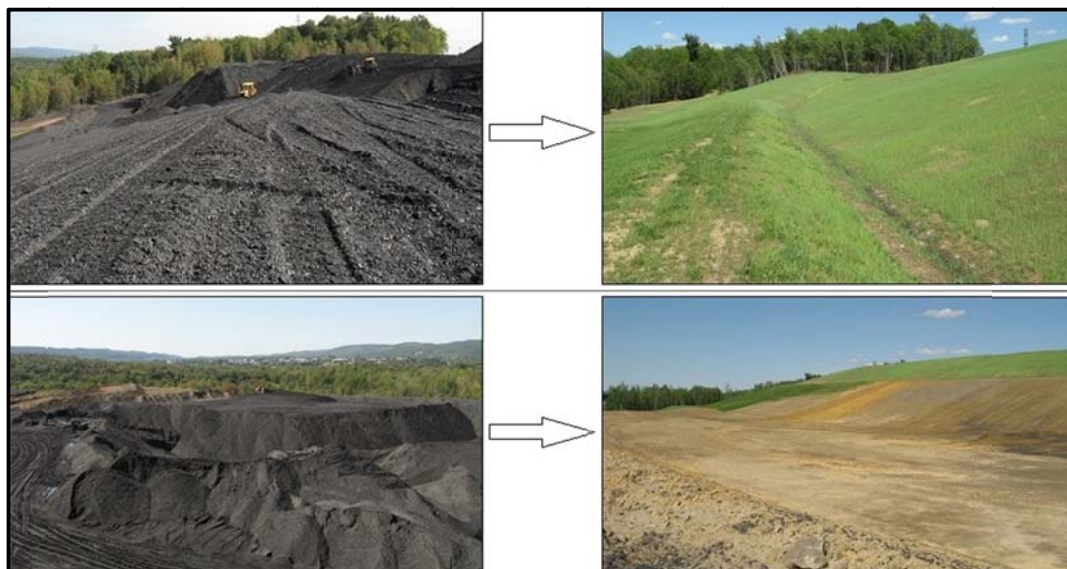
پ- بازسازی کاواک با ایجاد دریاچه مصنوعی

- مطابق دستورالعمل بستن فضاهای استخراج سطحی در زیربند ۲-۴-۱، کاواک بسته شده باید در مرحله بازسازی مجدداً بررسی و ناپایداری‌ها و شکستگی‌های دیواره‌ها و کف کاواک اصلاح شود.
- بخش عمده‌ای از کاواک باید با آب پر شود (شکل ۳-۵).
- در صورت نیاز، باید لایه‌ای با ضخامت حدود ۳۰ سانتی‌متر از خاک مغذی بر روی سطح پیرامون کاواک پر شده ریخته شده و به گیاه کاری اقدام شود.
- برای جلوگیری از خطرات احتمالی باید در بالای دیواره نهایی معدن حصارکشی شود.

۳-۵-۴- بازسازی گستره تحت تاثیر استخراج سطحی زغال سنگ

- به هنگام آماده‌سازی محدوده استخراج نواری، اقداماتی مانند تمیز کردن سطح زمین، جمع‌آوری گیاهان، درخت‌ها و شاخه‌ها انجام و تا حد امکان برخی از گیاهان به عنوان تامین‌کننده مواد آلی و تقویت‌کننده افق‌های B و C انباشت می‌شود.
- در زمان روباره‌برداری باید افق‌های مختلف خاک به ویژه افق A با دقت برداشت و در مکانی حفاظت شده نگهداری شود. افق‌های B و C نیز در صورت آلوده و خطرناک نبودن باید جداگانه برداشت و انبار شوند. این کار هزینه‌های بازسازی را کاهش می‌دهد.
- بلافاصله پس از استخراج زغال، دیواره‌های معدن باید تثبیت و مکان‌های استخراج شده با مواد روباره و باطله‌ها پر شود.
- سطوح پر شده باید تسطیح و با خاک مغذی به ضخامت حدود ۳۰ سانتی‌متر پوشش داده شود. برای این کار می‌توان از افق‌های خاک مغذی برداشت شده به هنگام روباره‌برداری که از مدت انبار کردن آن‌ها بیش از یک سال نگذشته باشد، استفاده کرد.
- پیش از آغاز اولین فصل کاشت بذر، باید زمین استخراج شده شخم بخورد و سطح آن با عناصر مغذی تقویت شود.

- پس از کاشت بذر با کیفیت آب‌ها، پایداری شیب و رشد گیاهان یا درختان باید تحت نظارت و کنترل قرار گیرد (شکل ۳-۶).



شکل ۳-۶- بازسازی گستره متاثر از استخراج نواری

۳-۵-۵- محوطه‌های انباشت باطله

از مهم‌ترین رویکردهای تثبیت مواد باطله انباشت شده و بازسازی انباشتگاه می‌توان به تثبیت فیزیکی و شیمیایی و گیاه‌کاری اشاره کرد. تثبیت فیزیکی و شیمیایی رویکردهای موقتی‌اند و گیاه‌کاری رویکرد دائم است. در این زمینه، توجه به نکات زیر ضروری است:

- تثبیت فیزیکی با پوشاندن سطح باطله‌ها با موادی که از فرسایش آن‌ها به وسیله باد یا آب جلوگیری کند، انجام می‌شود.
- یکی از روش‌های تثبیت فیزیکی، پوشاندن باطله‌ها با لایه‌ای از آب است که در مناطق کم‌آب و بر روی سدهای باطله شیب‌دار، مقرون به صرفه نیست. روش دیگر، استفاده از خاک و سنگ موجود در محل است که باعث کاهش هزینه تثبیت و ایجاد زیرسازی مناسب برای گیاه‌کاری بعدی می‌شود.
- در تثبیت شیمیایی، از مواد شیمیایی که با سطح فوقانی لایه باطله واکنش شیمیایی انجام می‌دهند، استفاده می‌شود. در نتیجه این واکنش پوسته‌ای نسبتاً سخت به وجود می‌آید که از پراکنده شدن ذرات با آب جلوگیری می‌کند.
- مهم‌ترین برتری رویکردهای تثبیت شیمیایی، سرعت زیاد آن در تشکیل لایه‌های سخت بر روی مواد باطله است. از این رویکردها در مناطق سردسیر استفاده می‌شود.
- تثبیت شیمیایی روش مناسبی برای باطله‌های حاوی مواد سمی است.

