جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل بازرسی و تعمیر سیستم‌های نگهداری در حفریات معدنی

ضابطه شماره ۷۲۶

سازمان برنامه و بودجه کشور
معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی
امور نظام فنی و اجرایی

nezamfanni.ir

وزارت صنعت، معدن و تجارت
معاونت امور معادن و صنایع معدنی
دفتر نظارت و بهره‌برداری

www.mimt.gov.ir

۱۳۹۶

omoorepeyman.ir

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رییس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره:	۹۶/۱۶۳۹۳۵۵
	تاریخ:	۱۳۹۶/۱۰/۲۶

موضوع: دستورالعمل بازرسی و تعمیر سیستم‌های نگهداری در حفریات معدنی

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست ضابطه شماره ۷۲۶ امور نظام فنی و اجرایی، با عنوان « **دستورالعمل بازرسی و تعمیر سیستم‌های نگهداری در حفریات معدنی** » از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۳۹۷/۰۴/۰۱ الزامی است.

امور نظام فنی و اجرایی این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.

محمد باقر نوبخت

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

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

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- ***شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.***

۲- ***ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.***

۳- ***در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.***

۴- ***نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.***

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، سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

Email:nezamfanni@mporg.ir **web: nezamfanni.ir**

omoorepeyman.ir

باسمه تعالی

پیشگفتار

نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره۴۲۳۳۹/ ت ۳۳۴۹۷ ه مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات وزیران) به کارگیری معیارهـا، اسـتانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرح‌ها را مورد تاکیـد جدی قرار داده است و این امور به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجـه و نظـام فنـی اجرایـی کشـور وظیفـه تهیـه و تـدوین ضـوابط و معیارهای فنی طرح‌های توسعه‌ای کشور را به عهده دارد.

کارآیی سیستم نگهداری در حفریات معدنی با تغییر شرایط ژئوتکنیکی و استخراجی تغییر می‌کند. این تغییرات در دراز مدت ممکن است باعث ناپایداری زمین شده و منجر به مسایل قابل توجهی در ارتباط با ایمنی و اقتصاد پروژه شود. برای تامین عمر مفید سازه‌ها در زمان پیش‌بینی شده از لحاظ دوام و ایستایی، نیاز به نگهداری و بهسازی آن‌ها است. هر سازه‌ای پس از مدتی به دلیل خطاهای ناشی از طراحی و اجرا، کیفیت مصالح، بهره‌برداری و نگهداری، نارسایی‌ها و یا خرابی‌هایی در آن بروز می‌کند و در نتیجه قابلیت بهره‌برداری و دوام آن به تدریج کاهش می‌یابد. از این‌رو برای هر سازه، در ابتدای طراحی و محاسبه یک حاشیه ایمنی در نظر گرفته می‌شود که کیفیت اجرا در آن نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. در صورت اجرای صحیح و انتخاب مصالح مناسب، حاشیه ایمنی طرح به آسانی حفظ می‌شود. در غیر این صورت ممکن است حاشیه ایمنی طرح از همان ابتدا از مقدار مطلوب کمتر باشد و در طول زمان کاهش یابد و یا حتی به صفر برسد. به همین دلیل ترمیم، تعمیر و تقویت سازه‌ها ضرورت دارد و در نتیجه از کاهش حاشیه ایمنی جلوگیری می‌شود و عمر مفید افزایش می‌یابد.

در میان سازه‌ها، حفریات معدنی سازه‌های فعالی هستند که در طول عمر خود برای خدمات‌رسانی در امر تولید مواد معدنی استفاده می-شوند. بسیاری از این سازه‌ها در دهه‌های گذشته ساخته شده و به عمر مورد انتظار طراحی خود نزدیک شده‌اند. در حفریات معدنی، بر اساس اهمیت و چگونگی نگهداری، بعد از گذشت چند سال از بهره‌برداری به تعمیر در ساختار آن‌ها نیاز است، چون با گذشت زمان مقاومت توده سنگ‌های اطراف حفریات کاهش و شکست در ساختار آن‌ها افزایش می‌یابد. افزایش بارگذاری از توده سنگ باعث افزایش تغییر شکل‌ها و تنش در پوشش تونل می‌شود. برای ارزیابی رفتار حفریات معدنی و کنترل پایداری آن‌ها در بلند مدت، باید برنامه منظمی برای بازرسی از سیستم‌های نگهداری و سازه تونل‌ها تدوین شود. در مرحله بازرسی، مشکلات و خرابی‌های موجود شناخته شده و پس از ارزیابی آن‌ها، در صورت نیاز با انجام تعمیرات نواقص رفع می‌شود. این ضابطه با عنوان "**دستورالعمل بازرسی و تعمیر سیستم‌های نگهداری در حفریات معدنی**" با هدف ارایه دستورالعمل‌های بازرسی و تعمیر حفریات معدنی و در چارچوب برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن تهیه شده است.

با همه‌ی تلاش های انجام شده قطعا هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که امید است، کاربرد عملی و در سـطح وسـیع ایـن ضـابطه توسط مهندسان موجبات شناسایی و برطرف نمودن آن‌ها را فراهم آورد. در پایان، از تلاش‌ها و جدیت جناب آقـای مهنـدس غلامحسـین حمزه مصطفوی و کارشناسان امور نظام فنی و اجرایی همچنین جناب آقای دکتر جعفـر سـرقینی مجـری محتـرم طـرح تهیـه ضـوابط و معیارهای فنی بخش معدن کشور، کارشناسان دفتر نظارت و بهره‌برداری معادن و متخصصان همکار در امـر تهیـه و نهـایی نمـودن ایـن ضابطه، تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است شاهد توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

حمیدرضا عدل

معاون فنی، امور زیربنایی و تولیدی

دی ماه ۱۳۹۶

omoorepeyman.ir

مجری طرح

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

اعضای شورای عالی به ترتیب حروف الفبا

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

اعضای کارگروه استخراج به ترتیب حروف الفبا

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

اعضای کارگروه تنظیم و تدوین به ترتیب حروف الفبا

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

اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه

خانم فرزانه آقارمضانعلی	رئیس گروه امور نظام فنی و اجرایی
آقای علیرضا غیاثوند	رئیس گروه ضوابط و معیارهای معاونت امور معادن و صنایع معدنی
آقای اسحق صفرزاده	کارشناس معدن امور نظام فنی و اجرایی

پیش‌نویس این گزارش توسط **آقایان مهندس سید محمد دلبری و دکتر بیژن منتصر کوهساری** تهیه شده و پس از بررسی و تایید توسط کارگروه استخراج، به تصویب شورای عالی برنامه رسیده است.

omoorepeyman.ir

عنوان	فهرست	صفحه

فصل اول- تعاریف و مفاهیم **۱**

۱-۱- تعاریف و مفاهیم ۳

فصل دوم- معرفی انواع فضاهای زیرزمینی و سیستم‌های نگهداری در معادن **۷**

۲-۱- آشنایی ۹

۲-۲- تقسیم‌بندی حفریات معدنی بر اساس طول عمر (مدت کاربری) ۹

۲-۲-۱- حفریات زیرزمینی موقت ۹

۲-۲-۲- حفریات زیرزمینی دایم ۹

۲-۳- انواع سیستم‌های نگهداری در معادن ۹

۲-۳-۱- سیستم نگهداری بتنی ۹

۲-۳-۲- سیستم نگهداری قطعات پیش‌ساخته بتنی ۱۰

۲-۳-۳- سیستم نگهداری فولادی ۱۰

۲-۳-۴- سیستم نگهداری پیچ‌سنگ ۱۰

۲-۳-۵- سیستم نگهداری بتن‌پاشی (شاتکریت) ۱۰

۲-۳-۶- سیستم نگهداری چوبی ۱۱

فصل سوم- آزمایش‌های سیستم‌های نگهداری در حفریات معدنی **۱۳**

۳-۱- آشنایی ۱۵

۳-۲- آزمایش‌های سازه‌های بتنی ۱۵

۳-۳- آزمایش‌های قاب‌های فولادی ۱۵

۳-۴- آزمایش‌های سازه‌های چوبی ۱۵

۳-۵- آزمایش‌های شاتکریت ۱۶

۳-۶- آزمایش‌های پیچ‌سنگ ۱۶

فصل چهارم- بازرسی سیستم‌های نگهداری حفریات زیرزمینی در معادن **۱۷**

۴-۱- آشنایی ۱۹

۴-۲- اصول بازرسی ۱۹

۴-۲-۱- برداشت اطلاعات ۱۹

۴-۲-۲- ثبت و مستندسازی اطلاعات ۱۹

۴-۲-۳- شرایط لازم برای بازرسان ۲۰

۴-۲-۴- وظایف و مسوولیت‌ها ۲۰

۴-۲-۵- لوازم و ابزار مورد نیاز ۲۱

۴-۲-۶- کنترل نقشه‌برداری و استانداردسازی ۲۲

۴-۲-۷- فرم‌های بازرسی ۲۴

۴-۳- سیستم‌های بازرسی ۲۷

۴-۴- زمان‌بندی بازرسی ۲۷

۴-۵- روش‌های مختلف بازرسی ۲۹

۴-۵-۱- بازرسی چشمی (مشاهده‌ای) ۲۹

۴-۵-۲- بازرسی چکش‌زنی ۳۰

omoorepeyman.ir

۴-۵-۳- بازرسی با روش‌های مخرب ۳۰
۴-۵-۴- بازرسی با روش‌های غیرمخرب ۳۰
۴-۶- روش بازرسی انواع سیستم‌های نگهداری ۳۱
۴-۶-۱- بازرسی سازه‌های بتنی ۳۱
۴-۶-۲- بازرسی سازه‌های فولادی ۳۴
۴-۶-۳- بازرسی سازه‌های چوبی ۳۵
۴-۶-۴- بازرسی شاتکریت ۳۶
۴-۶-۵- بازرسی پیچ‌سنگ ۳۷
۴-۷- ارزیابی سیستم نگهداری پس از بازرسی ۳۷
فصل پنجم- تعمیر سیستم‌های نگهداری حفریات زیرزمینی در معادن **۳۹**
۵-۱- آشنایی ۴۱
۵-۲- تعمیرات مربوط به نشت آب ۴۱
۵-۳- تعمیر سیستم‌های نگهداری بتنی ۴۲
۵-۳-۱- تعمیر ترک‌خوردگی ۴۲
۵-۳-۲- تعمیر پوسته‌شدگی ۴۳
۵-۳-۳- تعمیر بتن پیش‌ساخته ۴۴
۵-۴- تعمیرات سیستم نگهداری فولادی ۴۴
۵-۴-۱- نکات ضروری در تعمیر سیستم‌های نگهداری فولادی ۴۴
۵-۴-۲- تعمیر خرابی‌ها ۴۴
۵-۴-۳- نصب و تعمیر قاب‌های کشویی ۴۵
۵-۴-۴- تعمیر خرابی‌های ناشی از خوردگی در اثر آب ۴۶
۵-۵- تعمیرات سیستم‌های نگهداری چوبی ۴۶
۵-۵-۱- نکات ضروری در تعمیر سیستم‌های نگهداری چوبی ۴۷
۵-۵-۲- تعمیر خرابی‌ها ۴۷
۵-۵-۳- نکات اجرایی در زمان تعمیرات ۴۷
۵-۶- تعمیرات سیستم‌های نگهداری شاتکریت ۴۸
۵-۶-۱- تعمیرات جزیی ۴۸
۵-۶-۲- تعمیرات متوسط ۴۸
۵-۶-۳- تعمیرات کلی ۴۹
۵-۷- تعمیرات سیستم‌های نگهداری پیچ‌سنگ ۴۹
۵-۷-۱- تعمیرات جزیی ۴۹
۵-۷-۲- تعمیرات متوسط ۴۹
۵-۷-۳- تعمیرات کلی ۵۰
۵-۸- نکات ایمنی در زمان تعمیرات ۵۰
۵-۸-۱- شرایط و شرح وظایف چوب‌بست‌کار ۵۰
۵-۸-۲- مقررات ایمنی تعمیر چوب‌بست ۵۱

omoorepeyman.ir

فصل ۱

تعاریف و مفاهیم

omoorepeyman.ir

۱-۱- تعاریف و مفاهیم

عمر مفید[۱]: عمر مفید سازه، مدت زمانی است که در طول آن، سازه ایمنی کافی و سرویس‌دهی مورد نیاز را تامین می‌کند.

نگاهداری[۲]: نگاهداری سازه به معنای کنترل رفتار سازه‌ای و تغییراتی است که در ساختار زمین به دلیل به هم خوردن ماهیت آن در اثر احداث حفریه به مرور زمان ایجاد می‌شود و این امر بر روی رفتار سازه نگهدارنده حفریه در طول اجرا و بهره‌برداری تاثیر جدی دارد.

نگهداری[۳]: فرآیندی که طی آن، با نصب سیستم‌هایی مانند قاب‌های چوبی یا فلزی، دیوارسازی و نظایر آن از حرکت سنگ‌های اطراف حفریات جلوگیری می‌شود و در عین حال، وزن قطعات سست که امکان سقوط دارند، به وسیله این سیستم تحمل می‌شود.

خرابی[۴]: یا عیب هر گونه نقص در سیستم نگهداری که باعث کاهش ظرفیت تحمل بار و احتمال ایجاد ناپایداری، به دلیل زوال سیستم نگهداری، شود.

بازرسی[۵]: بازرسی عبارت است از مجموعه عملیات برنامه‌ریزی، تهیه تجهیزات، بازدید، ارزیابی و آزمایش که منجر به شناسایی عیب‌ها و نقص‌های حفریه و وضعیت پایداری می‌شود.

فرم بازرسی[۶]: برای جمع‌آوری و ثبت مناسب اطلاعات به دست آمده از بازرسی، ایجاد فرم‌هایی که به سادگی در یک پایگاه اطلاعاتی وارد شوند، الزامی است.

تعمیر جزیی[۷]: رفع نقص‌های جزیی کوچک و محدود، مانند مسدود کردن ترک‌ها یا جایگزین کردن خرابی‌های سطحی اعضای بتنی، تعمیر جزیی نامیده می‌شود.

تعمیر[۸]: عملیاتی که روی قسمت‌های آسیب دیده یک سازه در محدوده نسبتا کم انجام می‌شود، به تعمیر موسوم است. برای انجام تعمیرات نیاز به طراحی خاصی نیست، هر چند نقشه جزییات اجرایی را باید تهیه کرد. برای مثال جایگزین کردن قسمت آسیب دیده یک تیر بتن مسلح با بتن مناسب، تعمیر محسوب می‌شود.

مقاوم‌سازی[۹]: مقاوم‌سازی به مجموعه عملیاتی گفته می‌شود که روی یک قسمت یا تمام سازه انجام می‌شود تا سازه، بارها و سربارهایی در حد یا بیشتر از مقادیر طراحی شده را تحمل کند. مقاوم‌سازی به دلایل زیر انجام می‌شود:

- سازه به طور صحیح محاسبه و اجرا شده باشد ولی به دلایلی شرایط بهره‌برداری تغییر کند و بار بیشتری به سازه وارد شود.
- به دلیل اشتباه در طراحی، برخی از مقاطع سازه ضعیف‌اند و باید تقویت شوند.
- گذشت زمان و تخریب و فرسایش توده‌سنگ و خوردگی سیستم نگهداری

1- Service life
2- Maintenance
3- Support
4- Defect
5- Inspection
6- Inspection form
7- Minor repair
8- Repair
9- Strengthening

omoorepeyman.ir

– به دلیل آسیب‌دیدگی شدید سازه (یا عضوی از سازه) حتی با انجام تعمیر، سازه به حالت اولیه باز نمی‌گردد و نیاز به تقویت دارد.

بازسازی[1]: به مجموعه عملیاتی که برای رفع آسیب‌دیدگی وسیع و شدید یک سازه اعمال می‌شود، بازسازی گفته می‌شود. به عبارت دیگر منظور از انجام بازسازی، رفع آسیب‌دیدگی (و منشا آن) و نارسایی‌های سازه است. بازسازی باعث می‌شود که سازه مجددا پایدار شود و ایمنی کافی و دوام مورد نیاز را به دست آورد. بازسازی شامل تمام یا قسمتی از عملیات زیر است:

الف– تعمیر قسمت‌های آسیب دیده

ب– ترمیم ترک‌ها

پ– تقویت اعضای به شدت آسیب دیده

ت– جایگزینی اعضای به شدت آسیب دیده

تعویض[2]: در صورتی که درصد خرابی‌ها بسیار وسیع باشد و سازه بعد از تعمیر پایدار نباشد، باید به تخریب و ساخت مجدد قسمت‌های آسیب دیده پرداخت.

بهسازی[3]: عملیات ترمیم، تقویت و بازسازی، بهسازی نامیده می‌شود. بهسازی مجموعه اقداماتی است که برای جلوگیری از بروز آسیب‌دیدگی و یا بازگرداندن سازه به وضعیت اولیه انجام می‌گیرد.

نوسازی[4]: در صورت گستردگی بیش از حد آسیب، دیگر بهسازی کارساز نیست و باید سازه را نوسازی کرد. نوسازی عبارت از تخریب یک سازه و ساختن سازه دیگری به جای آن با شکل و مشخصات دیگر است.

بازرس: شخصی حقیقی یا حقوقی است که از سوی وزارت صنعت، معدن و تجارت برای بازدید و کسب اطلاعات معینی از یک یا چند فعالیت معدنی تعیین می‌شود.

تونل[5]: یک راهرو زیرزمینی افقی یا تقریبا افقی که از سطح زمین برای دسترسی به ماده معدنی (یا آبکشی) حفر شود و از دامنه دیگر کوه یا تپه بیرون آید.