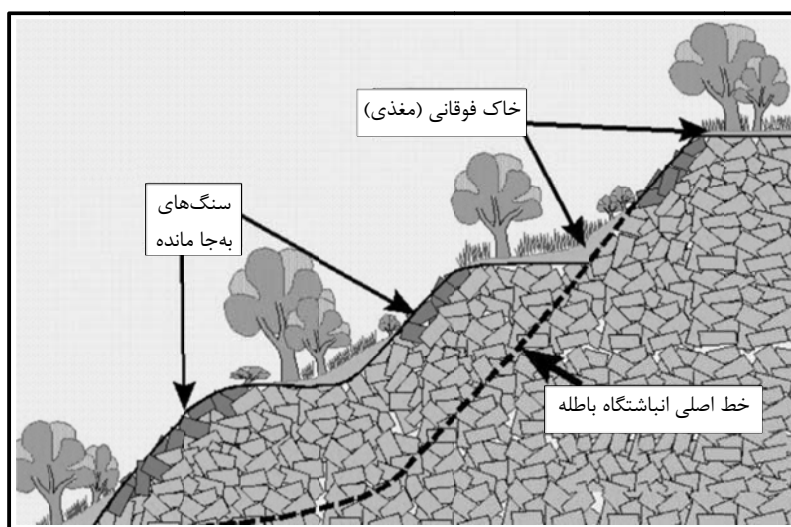
- رویکردهای تثبیت فیزیکی و شیمیایی، عمر مفید معینی دارند و با گذشت زمان از درجه تاثیر آنها کاسته می‌شود.
- در رویکردهای تثبیت فیزیکی و شیمیایی، نظارت‌های بعدی از محل اجرای عملیات تثبیت، انجام آزمایش و بازسازی و تعمیر محل‌های ضعیف شده ضروری است.
- برای موفقیت گیاه‌کاری به عنوان موثرترین روش بازسازی بلندمدت، باطله‌های معدن باید از هر گونه مواد سمی و خطرزا عاری باشند و ریشه گیاهان بتوانند به آسانی به درون آنها نفوذ کنند.
- برای گیاه‌کاری تا حد امکان باید از خاک و گیاهان بومی استفاده کرد تا گیاه از نظر مواد مغذی دچار کمبود نشود و نیازی به استفاده از کودهای شیمیایی و مواد تقویت‌کننده خاک نباشد.

الف- بازسازی انباشتگاه باطله

- پس از محصور کردن و تثبیت انباشتگاه باطله با مواد باطله دانه‌ریز یا خاک معمولی غیرآلاینده، باید شکل‌دهی هماهنگ با منطقه بر روی سطح انباشتگاه انجام شود (شکل ۳-۷).
- لایه‌ای از خاک مغذی به ضخامت حدود ۳۰ سانتی‌متر باید بر روی سطح بسته شده انباشتگاه پخش و تراز شود (شکل ۳-۷).
- گیاه‌کاری و سپس نظارت دوره‌ای باید انجام گیرد (شکل ۳-۷).
- در سنگ‌های باطله غیرآلاینده مانند باطله‌های معادن سنگ تزئینی و نما، پس از انباشت باطله‌ها و ایجاد شیب متناسب با منطقه، باید لایه خاک مغذی پخش و به گیاه‌کاری اقدام شود (شکل ۳-۸).



شکل ۳-۷- مراحل بازسازی انباشتگاه باطله



شکل ۳-۸- نمونه‌ای از بازسازی انباشتگاه باطله معادن سنگ تزئینی و نما

ب- بازسازی سد باطله

- طی مراحل بستن سد باطله (زیربند ۲-۶-۳)، سطح سد باید هماهنگ با چشم‌انداز منطقه با باطله‌های دانه‌ریز تسطیح و متراکم‌سازی شود.
- با انجام زهکشی مناسب، باید یک لایه ۳۰ سانتی‌متری خاک مغذی بر روی سطح سد باطله پخش شود.
- در مورد گیاه‌کاری باید اقدام شود (شکل ۳-۹).
- نظارت بلندمدت دوره‌ای از سد باطله بازسازی شده باید انجام گیرد.