تونل دنباله‌رو[6]: تونل افقی که از داخل لایه یا رگه و موازی با امتداد آن یا موازی با بزرگترین بعد توده‌سنگ حفر می‌شود.

تونل مورب[7]: تونل یا چاهی که افقی یا قائم نیست و از سطح زمین به طرف عمق و به حالت شیبدار حفر می‌شود و معمولا شیب آن کم تا متوسط است.

تونل بازکننده[8]: یک راهرو زیرزمینی افقی یا تقریبا افقی که از سطح زمین برای دسترسی به ماده معدنی (یا آبکشی) حفر می‌شود.

1- Rehabilitation
2- Retrofit
3- Improvement
4- Renewal
5- Tunnel
6- Drift
7- Incline
8- Tunnel

omoorepeyman.ir

تونل پیشرو[1]: تونل دنباله‌رو زیر طبقه در معادن زغال‌سنگی که با روش جبهه‌کار بلند پیشرو استخراج می‌شوند. این تونل هم‌زمان با پیشروی جبهه‌کار استخراجی و در حدود ۹ تا ۱۸ متر جلوتر از آن پیشروی می‌کند.

چاه[2]: یک حفریه زیرزمینی که از سطح زمین به طرف پایین حفاری می‌شود. از چاه برای بالا آوردن کانسنگ استخراج شده و سنگ حاصل حفاری‌ها، بالا و پایین بردن نفرات و نظایر آن‌ها استفاده می‌شود. معمولا منظور از کلمه چاه به تنهایی، چاه قائم است. چاه مایل چاهی است که شیب داشته باشد.

گالری[3]: هر نوع راهرو زیرزمینی افقی یا تقریبا افقی

دویل[4]: راهرویی با سطح مقطع کوچک که به حالت مایل یا قائم از یک تونل یا از یک کارگاه استخراج به سمت بالا حفر می‌شود و هدف از آن ارتباط بین دو طبقه برای رفت و آمد افراد (نفررو)، ارتباط بین کارگاه استخراج و تونل باربری و نظایر آن است.

رمپ[5]: تونل شیبداری که در معادن زیرزمینی با شیب کم و برای عبور وسایل نقلیه چرخدار حفر می‌شود.

میان‌بر[6]: راهرو کوچک و کم عرضی که بین کارگاه‌های استخراج یا اتاق‌ها برای تهویه حفر می‌شود یا خود به خود به وجود می‌آید.

اتاق[7]: فضای زیرزمینی که عرض، طول و ارتفاع آن خیلی با هم تفاوت ندارند و از این نظر، با راهرو و یا تونل که طول آن‌ها زیاد است، متفاوت‌اند.

راهرو[8]: هر نوع حفریه زیرزمینی که طول آن در مقایسه با عرض و ارتفاعش زیاد باشد. انواع تونل، گالری، میان‌بر و نظایر آن را می‌توان راهرو نامید.

ریزشگاه[9]: دویل کوتاه کانه‌ریز یا زغال‌ریز، بین کارگاه استخراج و راهروی باربری

1- Advanced gate
2- Shaft
3- Gallery
4- Raise
5- Ramp
6- Cross cut
7- Room
8- Road way
9- Chute

omoorepeyman.ir

فصل ۲

معرفی انواع فضاهای زیرزمینی و سیستم‌های نگهداری در معادن

omoorepeyman.ir

۲-۱- آشنایی

در معادن به دلیل شکل و موقعیت ذخایر معدنی، حفریاتی با هندسه‌های متفاوت و کاربری‌های مختلف احداث می‌شود. شکل سطح مقطع بر پایه نیازهای معدن و شرایط پایداری انتخاب می‌شود. شکل و نوع حفریات معدنی تاثیر زیادی بر برنامه‌ریزی برای انجام بازرسی و تعمیر آن‌ها دارد.

۲-۲- تقسیم‌بندی حفریات معدنی بر اساس طول عمر (مدت کاربری)

حفریات معدنی بر اساس طول عمر (مدت کاربری) به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

۲-۲-۱- حفریات زیرزمینی موقت

حفریات موقت حفریاتی هستند که برای استخراج از معدن و در مدت زمان خاص طراحی و اجرا می‌شوند و طول عمر مشخصی برای آن‌ها تعریف می‌شود. بر حسب کاربری، هر نوع حفریه ممکن است هم به صورت دایم و هم به صورت موقت مورد استفاده قرار گیرد. از سویی دیگر برخی حفریات بیشتر به صورت موقت در نظر گرفته می‌شوند. دویل‌های قائم و مایل، ریزشگاه، تونل‌های دنباله-رو و موازی لایه از این جمله‌اند.

۲-۲-۲- حفریات زیرزمینی دایم

حفریات دایم، حفریاتی هستند که برای استخراج و خدمات در کل مدت استخراج زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گیرند و شامل تونل‌های اصلی، تونل‌های امتدادی، دنباله‌رو، میانبرها، رمپ‌ها و چاه‌ها هستند.

۲-۳- انواع سیستم‌های نگهداری در معادن

در ادامه به طور مختصر انواع سیستم‌های نگهداری مورد استفاده در معادن معرفی می‌شوند.

۲-۳-۱- سیستم نگهداری بتنی

با توجه به خواص و کارآیی بتن، در حفریات زیرزمینی که پایداری بلند مدت و ایمنی مورد نیاز باشد، از سیستم‌های نگهداری بتنی استفاده می‌شود. کاربرد بتن برای نگهداری تونل‌های معدنی نیز رو به گسترش است. انواع روش‌های بتن‌پاشی و بتن‌ریزی در بخش‌های مختلف معادن از جمله نگهداری چاه‌ها، نگهداری گالری‌هایی با مقطع بزرگ مانند پذیرش‌گاه‌ها، ایستگاه‌های تلمبه‌خانه، ایستگاه‌های تخلیه مواد، ایجاد پوشش برای جلوگیری از پوسته شدن سنگ‌ها در اثر هوازدگی، احداث حوضچه‌های جمع‌آوری آب، سدهای آب و بالاخره سقف مصنوعی برای استخراج در روش‌های چند برشه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

omoorepeyman.ir

۲-۳-۲- سیستم نگهداری قطعات پیش‌ساخته بتنی

امروزه قطعات پیش‌ساخته بتنی به فراوانی در نگهداری حفریات زیرزمینی، به ویژه در جاهایی که سرعت حفاری زیاد است، به کار می‌رود. این سیستم نگهداری هم‌زمان با حفاری نصب می‌شود و پایداری اولیه و نهایی حفریه را تامین می‌کند. ابعاد تجاری این قطعات پیش‌ساخته برای حلقه‌های با قطر داخلی متغیر (به ویژه برای پوشش چاه) تولید می‌شود. قطعات پیش‌ساخته بتنی به صورت قطعات پیش‌ساخته غیرمسلح و یا مسلح تهیه می‌شود. تجربیات حاصل از ساخت قطعات پیش‌ساخته هم به تکنولوژی بتن و هم راندمان هزینه مربوط می‌شود. بتن‌های مسلح با الیاف فولادی روز به روز رایج‌تر می‌شود. اما ساخت قطعات پیش‌ساخته با میلگردها و الیاف در حال حاضر توسعه یافته است.

۲-۳-۳- سیستم‌های نگهداری فولادی

قاب‌های فولادی به روش‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند. متداول‌ترین تقسیم‌بندی مشتمل بر قاب‌های صلب، مفصل‌دار و کشویی یا انعطاف‌پذیر است. قاب‌های صلب، شکل و مقطع معینی دارند و تغییر شکل قابل توجهی نمی‌دهند. انواع مفصل‌دار تا حدودی تغییر شکل می‌دهند و انواع انعطاف‌پذیر، در اثر اعمال بار تغییر شکل بیشتری را نشان می‌دهند. در حفریات زیرزمینی و بر حسب شرایط و امکانات، از نیمرخ‌های مختلف فولادی استفاده می‌شود. هر کدام از این نیمرخ‌ها خواص مکانیکی و مقاومتی متفاوتی دارند که در طراحی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سیستم‌های نگهداری، معمولا از نیمرخ‌های سبک تا متوسط استفاده می‌شود.

۲-۳-٤- سیستم نگهداری پیچ‌سنگ

استفاده از پیچ‌سنگ از موثرترین شیوه‌ها برای تامین پایداری موقت حفریات زیرزمینی در توده‌سنگ‌های درزه‌دار است. نقش پیچ‌سنگ، اتصال توده‌سنگ‌های ناپیوسته به هم است، مثلا در سنگ‌های رسوبی که صفحات لایه‌بندی دارند و یا گوه‌های ایجاد شده در سنگ‌های درزه‌دار، به وسیله این سیستم نگهداری می‌شوند.

۲-۳-۵- سیستم نگهداری بتن‌پاشی (شاتکریت)

سیستم نگهداری بتن‌پاشی اغلب به عنوان سیستم نگهداری موقت همراه با شبکه فولادی و پیچ‌سنگ به کار می‌رود. شاتکریت همانند بتن رفتار می‌کند اما با توجه به روش‌های ساخت حفریه و کاربرد بتن‌پاشی، نیاز به ترکیب متفاوتی از بتن و مواد با خصوصیات متفاوت در مقایسه با روش‌های رایج بتن‌ریزی درجا است. شاتکریت به دو صورت مخلوط تر و مخلوط خشک اجرا می‌شود. در حالت خشک مصالح شامل ماسه و سیمان به وسیله پمپ به داخل لوله انتقال، هدایت شده و به سر نازل منتقل می‌شوند. آب مورد نیاز در این حالت در حین خروج مصالح از سر نازل به آن اضافه می‌شود که با توجه به سرعت بسیار زیاد خروج مصالح از سر نازل، این عمل در کسری از ثانیه انجام می‌شود. در این حالت ممکن است آب به بعضی از دانه‌های سیمان نرسد و در نتیجه این دانه‌ها هیدراته نشوند. در روش شاتکریت با مخلوط تر، بتن آماده به داخل پمپ ریخته می‌شود و پس از عبور از لوله انتقال به سر نازل می‌رسد و از آنجا به کمک فشار باد کمپرسور به سطح مورد نظر پاشیده می‌شود. در این روش اجرای بتنی با ضخامت ۵۰ سانتی‌متر برای دیوار و ۲۰ سانتی‌متر برای سقف در یک مرحله امکان‌پذیر است.

omoorepeyman.ir

۲-۳-٦- سیستم نگهداری چوبی

چوب از جمله مصالحی است که به دلیل داشتن مقاومت و قابلیت ارتجاعی مناسب و نصب آسان، در نگهداری موقت معادن کوچک فلزی و زغال‌سنگ هنوز هم استفاده می‌شود و اگر به خوبی از آن محافظت و نگهداری شود، دوام و عملکرد مناسبی در برابر نیروهای وارده دارد. چوب‌هایی که در فضاهای زیرزمینی به عنوان نگهدارنده استفاده می‌شوند، در اثر اعمال بار، تحت خمش، تراکم، کمانش و برش قرار می‌گیرند. چوب ماده‌ای ناهمسانگرد در تمامی جهات است و این امر به راحتی در آزمون مقاومت فشاری قابل مشاهده است. قسمت‌های اصلی قاب‌های چوبی مورد استفاده در تونل‌های معدنی شامل دو ستون و یک تیر افقی (کلاهک) است.

omoorepeyman.ir

فصل ۳

آزمایش‌های سیستم‌های نگهداری در حفریات معدنی

omoorepeyman.ir

۳-۱- آشنایی

برای تعیین انواع عیب‌ها و تشخیص آن‌ها، انجام آزمایش‌های مربوط به سیستم‌های نگهداری اهمیت زیادی دارد. با توجه به نوع عملکرد هر یک از تحکیمات در پایدارسازی حفریات، آزمایش‌های مختلف برای تعیین و کنترل ظرفیت تحمل بار آن‌ها وجود دارد. در ادامه لیست آزمایش‌های مورد نیاز و ویژگی‌های خاص برای شناخت خواص مکانیکی و مقاومتی سیستم‌های نگهداری در حفریات معدنی توصیه شده‌اند.

۳-۲- آزمایش‌های سازه‌های بتنی

برای تعیین مشخصات مقاومتی بتن اجرا شده در حفریات معدنی، با تهیه نمونه از بتن و انجام آزمایش‌هایی می‌توان میزان مقاومت آن را تخمین زد. آزمایش‌های زیر برای این منظور توصیه می‌شوند:

- آزمایش تعیین مقاومت فشاری تک محوری
- آزمایش چکش اشمیت
- آزمایش پالس فراصوت[1]

۳-۳- آزمایش‌های قاب‌های فولادی

معایب قاب‌های فولادی شامل هزینه نگهداری بالا، لزوم محافظت در مقابل خردگی، احتمال کمانش و خستگی است. در حین بهره‌برداری آزمایش خاصی برای تعیین پارامترهای مقاومتی وجود ندارد. با این حال می‌توان با بررسی عیب‌های موجود در قاب‌های فولادی، در مورد میزان ظرفیت تحمل بار آن‌ها اطلاعات مفیدی به دست آورد.

۳-٤- آزمایش‌های سازه‌های چوبی

به مرور زمان و با توجه به شرایط محیطی حفریات معدنی، از مقاومت قاب‌های چوبی نصب شده، کاسته می‌شود. برای بررسی بهتر شرایط پایداری حفریات، می‌توان آزمایش‌های زیر را بر روی نمونه‌های تهیه شده از چوب به کار رفته در حفریات انجام داد و پارامترهای مقاومتی مورد نیاز را تعیین کرد:

- مقاومت کششی چوب
- مقاومت فشاری (خردشدگی) چوب
- مقاومت کمانشی چوب
- مقاومت خمشی (مدول گسیختگی) چوب
- مقاومت برشی چوب

omoorepeyman.ir

1- Ultrasonic

۳-۵- آزمایش‌های شاتکریت

برای بررسی وضعیت بتن پاشیده شده در جداره فضاهای زیرزمینی، اولین گام تخمین پارامترهای مقاومتی سیستم نگهداری است. خصوصیات شاتکریت تا حدودی مشابه بتن است و این دو سیستم، در طرح اختلاط و نحوه اجرا متفاوت هستند. آزمایش‌های زیر، برای شناخت وضعیت فیزیکی- مکانیکی شاتکریت توصیه می‌شوند:

- مقاومت فشاری
- مقاومت خمشی و باقی‌مانده
- رده‌بندی جذب انرژی[1]
- مقاومت چسبندگی
- اندازه‌گیری مقدار الیاف[2] در شاتکریت تر

۳-۶- آزمایش‌های پیچ‌سنگ

یکی از آزمایش‌های مرسوم برای ارزیابی وضعیت پیچ‌سنگ، آزمایش بیرون‌کشی[3] است. این آزمایش رفتار پیچ‌سنگ در برابر بارهای وارده از محیط را نشان می‌دهد. در این آزمایش می‌توان میزان استحکام گیرش پیچ‌سنگ و یا داول[4] را تعیین کرد.

1- Energy absorption class (Plate test)
2- Fiber
3- Pullout
4- Dowel

omoorepeyman.ir

فصل ۴

بازرسی سیستم‌های نگهداری حفریات زیرزمینی در معادن

omoorepeyman.ir

٤-١- آشنایی

احتمال ایجاد ناپایداری و توقف عملیات استخراج، اهمیت نگهداری و تعمیر سیستم‌های نگهداری در حفریات معدنی را نشان می‌دهد. این ناپایداری‌ها اغلب ناشی از مدیریت نادرست نگهداری زمین است. در این زمینه، بازرسی حفریات زیرزمینی نقش زیادی در تامین پایداری بلندمدت حفریات دارند. به دلیل اهمیت بالای بازرسی و تخصصی بودن کار، بازرسی حفریات زیرزمینی باید توسط تیم مجرب با تخصص‌های مورد نیاز انجام شود که در آن عوامل زیادی تاثیرگذارند.

٤-٢- اصول بازرسی

برای بازرسی یک حفریه معدنی، مراحل متعددی شامل برداشت اطلاعات، ثبت و مستندسازی، کنترل نقشه‌ها و استانداردها وجود دارد. در ادامه توصیه‌های لازم در مورد این مراحل ارایه می‌شود.

٤-٢-١- برداشت اطلاعات

برداشت اطلاعات، جزو اولین مراحل عملیات بازرسی به شمار می‌رود. با برداشت کامل و صحیح از شرایط موجود، تشخیص عیب‌ها و ارایه راه حل برای رفع آن‌ها میسر می‌شود. استفاده از کدهای استاندارد برای برداشت اطلاعات و انجام کنترل کیفی، بازرسان را در رهیافت مناسب کمک می‌کند. تمام یادداشت‌های تعمیر و بازرسی شامل نوع و ترتیب زمانی اتفاقات، باید در یک کتابچه نگهداری شود. هر عضو از تیم باید در تمام مدت و در همه جا یک کتابچه با خود همراه داشته باشد. یادداشت‌های برداشت شده باید شامل موارد ایمنی، بحث با معدنکار، یا افراد بهره‌بردار و دیگر بخش‌های مرتبط باشد. همچنین در برداشت اطلاعات، باید اولویت زمان ثبت، مشخص باشد. برداشت‌ها، یادداشت‌ها و اطلاعات بازرسی باید در یک جا نگهداری شود. کپی اطلاعات نیز باید برای جلوگیری از مفقود شدن در جای دیگر ذخیره شود.

امروزه از دفترچه‌های الکترونیکی و لپ‌تاپ برای برداشت اطلاعات به صورت رقومی استفاده می‌شود که در این صورت عکس و فیلم‌ها همراه با زمان و مکان تهیه، در اطلاعات گنجانده می‌شود. برای بازرسی موثر از حفریات، سه نوع ثبت و برداشت وجود دارد.