شکل ۳-۹- نمونه‌ای از سد باطله بازسازی شده با گیاه‌کاری پس از بستن

۳-۶- ملزومات مدیریت و نظارت پس از بازسازی

- پس از بازسازی و کاشت بذر باید با مدیریت صحیح از پایداری شرایط مطلوب زمین و گیاهان کاشته شده اطمینان حاصل کرد. پس از بذرپاشی و مراقبت از آن و کاشت درخت‌ها باید به نکات زیر توجه شود:
- پایش کیفیت زمین و نحوه رشد گیاهان و در صورت لزوم، اصلاح خاک و افزودن مواد مغذی
 - در زمین‌های اختصاص یافته به مراتع و چمن‌زارها، باید چمن‌ها به طور مرتب کوتاه یا به وسیله احشام علف چرانی شود. کوتاه کردن مراتع و علف چرانی علاوه بر زیبایی منطقه موجب افزایش قوت زمین می‌شود.
 - برای حفظ عناصر مغذی زمین، به ویژه نیتروژن که در بازسازی نقش مهمی دارد، باید با نظارت دایم بر کوددهی و نمای گیاهان، میزان نیتروژن زمین در بازه ۶۰۰ کیلوگرم در هر هکتار، حفظ شود. چیدن علف و انباشت آن در اطراف درخت‌ها در تشکیل نیتروژن موثر است.

در مدیریت بازسازی توجه به موارد زیر ضروری است:

- هزینه تقریبی
- شرایط اقلیمی محدوده
- خواص شیمیایی و فیزیکی خاک
- کاربری بعدی زمین‌های بازسازی شده
- انعطاف‌پذیری و امکان توسعه طرح در نظر گرفته شده

- تدوین برنامه کوتاه‌مدت (تا مرحله کاشت) و بلندمدت (کاربری زمین)
- برنامه کوتاه‌مدت با توجه به شکل و ابعاد معدن ممکن است بین ۳ تا ۲۵ سال طول بکشد. برنامه بلندمدت تا زمانی که کاربری مجدد از زمین برقرار است ادامه می‌یابد.
- پس از پوشش دادن سطح زمین با خاک، کاشت بذر و توسعه آن، برای اطمینان از موفقیت در بازسازی، مدیریت باید به طور پیوسته از عملیات مراقبت کند. در این مرحله، باید به موارد زیر توجه شود:
- شرایط مواد مغذی خاک، مقدار انبار شده و مقدار قابل دسترس
- شکل، ترکیب و سلامت گیاهان کاشته شده
- مقایسه بین مقدار بذر کاشته شده و پوشش گیاهی سالم ایجاد شده
- با توجه به این موارد، هرگونه ضایعات یا بیماری در آغاز قابل شناسایی و پیشگیری است. اغلب، علایم کم‌رشدی یا بیماری در مشاهدات پیوسته قابل تشخیص‌اند و در صورت نیاز به درمان قطعی باید بررسی‌های دقیق انجام شود.

فصل ۴

موضوعات اصلی طرح‌های بستن و

بازسازی

۴-۱- آشنایی

در این فصل، موضوعات اصلی که در طرح‌های ارائه شده برای بستن و بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیتهای معدنی باید به آنها پرداخت، تشریح می‌شود.

۴-۲- کلیات طرح بستن و بازسازی

در این بخش توصیفی کلی از طرح شامل شرح مختصری از ذینفعان و فضای کلی و توسعه موقتی طرح ارائه می‌شود. نوع طرح ارائه شده از میان طرح‌های مفهومی، پایه یا نهایی و تاریخ تصویب طرح‌های قبلی نیز باید در این بخش ارائه شود.

۴-۳- اهداف طرح بستن و بازسازی

- در این بخش اهداف ارائه طرح بیان می‌شود. چارچوب کلی این اهداف به شرح زیر است:
- هدف اصلی باید برگرداندن محدوده تحت تاثیر فعالیتهای معدنی به وضعیتی باشد که در آن اکوسیستم‌های خودپایدار^۱ سازگار با محیط زیست سالم و مقاوم در برابر فعالیتهای بشری رشد کنند.
 - طرح باید بر اساس چهار اصل بستن یعنی ثبات فیزیکی، ثبات شیمیایی، عدم نیاز به مراقبت فعال بلندمدت و کاربری آینده شامل زیباسازی و ارتقای زمین‌ها تهیه شود.
 - طرح بستن و بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیتهای معدنی باید بر اصول توسعه پایدار مبتنی باشد و در آن تمام اجزای محیط زیستی شامل آب، هوا و خاک در طول برنامه‌ریزی و اجرای طرح مورد توجه قرار گیرد.

۴-۴- سازمان برنامه‌ریزی بستن و بازسازی

در این بخش ساختار سازمانی طرح بستن و بازسازی ارائه می‌شود. در این ساختار باید روابط درون و برون سازمانی مهم و مسئولیتهای ویژه مانند ساختار مسئولیت‌پذیری به صورت نمودار سازمانی فهرست و نمایش داده شود.

۴-۵- تعهد و تعامل پذیری^۱ در طرح

در برنامه‌ریزی بستن و بازسازی، رویکرد بهره‌برداران زمین‌های بازسازی شده باید بر تعامل با جوامع محلی و یکپارچه‌سازی با ارزش‌های آن‌ها مبتنی باشد. با توجه به اهمیت منطقه برای ساکنان و کاربری احتمالی بعدی، افزایش سطح مشارکت عمومی به موفقیت طرح کمک می‌کند. در این بخش از طرح بر ضرورت تعامل با جوامع محلی و جلب مشارکت آن‌ها در اجرای طرح تاکید می‌شود.

۴-۶- ویژگی‌های محل اجرای طرح

در این بخش، باید شرح مفصلي از شرایط محلی پیش از شروع و توسعه فعالیت‌های معدن‌کاری و پس از آن ارائه شود.

۴-۶-۱- شرایط جوی

در این بخش نمایی کلی از شرایط جوی محلی و منطقه‌ای، تغییرات دما، آمار بارش‌ها و روند کلی آن بر اساس اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی ارائه می‌شود. علاوه بر این باید شرح کلی از شرایط کیفی هوای منطقه به عنوان مثال، در اثر تولید و انتشار گرد و غبار ناشی از عملیات معدن‌کاری، ارائه کرد. توصیه می‌شود برای خلاصه‌سازی و به تصویر کشیدن داده‌ها از جدول‌ها و شکل‌ها استفاده شود.

۴-۶-۲- موقعیت و نحوه دسترسی

در این بخش موقعیت‌های منطقه‌ای و محلی نواحی تحت تاثیر فعالیت‌های معدن‌کاری مشخص می‌شود. نقاط با اهمیت محدوده و نحوه دسترسی به آن‌ها باید در شرایط مختلف جوی و محدودیت‌های فصلی تشریح شوند. توصیه می‌شود برای ارائه اطلاعات از نقشه‌ها و عکس‌ها استفاده شود.

۴-۶-۳- شرایط فیزیکی

در این بخش شرایط فیزیکی منطقه‌ای و محلی شامل مواردی مانند توپوگرافی، زهکشی حوضه‌ای، شرایط آب‌های سطحی و زیرزمینی، زمین‌شناسی سطحی و سنگ بستر، خطرات زمین و آب‌زمین‌شناسی بیان می‌شود. استفاده از

نقشه‌ها، تصاویر، جدول‌ها و شکل‌ها برای خلاصه‌سازی داده‌ها و نمایش عوارض زمین مانند چاه‌ها یا ایستگاه‌های پایش و سایر اطلاعات سودمند است.

۴-۶-۴- ملاحظات شیمیایی

در این بخش اطلاعات خاک منطقه‌ای و محلی و شیمی رسوب، کیفیت آب‌های سطحی مانند دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و چشمه‌ها، کیفیت آب‌های زیرزمینی مانند چاه‌های آب آشامیدنی، زهکشی زهاب اسیدی معدن و پتانسیل فروشویی اسیدی فلزات ارائه می‌شود. توصیه می‌شود برای کمک به خلاصه‌سازی و به تصویر کشیدن موقعیت‌های نمونه‌برداری، داده‌ها و اطلاعات از نقشه‌ها، جدول‌ها و شکل‌ها استفاده شود.

۴-۶-۵- ملاحظات زیستی

در این بخش نمایی کلی از پوشش گیاهی، زندگی آبزیان، حیات وحش بومی، پرندگان و زیستگاه‌های مربوطه و اکوسیستم کلی ارائه می‌شود. استفاده از نقشه‌ها، جدول‌ها و شکل‌ها برای کمک به خلاصه‌سازی و به تصویر کشیدن مکان‌های نظارت و پایش، نواحی جوی جغرافیای زیستی، مرزها و وسعت زیستگاه و نوع داده‌ها و اطلاعات سودمند است.

۴-۷- طرح بستن موقت

در بستن موقت معدن، با هدف از سرگیری فعالیت‌ها در آینده نزدیک، استخراج برای مدت زمان محدودی متوقف می‌شود. بستن موقت ممکن است به صورت برنامه‌ریزی نشده (ناگهانی) و یا برنامه‌ریزی شده باشد. در طرح بستن موقت باید بر الزامات این طرح به شرح زیر تاکید شود:

- حفاظت از جامعه محلی، حیات وحش و محیط زیست، با نظارت‌های محیط زیستی از تسهیلات معدنی و برنامه‌های عملیاتی
- وجود منابع مالی برای ادامه نظارت بر محیط زیست و ارائه گزارش‌های مربوط
- وجود پرسنل با تجربه تعمیر و مراقبت به تعداد کافی برای مراقبت از محدوده و جلوگیری از هر گونه مشکل احتمالی
- وجود تجهیزات و منابع کافی در محدوده برای انجام فعالیت‌های ضروری تعمیر و نگهداری یا بازسازی

۴-۷-۱- اهداف اصلی و فرعی بستن موقت

در این بخش، اهداف اصلی و فرعی بستن موقت بیان می‌شود.

۴-۷-۲- فعالیتهای بستن موقت

در این بخش فعالیتهای ضروری سازگار با اهداف بستن برای اجرای طرح بستن موقت ارائه می‌شود. حداقل فعالیتهایی که باید طی دوره بستن موقت انجام شود، به شرح زیر است:

- ایمن‌سازی محدوده، ساختمان‌ها و سازه‌های دیگر و محدود کردن دسترسی به آن‌ها برای افراد غیرمجاز
- نگهداری یا مسدود کردن بازکننده‌ها و نصب علایم هشداردهنده
- ادامه اصلاحات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و برنامه‌های نظارت مطابق با مجوزها نظارتی
- ایمن‌سازی تمامی سیستم‌های مدیریت باطله
- مدیریت موجودی مواد شیمیایی، واکنش‌دهنده‌ها، فرآورده‌های نفتی و سایر مواد خطرناک و ایمن‌سازی مناسب یا در صورت لزوم حذف آن‌ها
- ثبت سطوح سیال در تمامی مخازن سوخت و نظارت منظم بر نشت احتمالی سوخت در محدوده و حذف آن
- نگهداری و مراقبت از باطله‌های خطرناک در یک مکان یا محفظه با امکان نظارت در داخل محدوده پیش از انتقال و تخلیه آن‌ها در خارج از محدوده
- انتقال کلیه مواد ناریه به انبار اصلی این مواد و ایمن‌سازی، دور کردن و یا حذف آن‌ها از محدوده
- تثبیت انباشتگاه‌های باطله، انبارها یا تلمبارهای مواد معدنی، سد باطله، فاضلاب‌ها و سایر سازه‌های نگهدارنده و حفاظت از آن‌ها با یک روش مناسب مانند بازرسی‌های منظم ژئوتکنیکی و محیط زیستی
- بازرسی کانال‌های زهکشی و مراقبت‌های منظم فصلی طی دوره بستن و در قالب بخشی از بازرسی‌های ژئوتکنیکی
- بازرسی منظم تاسیسات و زیرساخت‌ها

۴-۷-۳- نظارت، نگهداری و گزارش‌دهی بستن موقت

در این بخش بر ضرورت انجام فعالیتهای نظارتی برای اطمینان از دستیابی به اهداف بستن و انطباق با شرایط مجوز آن تاکید می‌شود.