- یادداشت‌های عمومی درکتابچه یادداشت
- ثبت نواقص (عیب‌ها) در فرم‌های اطلاعات
- ثبت نواقص (عیب‌ها) به وسیله عکس و فیلم

٤-٢-٢- ثبت و مستندسازی اطلاعات

داده‌های مورد نیاز در هر پروژه خاص، در فرم‌های اطلاعات ثبت می‌شوند که در هر پروژه باید به صورت ویژه برای آن تهیه شود. فرم‌ها یک روند استاندارد را برای ثبت اطلاعات و بازرسی فراهم می‌آورند.

برای ثبت بهتر نواقص حفریات می‌توان از دوربین دیجیتال استفاده کرد. عکس‌ها باید شرایط عادی و غیرعادی و همچنین شرایط خاص حفریات را نشان دهد. در معادن زغال‌سنگ گازدار، دوربین دیجیتال باید خاصیت ضد جرقه داشته باشد. عکس‌ها باید شماره پروژه، تاریخ، زمان، موقعیت، عکاس و درک عمومی از موارد را نشان دهند و اطلاعات را به صورت یکپارچه و هماهنگ، برای

omoorepeyman.ir

استفاده در آینده، ثبت کنند.

٤-۲-۳- شرایط لازم برای بازرسان

اهمیت بازرسی در حفریات، لزوم انجام عملیات توسط تیم متخصص و با تعداد افراد کافی را ایجاب می‌کند. بازرسی از شبکه‌های زیرزمینی، حداقل باید توسط دو نفر انجام گیرد و تمامی اعضای بازرسی باید حداقل صلاحیت‌های تعیین شده را داشته باشند. صرف نظر از شرایط عمومی و اختصاصی، بهره‌بردار باید برای اطمینان از توانایی تمام افراد گروه بازرسی در انجام وظایف محوله، آموزش‌های لازم را ارایه کند. گروه‌های بازرسی به دو بخش سرپرست گروه و اعضای گروه تقسیم می‌شوند. تک تک افرادی که کار بازرسی حفریات را انجام می‌دهند، باید از قسمت‌های مختلف حفریات و چگونگی عملکرد آن‌ها مطلع باشند. اعضای تیم بازرسی باید علاوه بر شرایط مندرج در سازمان نظام مهندسی معدن، صلاحیت‌های عمومی زیر را داشته باشند:

- توانایی استفاده از تجهیزات بازرسی برای دسترسی به قسمت‌های مختلف سازه حفریات
- قابلیت پیش‌بینی و انتخاب وسایل مختلف مورد نیاز یا تجهیزات مرتبط برای برداشت و شرح کامل عیب‌ها
- مهارت در ترسیم مناسب طرح‌ها و کروکی‌ها و درج مطالب به صورت خوانا
- توانایی در خواندن و تفسیر نقشه‌ها
- توانایی استفاده از کامپیوتر برای جمع‌آوری و ذخیره اطلاعات

شرایط اختصاصی سرپرست و اعضای گروه بازرسی برای قسمت‌های مختلف تشکیل دهنده حفریات عبارتند از:

الف- سرپرست گروه

- داشتن مدرک معتبر تخصصی و سوابق اجرایی مفید
- داشتن تجربه در طراحی حفریات مورد نظر
- داشتن حداقل پنج سال تجربه بازرسی و توانایی تشخیص و ارزیابی معایب خطرساز برای سازه حفریات
- توانایی تعیین میزان عیب‌های سیستم‌های نگهداری

ب- اعضای گروه

داشتن شرایط عمومی بازرسی حفریات

٤-۲-٤- وظایف و مسوولیت‌ها

سرپرست گروه، مسوولیت نظارت بر کار اعضای تیم را دارد. وظایف سرپرست گروه شامل موارد زیر است:

- تعیین نحوه دسترسی به قسمت‌های مختلف حفریات
- تهیه فهرست تجهیزات پیش‌بینی شده
- تعیین سطح بازرسی مورد نیاز برای ارزیابی تمامی عیب‌ها
- نظارت بر تکمیل کلیه فرم‌های بازرسی به صورت کامل و خوانا
- آگاه کردن پرسنل بازرسی از کلیه خطرات احتمالی در حفریات

omoorepeyman.ir

سایر اعضای گروه، مسوولیت کمک به سرپرست تیم را برای انجام بازرسی به عهده دارند. این مسوولیت ممکن است شامل انجام بخش‌هایی از بازرسی، حمل وسایل و فرم‌های بازرسی، عکس‌برداری و تهیه کروکی‌های لازم باشد. بهره‌بردار در صورت لزوم موظف به مسدود کردن حفریات برای انجام عملیات بازرسی و انجام اقدام موثر در هنگام تشخیص وضعیت بحرانی توسط بازرسان است.

٤-۲-۵- لوازم و ابزار مورد نیاز

بازرسی باید با ابزار و تجهیزات تخصصی ویژه‌ای انجام شود تا نتایج قابل استناد باشد. این تجهیزات باید توسط بهره‌بردار تهیه شود و در اختیار گروه بازرسی قرار گیرد. لوازم و ابزارهای مورد استفاده در بازرسی حفریات به شرح زیر است:

- کولیس، برای اندازه‌گیری ضخامت صفحات فولادی
- دوربین عکس‌برداری مناسب با فلاش ضد جرقه، برای گرفتن عکس برای تهیه اسناد بازرسی
- دوربین نقشه‌برداری، برای بررسی تغییر شکل‌های سازه حفریات
- ماژیک یا نشانگرها، برای نشانه‌گذاری در سطوح حفریات
- چکش تقه‌کاری مورد استفاده برای آزمایش بتن
- زیردستی دارای گیره برای یادداشت‌برداری و پر کردن فرم‌های بازدید در هنگام بازرسی همراه با وسایل نوشتاری مناسب
- ابزار اندازه‌گیری ترک، برای اندازه‌گیری عرض ترک‌ها
- فازمتر، ولت‌متر و آمپرمتر
- دفترچه یادداشت و فرم‌های کارگاهی، برای مستندسازی یافته‌ها، یادداشت‌برداری و ترسیم کروکی قسمت‌های مختلف
- چراغ انفرادی، برای استفاده در قسمت‌های تاریک برای کمک به دید در هنگام بازرسی
- نردبان، برای دسترسی به نقاطی که از روی زمین قابل رویت نیستند.
- نورسنج، برای تعیین میزان روشنایی در حفریات
- نمونه‌گیر مناسب، برای آزمایش مواد نامرغوب و سایر موارد
- تجهیزات مخابراتی
- بطری‌های نمونه‌گیری، برای نمونه‌برداری مایعات و گازها
- خراشنده بتن، برای تشخیص میزان گسترش خوردگی و فساد بتن
- پیچ‌گوشتی، برای کنترل انسداد سوراخ زهکش‌ها
- فرچه سیمی، برای تمیز کردن جرم سطوح مورد بازرسی
- ماشین حساب
- مترهای جیبی و خط‌کش‌های تاشو و در موارد مورد نیاز متر نواری چند ده‌متری برای اندازه‌گیری ابعاد خرابی‌ها
- تراز آبی
- شاقول

omoorepeyman.ir

تجهیزات ایمنی که باید برای گروه بازرسی فراهم شوند، شامل موارد زیر است:

- جعبه کمک‌های اولیه
- کلاه ایمنی
- دستکش کار چرمی
- جلیقه ایمنی مناسب
- پوشش محافظ برای چشم‌ها
- زانوبند
- کمربندهای ایمنی
- چکمه‌های کار
- ماسک‌های تنفسی در شرایطی که حفریات آلودگی گازی دارند.
- تجهیزات کنترل گاز
- ماسک گرد و غبار
- بی‌سیم
- طناب و بست

٤-۲-٦- کنترل نقشه‌برداری و استانداردسازی

استفاده از سیستم نقشه‌برداری برای رفتارنگاری حفریات و ثبت اطلاعات، اهمیت ویژه‌ای دارد. بدین منظور ایستگاه‌های نقشه‌برداری در موقعیت‌های مناسب باید مشخص و پین‌های دایمی در دیواره‌ها و سقف حفریات برای رفتارسنجی بلندمدت حفریات نصب شود. در صورت نیاز می‌توان از روش لیزر اسکن استفاده کرد.

اطلاعات بازرسی حفریات، نسبت به ایستگاه‌های نقشه‌برداری موقعیت‌یابی و ثبت می‌شود. در این حالت معایب و نواقص به سرعت مشخص می‌شود و می‌توان در بازرسی‌ها و تعمیرها در آینده از آن‌ها استفاده کرد. تیم بازرسی با در دست داشتن موقعیت نقشه‌برداری شده نواقص، زمان کمتری را در ارزیابی‌های دوره‌ای صرف می‌کند.