۴-۷-۴- حوادث پیش‌بینی نشده

در این بخش نحوه مدیریت حوادث پیش‌بینی نشده در شرایط غیرمعمول طی بستن موقت مشخص و اثرات احتمالی آن‌ها بر روی فعالیتهای نظارتی تعیین می‌شود.

۴-۷-۵- زمان‌بندی بستن موقت

در این بخش زمان‌بندی بستن موقت در چارچوب موارد زیر ارائه می‌شود:

- پیش‌بینی زمان و ترتیب وقوع حوادث احتمالی طی بستن موقت

- تشریح فعالیت‌های بستن موقت برای تمامی اجزای طرح
- استفاده از نمودارها و جدول‌ها در صورت وجود فعالیت‌های پیچیده
- برآورد طول دوره بستن و زمان تقریبی اتمام آن

۴-۸- طرح بستن و بازسازی دائمی

در بستن دائمی، مالک یا سرمایه‌گذار قصد انجام هیچ فعالیت اضافی به جز نظارت و مراقبت پس از بستن^۱ و اقدامات احتمالی بالقوه را در محدوده ندارد. باید اجزایی که به مراقبت بلندمدت فعال نیازمندند به همراه جدول زمانی احتمالی برای واگذاری مشخص شوند. طرح بستن و بازسازی باید در چارچوب دسته‌بندی زیر ارائه شود:

- فعالیت‌های بخش زیرزمینی
- فعالیت‌های بخش روباز
- انباشتگاه‌های سنگ باطله و روباره
- نواحی محصورکننده سد باطله فرآوری
- ساختمان‌ها و تجهیزات
- زیرساخت‌های معدن
- مسیرهای ترابری
- نواحی پر شده و سایر مناطق انباشت باطله
- سیستم‌های مدیریت آب

۴-۸-۱- شرح اجزای طرح

- در این بخش اجزای طرح با توجه به نکات زیر توصیف می‌شوند:
- ارائه جزئیاتی مانند ابعاد محدوده متاثر از عملیات و موقعیت نسبی اجزاء، به کمک شکل‌ها، نقشه‌ها و عکس‌ها
 - تشریح اجزای طرح شامل مواردی مانند شرایط عملیاتی، مجوزها، بستن موقتی و هر نوع بازسازی پیشرونده^۲ تکمیلی

1- Post-closure

2- Progressive

- در معدن روباز تشریح هندسه کاواک نهایی، نقاط دسترسی، ملاحظات پایداری ژئوتکنیکی و نوع سنگ پوششی در زمان بستن
- تشریح ملزومات آبکشی طی عملیات و تفاوت آن با زمان بستن
- در معدن زیرزمینی مشخص کردن روش‌های استخراج و تسهیلات، ابعاد نهایی سیستم تونل‌ها و سایر راه‌های دسترسی اولیه و ارائه نقشه حاوی ترازها و ابعاد تمام بازکننده‌ها (چاه‌ها، تونل‌ها و گذرگاه‌های زیرزمینی)

۴-۸-۲- شرایط پیش از معدن‌کاری، کنونی و نهایی محدوده

- در این بخش شرایط پیش از آماده‌سازی، کنونی و نهایی محدوده به صورت مقایسه‌ای با استفاده از نقشه‌ها، تصاویر و عکس‌ها توصیف می‌شود. در این باره باید به موارد زیر توجه شود:
- مشخص کردن و توصیف تمامی ساختارهای آبی مانند مرزهای آب‌خیز^۱، تغییرات توپوگرافی در اثر انباشت باطله‌های سنگی و فرآوری و تغییرات پوشش گیاهی
- تشریح موارد موثر بر شرایط محیط زیستی مانند شرایط جوی، فیزیکی، بیولوژیکی، شیمیایی و یا اجتماعی
- استفاده از تصاویر سه‌بعدی برای نمایش شرایط ساختگاه نهایی

۴-۸-۳- اهداف و معیارهای بستن دایمی

اهداف و معیارهای طرح‌های مفهومی و موقت بستن و بازسازی ممکن است کلی و حداقلی باشد و در مراحل بعدی تکمیل شود. در تعیین اهداف و معیارهای بستن باید عدم قطعیت‌های مربوط، با استناد به طرح بازسازی مورد توجه قرار گیرد. برای نمایش ارتباط بین اهداف، فعالیت‌های انتخابی و معیارهای بستن، نظارت بر بستن و مطالعه بازسازی می‌توان از جدول‌ها استفاده کرد. محتوای این جدول‌ها به مرحله برنامه‌ریزی (کوتاه‌مدت، میان‌مدت یا بلندمدت) بستگی دارد.

۴-۸-۴- فعالیت‌های بستن دایمی

در این بخش، فعالیت‌های مختلف مرتبط با بستن دایمی ارائه و تحلیل می‌شوند. در تحلیل فعالیت‌های بستن باید جنبه‌های مثبت و منفی آن‌ها به روشنی بیان شود. ارائه دلایل انتخاب فعالیت برگزیده شده و رد گزینه‌های دیگر بسیار سودمند است.

نحوه آماده‌سازی برای انجام فعالیت‌های بستن در محدوده‌هایی که بیش از یک کاواک روباز وجود دارد و قرار است یکی از کاواک‌ها پیش از کاواک‌های دیگر بسته شود، باید بیان شود.

۴-۸-۵- ملاحظات مهندسی در مورد فعالیت انتخابی بستن

در این بخش، همه فعالیت‌های تخریب، ساخت و ساز یا سایر فعالیت‌های مهندسی ضروری در بستن و بازسازی هر یک از اجزای طرح تشریح می‌شود. فعالیت‌های پیش از گیاه‌کاری مجدد از جمله موارد بسیار مهمی است که باید زمان‌بندی آن در برنامه‌ریزی بستن مشخص شود.

۴-۸-۶- اثرات باقی‌مانده قابل پیش‌بینی

در این بخش، اثرات منفی احتمالی که ممکن است پس از تکمیل بازسازی باقی بماند، ارائه و تحلیل می‌شود. ارائه مبانی پیش‌بینی این اثرات و نتایج تحلیل ریسک وقوع این رخدادها ضروری است.

۴-۸-۷- نظارت، تعمیر و نگهداری و گزارش‌دهی پس از بستن

هدف اولیه از نظارت و پایش پس از بستن، اطمینان از مراعات معیارها و دستیابی به اهداف بستن است. در این بخش ضرورت نظارت بر مواردی مانند گرد و غبار، جریان آب، حیات وحش و تحرکات زندگی آبزیان مورد تاکید قرار می‌گیرد و موقعیت و تعداد نمونه‌ها و فاصله زمانی بین نمونه‌برداری‌ها مشخص می‌شود. بر ضرورت ارائه گزارش از همه فعالیت‌های نظارتی و نگهداری پس از بستن باید تاکید شود.

۴-۸-۸- ارزیابی ریسک و ارائه راهکارهای جایگزین

در این بخش با تحلیل ریسک پیامد فعالیت‌ها، احتمال‌های مرتبط با عدم موفقیت فعالیت بستن در دستیابی به اهداف و معیارهای بستن برآورد و راهکارهای موثر در صورت عدم توفیق مشخص می‌شود.

۴-۹- زمان‌بندی فعالیت‌ها

در این بخش یک برنامه زمان‌بندی تفصیلی برای اجزای مختلف طرح ارائه می‌شود. این برنامه شامل بازسازی پیش‌رونده، شروع و تکمیل مطالعات مقدماتی، دوره زمانی لازم برای دستیابی به معیارهای بستن و فازهای نظارت و گزارش‌دهی است. در طرح‌های بستن و بازسازی موقت و نهایی، با استفاده از روش‌های کنترل پروژه و نمودارهای مربوط می‌توان توالی‌های زمانی فعالیت‌های چندگانه را تعیین و مسیرهای بحرانی را شناسایی کرد.

۴-۱۰- ارزیابی پس از بستن

در این بخش نحوه بررسی اثرات باقی مانده محیط زیستی طرح پس از تکمیل فعالیت‌های بستن تشریح می‌شود.

۴-۱۱- برآوردهای مالی

در این بخش هزینه‌های مربوط به بستن دائمی شامل فعالیت‌ها و برنامه‌های نظارت پس از بستن، برآورد و روش‌های کاهش هزینه‌های هر یک از اجزای طرح ارائه می‌شود. استفاده از جدول‌ها و نمودارهای مناسب بسیار سودمند است.

۴-۱۲- منابع طرح

به همراه طرح باید منابع طرح نیز ارائه شود. منظور از منابع طرح اسناد و گزارش‌هایی‌اند که داده‌های محیط زیستی پایه مانند مطالعات منطقه‌ای، آب‌شناسی و آبریان، وضعیت جوی و کیفیت هوا، تحلیل‌های ژئوشیمی، پیش‌بینی پتانسیل جریان اسیدی خروجی معدن و فعالیت‌های مهندسی انجام شده درباره طرح بستن و بازسازی را شامل می‌شوند.

۴-۱۳- پیوست‌های طرح

از جمله پیوست‌های اصلی طرح‌های بستن و بازسازی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- واژه‌نامه اصطلاحات و تعاریف
- فهرست کلمات اختصاری، واحدها و نمادها
- جدول تعاملات و تعهدات ویژه فرآیند بستن
- تجربه‌های حاصل از سایر طرح‌ها، شامل خلاصه‌ای از ملاحظات بستن موفق یا ناموفق به همراه موارد موثر در مدیریت طرح‌های بستن و بازسازی اجرا شده در قالب جدول یا جداول مناسب
- طرح‌های مطالعات بازسازی شامل مطالعات مهندسی و تحقیقات مربوط به عدم قطعیت‌ها
- چک‌لیست‌های بستن و بازسازی

پیوست ۱

چک لیست‌های بستن و بازسازی

جدول پ.۱-۱- چکلیست ارزیابی فنی طرح بستن

ردیف	سوال	بلی	خیر
۱	آیا طرح بستن معدن به عنوان بخشی از پروژه ارزیابی اثرات محیط زیستی تهیه شده است؟		
۲	آیا ارگان‌های مربوطه برای بررسی طرح‌های بستن معدن به متخصصان دارای آموزش‌های مناسب دسترسی دارند؟		
۳	آیا ساز و کاری برای عقد قرارداد با شخص ثالثی که بتواند اسناد مرتبط با بستن معدن را به طور تخصصی بررسی کند، وجود دارد؟		
۴	آیا توجیهی برای استراتژی‌های انتخابی بستن و طرح‌های شکل‌دهی به زمین در طرح بستن وجود دارد؟		
۵	آیا الزامات و ساز و کارهایی برای اطمینان از تهیه طرح‌های بستن مطابق با استانداردهای بین‌المللی وجود دارد؟		