در مقطع حفریات مستطیلی موقعیت دیوارها، سقف و کف مبنای مناسبی برای ثبت موقعیت نواقص و عیب‌ها است (شکل ۴-۱). همچنین در حفریات دایروی و یا نزدیک به دایره، مقطع حفریات به قطعات با زاویه ۳۰ درجه نسبت به هم تقسیم می‌شود که مبنای آن بالاترین تراز حفریات است و می‌توان در ثبت اطلاعات از این تقسیم‌بندی استفاده کرد (شکل ۴-۲).

استفاده از حروف اختصاری برای موقعیت نواقص (دیواره، سقف، کف، راست و چپ) و همچنین نوع نواقص (بتن، ترک، فولاد، چوب و نظایر آن) عملیات بازرسی و ارزیابی را تسهیل می‌کند. به عنوان مثال چگونگی ثبت یک عیب در جدول ۴-۱ نشان داده شده است. در این مثال ترکی در بتن بر روی دیواره راست و در موقعیت ۱۰+۲۵۰ در سطحی در حدود ۲۰ سانتی‌متر مربع و عمق ۱۰ سانتی‌متر قرار گرفته که در آن آرماتور نمایان شده (R) و دارای افت مقطعی کمتر از ۲۰ درصد است و سطح آب براقی (GS) دارد. نمادهای استاندارد برای بازرسی در جدول ۴-۲ معرفی شده‌اند.

omoorepeyman.ir

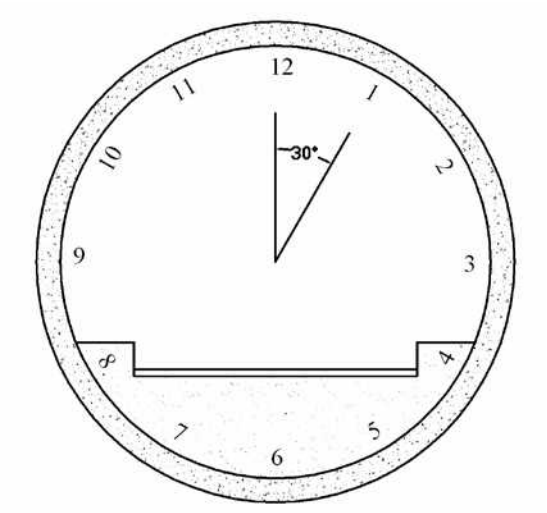
سطح خارجی سقف

دیوار

کف

کف راست و چپ: LR&RR ـــــ دیوار راست و چپ: LW&RW ـــــ سقف راست و چپ: LC&RC

شکل ٤-١- نام‌گذاری سطوح و حدود حفریات با مقطع مستطیلی



شکل ٤-٢- نام‌گذاری سطوح و حدود حفریات با مقطع دایروی

جدول ٤-١- مثالی از چگونگی ثبت یک عیب

ایستگاه	موقعیت	نوع	سطح (عمق)	افت مقطع آرماتور	سطح براق آب
250+10	RW	S–2	20 cm^2 (10 cm)	R–2, 20%	GS

omoorepeyman.ir

٤-۲-۷- فرم‌های بازرسی

برای سازه حفریات، ثبت تمامی عیب‌ها باید همراه با کروکی نشان دهنده محل و ابعاد خرابی (طول، عرض و در صورت امکان عمق آن) و تشریح خرابی باشد. از تمامی خرابی‌های شدید، باید عکسبرداری شود. برای خرابی‌های جزیی و متوسط یک نمونه عکس کافی است ولی جزییات خرابی باید درج شود. کروکی خرابی‌ها باید بر روی فرم‌های بازرسی، رسم شود. همچنین یک سری فرم‌های خالی اضافی باید برای استفاده پیش‌بینی شود. برای راحتی ثبت معایب، از اعداد یا حروف اختصاری نشان دهنده خرابی استفاده می‌شود. در فرم‌های بازرسی، شدت عیب‌ها با اعداد یک (جزیی)، ۲ (متوسط) و ۳ (شدید) در کنار هر خرابی نشان داده می‌شود. می‌توان از فرم‌های چاپی آماده استفاده کرد و سپس آن‌ها را به صورت دستی و یا به صورت اسکن شده وارد پایگاه اطلاعاتی کرد و یا اینکه از رایانه‌های قابل حمل که برای تطابق با پایگاه اطلاعاتی اصلی از قبل برنامه‌ریزی شده است، استفاده کرد. در روش دوم این امکان فراهم می‌شود که برای استفاده‌های آتی، یافته‌های بازرسی مستقیما در پایگاه اطلاعات ذخیره شوند.

علاوه بر تهیه فرم‌های بازرسی، می‌توان حوادث در معادن را نیز ثبت کرد. روش مرسوم که در معادن بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد، تهیه نقشه محل‌یابی عیب‌ها است. برای این کار، یک نقشه ساده از محل معدن بر روی صفحه‌ای نصب می‌شود و سوزن‌های رنگی، محل وقوع حوادث جزیی، جدی و مرگبار را در معادن نشان می‌دهد (شکل ۴-۳). این نقشه محل‌های مشکل‌زا و خطرناک در معدن را نشان می‌دهد. بنابراین مدیریت معدن تحت فشار قرار می‌گیرد تا آهنگ حوادث را، با بالا بردن سطح ایمنی در مناطق پرمشکل، کاهش دهد. این روش برای بازرس نیز مفید است زیرا وی می‌تواند پس از مشاهده نقشه حوادث، بررسی‌های خود را در مناطقی که خطرناک‌ترند، متمرکز کند. بدون چنین نقشه‌ای، کوشش قابل ملاحظه‌ای لازم است تا بازرس بتواند مناطق خطرناک را تشخیص دهد.

شکل ٤-۳- نقشه حوادث در معادن

omoorepeyman.ir

جدول ٤-۲- نمادهای استاندارد برای بازرسی

نماد	تعریف
پوسته‌پوسته شدن بتن	
S-1	پوسته‌پوسته شدن بتن کمتر از ۵ سانتی‌متر
S-2	پوسته‌پوسته شدن بتن تا میلگرد
S-3	پوسته‌پوسته شدن بتن تا بعد از میلگرد
S-4	پوسته‌پوسته شدن خاص بتن
لایه‌لایه شدن بتن	
D	لایه‌لایه شدن
رطوبت	
M	مرطوب
PM	رطوبت قبلی
GS	سطح براق
FD	جریانی خشک
ترک‌ها	
C-1	کمتر از ۳ میلی‌متر
C-2	۳ تا ۶ میلی‌متر
C-3	۶ تا ۱۲ میلی‌متر
C-4	بزرگتر از ۱۲ میلی‌متر
درزه‌ها در حفریات	
J-1	درزه کمتر از ۳ میلی‌متر
J-2	درزه بین ۳ تا ۶ میلی‌متر
J-3	درزه بزرگتر از ۱۲ میلی‌متر
J-4	درزه ویژه که مشخصات بیشتری باید ذکر شود.
میلگرد فولادی	
R-1	زنگ زدگی سطحی
R-2	درصد افت سطح مقطع
R-3	تغییر شکل نامتقارن- (خارج از صفحه) افقی H و قائم V
R-4	شکسته شده
R-5	خم شده
R-6	سایر موارد- نیاز به توضیح بیشتر
قاب فولادی	
F-1	زنگ‌زدگی سطحی
F-2	درصد افت سطح مقطع
F-3	تغییر شکل نامتقارن- (خارج از صفحه) افقی H و قائم V
F-4	شکسته شده
F-5	خم شده
F-6	سایر موارد- نیاز به توضیح بیشتر

نماد	تعریف
قطعات فولادی پیش‌ساخته	
P-1	زنگ‌زدگی سطحی
P-2	درصد افت مقطع
P-3	تغییر شکل نامتقارن- (خارج از صفحه) افقی H و قائم V
P-4	شکسته شده
P-5	خم شده
P-6	سایر موارد- نیاز به توضیح و شکل بیشتر
قطعات فولادی	
FL-1	زنگ‌زدگی سطحی
FL-2	درصد افت مقطع
FL-3	تغییر شکل نامتقارن- (خارج از صفحه) افقی H و قائم V
FL-4	شکسته شده
FL-5	خم شده
FL-6	سایر موارد- نیاز به توضیح بیشتر
قطعات بتن پیش ساخته	
SC-1	پوسته‌پوسته شدن کمتر از ۵ میلی‌متر بتن
SC -2	پوسته‌پوسته شدن بتن تا حد میلگرد
SC-3	پوسته‌پوسته شدن خاص بتن
SC-4	سایر موارد- نیاز به توضیح بیشتر
SC-5	لایه‌لایه شدن
اتصالات میل‌مهاری	
B-1	زنگ‌زدگی سطحی
B-2	درصد افت مقطع
B-3	تغییر شکل نامتقارن- (خارج از صفحه) افقی H و قائم V
B-4	شکسته شده
B-5	خم شده
B-6	سایر موارد- نیاز به توضیح و شکل بیشتر
B-7	نصب نشده
پیچ‌سنگ	
RB-1	زنگ‌زدگی سطحی
RB-2	درصد افت سطح مقطع
RB-3	تغییر شکل نامتقارن- (خارج از صفحه) افقی H و قائم V
RB-4	گسیخته شده
RB-5	خم شده
RB-6	افت ظرفیت کشش
RB-7	سایر موارد- نیاز به توضیح و شکل بیشتر

omoorepeyman.ir

جدول ٤-۳- فرم بازدید سازه حفریات

مشخصات عمومی

محل معدن (استان/ شهر): نوع حفریه: شیب حفریه: نام معدن:

موقعیت حفریه (متراژ ابتدایی/ انتهایی): سال احداث:

طول حفریه: عرض مقطع حفریه: ارتفاع مفید حفریه:

نوع پوشش:

تاریخ بازدید (روز/ ماه/ سال): تاریخ آخرین بازدید:

نوع بازرسی:

نام و نام خانوادگی بازرس: نام همراهان:

معایب سازه‌ای

بخش سازه‌ای	نوع خرابی	ابعاد	شدت	متراژ معدن	کد وضعیت	ا هار نظر
پوشش						
دیواره سمت راست						
دیواره سمت چپ						
سقف						
کف						
دهانه ورودی چاه						
تقاطع گالری‌ها						
محل عبور افراد						
سایر موارد						

رده کلی وضعیت سازه‌ای حفریه:

توضیحات:

omoorepeyman.ir

٤-۳- سیستم‌های بازرسی

بازرسان بخش دولتی در ایران شامل بازرسان وزارت تعاون، رفاه، کار و امور اجتماعی، وزارت صنعت، معدن و تجارت و نظام مهندسی معدن است.

بازرسان دولتی معمولا بدون اطلاع و یا با هماهنگی مدیران معادن می‌توانند به دفعات از معادن بازدید کنند و طبق فرم‌هایی که سازمان مربوطه در اختیارشان می‌گذارد، وضعیت معادن را بررسی کنند.

ماده ۲ آیین‌نامه ایمنی در معادن:

مسوول ایمنی هر معدن به عنوان ناظر و کنترل کننده عملیات و انطباق دادن معدن با بندهای مندرج در آیین‌نامه و دیگر آیین‌نامه‌های مصوب شورای عالی حفاظت فنی می‌باشد و با حضور و بازرسی از معدن، توصیه‌ها و پیشنهادهای خود را برای پیشگیری و رفع خطر تذکر داده و در صورت حساسیت موضوع آن را کتبا به مسوولان معدن گزارش می‌نماید و در صورت تشخیص خطر حتمی برابر مقررات آیین‌نامه تا رفع خطر نسبت به توقف عملیات در محل خطر اقدام نماید.

مسوولیت کلیه عملیات معدن (اعم از اکتشاف تا بهره‌برداری و استخراج معدن) بر عهده سرپرست معدن است (نه مسوول ایمنی). نظارت بر ایمنی عملیات معدن بر عهده مسوول ایمنی است.

مسوول ایمنی معدن نظارت بر ایمنی عملیات معدن را به عهده دارد و توسط دارنده پروانه عملیات به این سمت منصوب می‌شود. ضوابط و حدود صلاحیت مسوول ایمنی منطبق با مفاد قانون کار و قانون نظام مهندسی معدن و از طریق وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی با هماهنگی وزارت صنعت، معدن و تجارت تعیین می‌شود. جانشین مسوول ایمنی نیز تابع همین شرایط است.

طبق ماده ۲ آیین‌نامه ایمنی و حفاظت در معادن ایران، کلیه عملیات اکتشاف که صلاحیت آن به تایید وزارت تعاون، رفاه، کار و امور اجتماعی رسیده است، انجام گیرد. همچنین در هر معدن، علاوه بر تشکیلات ایمنی، باید کمیته حفاظت نیز تشکیل شود.

بر اساس ماده ۸ آیین‌نامه ایمنی، مسوولان ایمنی موظف بر تکمیل دفتر مخصوص برای ثبت گزارشات و اقدامات معمول، طبق نمونه‌ای که از طرف وزارت تعاون، رفاه، کار و امور اجتماعی داده می‌شود، هستند.

طبق ماده ۴ آیین‌نامه ایمنی، کلیه کارگاه‌های معدنی اعم از سطحی و یا زیرزمینی، لازم است در هر شیفت حداقل یک بار توسط مسوول ایمنی یا جانشین وی، بازدید شود.

تمامی بازرسی‌های یاد شده جنبه عمومی دارد. بازرسی تخصصی از سیستم‌های نگهداری در معادن توسط پرسنل آموزش دیده معادن و یا شرکت‌های تخصصی مربوطه انجام می‌شود. بازرسی‌های عادی (مشاهده‌ای و چکشی) توسط پرسنل ایمنی و بازرسی‌های تخصصی‌تر توسط متخصصان معادن، بخش خصوصی و یا مراکز علمی- پژوهشی انجام می‌شود.

٤-٤- زمان‌بندی بازرسی

وضعیت فنی تونل‌های افقی و شیبدار فعال (در حال تجهیز، بازسازی و در حال تعطیل) باید به وسیله شاغلان بخش‌ها و پرسنل آن‌ها در نوبت‌های زیر کنترل شوند:

- در هر شیفت توسط استادکاران بخش‌های مختلف معدن
- در هر شبانه روز، توسط سرپرستان یا معاونان بخش‌ها

omoorepeyman.ir

- در هنگام کنترل وضعیت هوای معدن به وسیله ماموران بخش‌های تهویه و ایمنی

عملیات چوب‌بست‌کاری و تقویت چاه‌های قائم و شیبدار (بیشتر از ۴۵ درجه) که مجهز به تجهیزات بالابر هستند، باید به ترتیب زیر مورد کنترل و بازدید قرار گیرند:

- بازدید روزانه، توسط ماموران ویژه
- یک بار در هفته، توسط متخصص دستگاه‌های بالابری
- حداقل یک بار در ماه، توسط متخصص
- یک بار در هر فصل، توسط مهندس معدن
- در حفریات قائم (چاه)، هر دو سال یک بار سطح مقطع محور چاه (برای تعیین انحراف احتمالی و محور چاه)، توسط نقشه‌بردار با تجربه کنترل شود.

زمان بازدید از چوب‌بست حفریات شیبدار تا ۴۵ درجه نیز به ترتیب زیر است:

- در هر شیفت، توسط ماموران ایمنی
- در هر روز، توسط سرپرستان بخش‌ها یا معاونان آن‌ها که مسوول حفاری گالری‌ها هستند.
- هر سه ماه یک بار، توسط کل معدن
- پوشش چاه‌های فاقد آسانسور و تونل‌های غیرفعال باید ماهانه، یک بار کنترل و بازرسی مشاهده‌ای شوند و در هر دو ماه، یک بار مورد بازرسی دقیق‌تر قرار گیرند.

در دوره ساخت و تجهیز (بازسازی و عمیق‌سازی معدن)، سیستم نگهداری و تقویت حفریات قائم، به هنگام حفر و عمیق‌سازی و بهره‌برداری و حداقل یک بار در ماه توسط مسوول معدن بازدید و کنترل می‌شود.

به هنگام ساخت تونل‌های اصلی معادن، سیستم نگهداری باید به کمک دستگاه‌های کنترل و اندازه‌گیری (ابزار دقیق) کنترل شود. کنترل وضعیت سیستم نگهداری بر عهده نقشه‌بردار موسسه‌ای است که کار ساخت تونل را انجام می‌دهد.

مدیریت هر قسمت موظف است در هر نوبت کار حداقل یک بار سقف، دیواره‌ها، راهروها و وسایل نگهداری جبهه‌کار خود را کاملا بازدید و در صورت مشاهده عیب و نقص فورا نسبت به رفع آن اقدام کند. در پایان هر نوبت کار (شیفت) نباید قبل از حصول اطمینان از استحکام کار، محل کار را ترک کند و همچنین باید مسوول ایمنی یا سرپرست معدن را در جریان امور قرار دهد.

تونل‌هایی که سیستم نگهداری آن‌ها متشکل از قاب‌های چوبی و فلزی و یا قاب‌های بتنی مسلح است، باید حداقل هفته‌ای یک بار مورد بازدید تکنسین‌های تونل قرار گیرد و در صورت بروز مشکل به مسوول ایمنی یا سرپرست معدن اطلاع دهد.

در معادن زغال‌سنگ کلیه نقاط فعال کارگاه‌های استخراج زیرزمینی هر شیفت یک بار و برای محل‌های غیرفعال، در هر ماه یک بار کنترل چشمی انجام می‌شود.