جدول پ.۱-۲- چکلیست بیان اهداف کاربری زمین پس از بستن

ردیف	سوال	بلی	خیر
۱	آیا کاربری زمین پس از بستن معدن تهیه شده است؟		
۲	آیا اهداف حاصل از فعالیت‌ها و معیارهای بستن به طور واضح بیان شده‌اند؟		
۳	آیا چارچوبی برای مدیریت نظارت بر زمین‌ها پس از بستن وجود دارد؟		
۴	آیا بین کاربری زمین پس از بستن و برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای مانند سطح آب‌خیزداری و حفاظت و تقویت برنامه‌ریزی سطح حوضه و خدمات اکوسیستم هماهنگی و ارتباط وجود دارد؟		
۵	آیا فرایندها، مشوق‌ها یا تالارهایی برای تشویق به کارگیری و توسعه استراتژی بومی کاربری زمین پیش از بستن وجود دارد؟		

جدول پ.۱-۳- چکلیست ملزومات تثبیت شیمیایی و فیزیکی

ردیف	سوال	بلی	خیر
۱	آیا باطله‌های معدنی از لحاظ خصوصیات ژئوشیمیایی و فیزیکی و ملاحظات عمر معدن توصیف شده‌اند؟		
۲	آیا تسهیلات باطله‌های معدنی با معیارهای طراحی پایداری فیزیکی و شیمیایی مطابقت دارند؟		
۳	آیا اقدامات مربوط به بستن برای تمام گستره تحت تاثیر در نظر گرفته شده است؟ و آیا این اقدامات به اندازه کافی مانع اثرات مخرب اسید و عناصر مضر می‌شوند؟		
۴	آیا اثرات ساختارها و کابری‌های نهایی زمین‌ها بر کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی فعلی و آینده و همچنین بر اجزای محیط زیستی یا اجتماعی ارزیابی شده‌اند؟		
۵	در صورت نیاز به تصفیه آب، آیا به طور مداوم تصفیه آب پس از بستن معدن انجام و ارزیابی شده است؟		
۶	در صورت نیاز به تصفیه آب، آیا مدت زمان مورد نیاز تخمین زده شده است؟ آیا رویکردهای مناسب تصفیه تعیین و هزینه‌های مورد نیاز برای آن برآورد شده‌اند؟		
۷	آیا بین مدیریت آب‌ها در طرح بستن معدن با سطح آب‌خیزداری و حفاظت و تقویت برنامه‌ریزی سطح حوضه و خدمات اکوسیستم هماهنگی و ارتباط وجود دارد؟		

جدول پ.۱-۴- چکلیست بررسی تغییرات جوی در طرح بستن

ردیف	سوال	بلی	خیر
۱	آیا تاثیرات احتمالی تغییرات جوی بر برنامه‌ریزی بستن ارزیابی شده‌اند؟		
۲	آیا مدل‌های بین‌المللی تغییرات اقلیمی در ارزیابی طرح‌های بستن سایت مورد مطالعه، استفاده شده‌اند؟		
۳	آیا تنوع آب و هوایی و محدودیت‌های داده‌های فعلی آب و هوا (بالا‌ترین‌ها و پایین‌ترین‌ها) در نظر گرفته شده‌اند؟ آیا توجه شده است که بر اساس سوابق جوی موجود نمی‌توان تنوع و شدت طوفان‌های آتی را پیش‌بینی کرد؟		
۴	آیا تاثیرات تغییرات جوی بر استراتژی‌های بستن که می‌توانند به حفظ شرایط خاص جوی مانند پوشش‌های آب‌های سطحی منجر شوند، در نظر گرفته شده‌اند؟		

جدول پ.۱-۵- چکلیست ملاحظات تامین مالی بستن معدن

ردیف	سوال	بلی	خیر
۱	آیا مطابق با سیاست بستن معدن، بودجه کافی برای اجرای کلیه فعالیت‌های بستن پس از خاتمه عملیات معدنی وجود خواهد داشت؟		
۲	آیا برآورد هزینه تضمین مالی بستن معدن دارای مبنای حسابداری صحیحی است؟		
۳	آیا میزان بودجه، گنجاندن اطلاعات به دست آمده طی عملیات، تغییرات عملیاتی و شناسایی فعالیت‌های کامل شده بستن به طور منظم به روزرسانی می‌شوند؟		
۴	آیا مزایا و ساز و کار استفاده از بازسازی تدریجی برای کاهش مقادیر تضمین مالی در نظر گرفته شده‌اند؟		
۵	آیا ساز و کار برای ارزیابی کفایت تضمین مالی (کیفیت برآورد هزینه بستن) وجود دارد؟ آیا ساز و کار برای انجام حسابرسی توسط شخص ثالث وجود دارد؟		
۶	آیا ساز و کار برای تعیین ملزومات اصلاحی فعلی پس از بستن و تضمین مالی کافی برای این امر وجود دارد؟		
۷	آیا مجوزهای تضمین مالی اطمینان کافی برای صلاحیت کار را فراهم می‌کنند؟ آیا چارچوبی برای اداره مبالغ تضمین مالی وجود دارد؟		
۸	آیا ابزارهای مالی پایدار و موسسات واجد شرایط برای تامین امنیت، حفظ، مدیریت، گزارش‌دهی تضمین مالی و اداره آن وجود دارند؟		
۹	آیا چارچوب مشخصی برای آزادسازی تضمین مالی پس از اتمام فعالیت‌های بستن وجود دارد؟		

جدول پ.۱-۶- چکلیست ملاحظات بستن موقتی و ناگهانی معدن

ردیف	سوال	بلی	خیر
۱	در یک معدن فعال، آیا سیاست بستن تضمین می‌کند که بودجه کافی برای اجرای کلیه فعالیت‌های بستن فوری و برنامه‌ریزی نشده در صورت واگذاری به شخص ثالث وجود دارد؟		
۲	آیا طرح مورد تاییدی برای مراقبت و نگهداری از سایت بسته شده موقتی وجود دارد؟		
۳	آیا ساز و کار برای بازرسی منظم سایت‌های بسته شده موقتی و تعدیل مبلغ وثیقه در صورت تغییر شرایط وجود دارد؟		

جدول پ.۱-۷- چکلیست ملاحظات بازسازی

ردیف	عنوان	موارد	بلی	خیر
۱	ملاحظات تثبیت و اصلاح زمین	الف- آیا اصلاحات و اقدامات لازم برای تثبیت شیب دیواره‌ها مطابق با دستورالعمل بستن و بازسازی انجام و بیان شده است؟ ب- آیا عمق نهایی سطح ایستابی تعیین و بیان شده است؟		
۲	ملاحظات خاک مغذی	الف- در صورتی که به اندازه کافی خاک مغذی در محل در دسترس نیست، آیا ویژگی‌ها و محل تامین خاک مغذی جایگزین تعیین شده است؟ ب- آیا روش به کارگیری و انباشت خاک مغذی بیان شده است؟		
۳	ملاحظات توپوگرافی	الف- آیا شیب نهایی زمین کم‌تر از ۳ به ۱ یا ۳۳ درصد است؟ ب- آیا مطابق با اهداف پایدارسازی، دیواره‌های بلند و شیب دیواره‌ها با پله‌کانی کردن کم شده‌اند؟		
۴	ملاحظات سازه‌ها و ساختارهای سطحی	- آیا شکل سایت پس از ترک معدن توصیف شده است؟		
۵	هزینه	- آیا بودجه بستن و بازسازی معدن (تضمین مالی به ازای هر هکتار از زمین که طی سال‌های بهره‌برداری باز شده است) مشخص و تامین شده است؟		
۶	طرح گیاه‌کاری مجدد	الف- آیا طرح گیاه‌کاری توصیف شده است؟ ب- آیا گیاهان انتخاب‌شده برای کاشت شامل علف‌ها، حبوبات، درختان، درختچه‌ها و سایر موارد توصیف شده‌اند؟ پ- آیا نحوه آماده‌سازی بستر بذر توصیف شده است؟		

ادامه جدول پ.۱-۷- چک‌لیست ملاحظات بازسازی

ردیف	عنوان	موارد	بلی	خیر
		ت- آیا روش کاشت پوشش گیاهی توصیف شده است؟ ث- آیا نرخ هر هکتار از پوشش گیاهی برنامه‌ریزی شده توصیف شده است؟ ج- آیا زمان(ها) یا برنامه زمان‌بندی پیشنهادی برای بذریاشی توصیف شده است؟ چ- آیا جزییات تثبیت و پایداری شیب توصیف شده است؟		
۷	استانداردهای گیاه‌کاری مجدد	- آیا استاندارد کمی گیاه‌کاری مجدد (درصد پوشش گیاهی، بهره‌وری و تراکم و تنوع گیاهی) که می‌تواند به موفقیت طرح بازسازی منجر شود، توصیف شده است؟		
۸	کنترل فرسایش	- آیا روش‌های کنترل فرسایش توصیف شده‌اند؟		
۹	بازسازی موقت	- آیا نواحی با بازسازی موقت توصیف شده‌اند؟		
۱۰	ملاحظات ایمنی	- آیا ملاحظات اتخاذ شده برای برقراری ایمنی عمومی توصیف شده‌اند؟		

جدول پ.۱-۸- چک‌لیست ملاحظات کاربری‌های نهایی یا بازسازی

ردیف	عنوان	موارد	بلی	خیر
		- آیا کاربری نهایی زمین‌های تحت تاثیر فعالیت‌های معدنی (کشاورزی، جنگل‌کاری، ایجاد مرتع و دشت‌های بومی) تعیین و توصیف شده است؟		
		- آیا برنامه بازرسی و تعمیر و نگهداری برای پایش محدوده بازسازی شده توصیف شده‌اند؟		
		- آیا کاربری پس‌امعدن‌کاری زمین‌ها مطابق با قوانین موجود توصیف شده است؟		

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هفتصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال های اخیر در سایت اینترنتی **nezamfanni.ir** قابل دستیابی می باشد.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Instruction for Closure and Reclamation of Mines

No. 844

**Deputy of Technical, Infrastructure
and Production Affairs**
**Department of Technical & Executive
Affairs**
nezamfanni.ir

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.mimt.gov.ir>

2026

این ضابطه

علاوه بر بررسی مبانی کلی بستن و بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیتهای معدنی، ملاحظات بستن اجزای استخراج سطحی و زیرزمینی نیز با جزییات هر بخش در قالب نکات اجرایی بیان شده است. در ادامه، ملاحظات اجرایی بازسازی گستره تحت تاثیر فعالیتهای معدنی و رویکردهای کاربری نهایی (بازسازی) بررسی و ارایه شده و ملاحظات مهم در طرحهای بستن و بازسازی به همراه چکلیستهای مورد نیاز بیان شده است.