در بازرسی‌های کامل و دوره‌ای، زمان بازرسی ارتباط مستقیم با کاربری و اهمیت حفریه دارد. در معادن، حفریات از لحاظ کاربری و اهمیت متفاوت هستند. توصیه می‌شود، بازرسی کامل و دوره‌ای تونل‌ها و چاه‌های اصلی در فواصل زمانی هر دو ماه یک بار انجام شود. این بازرسی‌ها در شرایط معمولی بوده و در شرایط اضطراری و وجود مشکلات خاص دوره‌های بازرسی باید کوتاه‌تر شود.

omoorepeyman.ir

٤-٥- روش‌های مختلف بازرسی

روش‌های شناسایی عیب‌های موجود در حفریات و تعیین شدت آن‌ها به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

- بازرسی چشمی (مشاهده‌ای)
- بازرسی چکش‌زنی
- روش‌های مخرب
- روش‌های غیرمخرب

٤-٥-١- بازرسی چشمی (مشاهده‌ای)

کلیه افرادی که در شبکه‌های زیرزمینی کار می‌کنند، به ویژه بازرسان، مسوولان ایمنی، نجات و تهویه، هر روز قبل از شروع کار، باید وضعیت تغییر یافته سقف، دیواره، کف و وسایل نگهداری حفریات را بازرسی کنند تا چنانچه خطر ریزش موردی مشاهده شود، مسوولان ذیربط را مطلع سازند و همچنین مراتب را در دفتر ایمنی ثبت کنند تا نسبت به رفع آن‌ها اقدام لازم به عمل آید. موارد زیر در ضمن بازرسی چشمی باید مد نظر قرار گیرد:

- شکاف‌ها و ترک‌های موجود در سقف، دیواره و کف حفریات
- سنگ‌های معلق با ابعاد بزرگ که امکان سقوط ناگهانی آن‌ها از سقف وجود دارد.
- هر محلی که قبلا خشک بوده و اخیرا خیس و مرطوب شده است.
- پایه، کلاهک و لارده‌ها که در نتیجه فشار زیاد خم و یا شکسته شده‌اند.
- ریزش خرده چوب‌های کوچک و پوسته‌های اطراف چوب
- لق شدن و بیرون‌زدگی پیچ، مهره و بست وسایل نگهداری که بیانگر اعمال فشار بر سیستم نگهداری است.
- آماس کف
- تغییر شکل سازه‌های پیرامون حفریات
- انواع خرابی در سازه‌های بتنی مانند لق‌شدگی، ترک‌خوردگی، پوسته‌شدگی، بیرون‌زدگی، توپ‌های گلی، شوره‌زدگی، لکه‌زدگی و پوکی
- انواع خرابی در سازه‌های شاتکریت مانند ترک‌خوردگی، پوسته‌شدگی، بیرون‌زدگی، شوره‌زدگی، لکه‌زدگی و نشتی آب
- انواع خرابی‌ها در سازه‌های چوبی مانند پوسیدگی، وجود حشرات، ترک‌های ریز و شکاف‌ها
- انواع خرابی‌ها در سازه‌های پیچ‌سنگ مانند خوردگی و ترک فولاد، پوسته‌شدگی در صفحات بتنی و نشتی آب

یکی از محدودیت‌های این روش این است که در برخی موارد، بازرسی چشمی از یک موقعیت دوردست مشکل است و بنابراین استفاده از چوب‌بست، نردبان، پایه و یا در مورد کنترل پوشش چاه، نیاز به تجهیزات ویژه‌ای دارد. برای فضاهای زیرزمینی که در حال بهره‌برداری هستند، بازرسی باید در یک زمان محدود انجام شود. بخش‌های غیرقابل مشاهده در حفریات مانند سطح پشتی پوشش با این روش قابل بررسی نیستند.

omoorepeyman.ir

٤-٥-٢- بازرسی چکش‌زنی

برای بازدید و اطمینان از اینکه زمین پیرامون استحکامات، محکم و یک پارچه است، از سه روش لرزشی، گوه یا خار و صدا استفاده می‌شود.

در روش لرزشی، اگر یک دست را به سقف چسبانده و با دست دیگر و با کمک چکش، ضربه‌ای به سقف وارد شود، از لرزش آن می‌توان متوجه یکپارچگی و یا گسستگی سقف شد.

در روش گوه یا خار در شکاف‌های سقف و یا پاره‌ای از استحکامات مانند بتن و شاتکریت و یا سازه‌های بنایی گوه‌های چوبی یا فلزی جای می‌دهند، چنانچه پس از مدتی گوه افتاد، نشانه این است که زمین و یا سازه تغییر وضعیت داده است.

در روش صدا با انجام چکش‌زنی می‌توان خرابی‌های پنهان مانند پوسته‌شدگی‌های سطحی را مشخص کرد. در اثر برخورد چکش با سطح مورد نظر صدایی تولید می‌شود که ممکن است نشانه‌ای از وجود یک خرابی پنهان باشد. به عنوان مثال در مورد سقف، صدای زنگ‌دار نشانه یکپارچگی و استحکام و صدای بم نشانه سستی و خرابی است. صدای زنگ‌دار در اجزای فلزی و یا صدای بم قوی در اجزای بتنی نشان دهنده مصالح خوب است و صدای پوکی در بتن، بر وجود تورق و یا سستی دلالت دارد. صدای پوکی در چوب نیز ممکن است ناشی از پوسیدگی گسترده باشد. همچنین اگر با زدن ضرباتی به استحکامات چوبی صدای خفه‌ای به گوش رسد، نشانه این است که چوب‌بست زیر بار نیست.

٤-٥-٣- بازرسی با روش‌های مخرب

وجود فضای خالی در قسمت بالایی پوشش بتنی حفریات، یکی از مشکلات رایج است که به علت بتن‌ریزی نادرست و غیرموثر به وجود می‌آید. طاق حفریات ممکن است به طور کامل پر نشده باشد و فضاهای خالی قابل توجهی به عمق ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر بین سطح سنگ و رویه بتنی باقی بماند. در مورد دیگر پوشش‌ها نیز ممکن است مشکل فضای خالی وجود داشته باشد. پر کردن فضای خالی پشت قاب‌های فولادی و چوبی، به طور کامل امکان‌پذیر نیست و کنترل آن باید در بازرسی‌های دوره‌ای انجام گیرد.

روش گمانه‌زنی و مغزه‌گیری یکی از روش‌های مخرب است که به وسیله آن می‌توان وضعیت اتصال بین پوشش حفریات و سنگ پشت آن، ساختار سنگ و میزان مقاومت پوشش را تعیین کرد. در این روش (حفره‌هایی به صورت شعاعی) در هر قسمت که احتمال وجود فضای خالی و یا نشانه‌ای از ترک یا کشش وجود دارد، احداث و نمونه‌برداری می‌شود.

با استفاده از نمونه‌های تهیه شده از پوشش حفریات، امکان تعیین مقاومت، میزان عیب‌ها و کنترل کیفیت مصالح وجود دارد.

٤-٥-٤- بازرسی با روش‌های غیرمخرب

با استفاده از بررسی‌های غیرمخرب در حفریات بتنی، می‌توان ضخامت و ساختار بتن‌های درجا یا پیش‌ساخته و شاتکریت را تعیین کرد. در حفریاتی که پوشش فلزی دارند، می‌توان ضخامت پوشش فلزی و همچنین خوردگی و سایر عیب‌ها را مشخص کرد. امروزه روش‌های غیرمخرب گوناگونی برای بازرسی مورد استفاده قرار می‌گیرند که در ادامه به شرح چند نمونه از آن‌ها پرداخته می‌شود:

omoorepeyman.ir

الف- روش فراصوتی

استفاده از امواج فراصوتی روشی است که در سازه‌های بتنی، چوب و فلزات برای تعیین خواص فیزیکی مانند مقاومت و مدول الاستیسیته و نیز تعیین موقعیت و وسعت عیب‌هایی همچون ترک‌های مویی، حفرات، گسستگی آرماتورها، ضخامت و عمق ترک‌خوردگی استفاده می‌شود. این روش در سازه‌های بتنی برای تعیین وضعیت بتن در عمق کاربرد زیادی دارد.

ب- روش گرمانگاری[1] (ترموگرافی)

گرمانگاری مادون قرمز یا ترموگرافی یک روش آزمایشی غیرمخرب است که امکان کنترل و بررسی سریع بخش‌های وسیعی را از راه دور فراهم می‌کند و به همین دلیل در بسیاری از موارد مقرون به صرفه است. این روش با شناسایی مشکلات بالقوه‌ای که اغلب در سازه‌ها پنهان هستند برای کاهش گستردگی بازرسی‌ها و پیش از انجام بررسی‌های بیشتر، با استفاده از سایر روش‌ها، به کار می‌رود. ترموگرافی در مواردی که نیاز به دریافت اطلاعات، بدون ایجاد خرابی یا شکستگی است، نقش مهمی ایفا می‌کند.

پ- روش ژئورادار[2] (GPR)

در مواردی که بازرسی حفریات، ضخامت پوشش و حفره‌های محتمل موجود بین پوشش و زمین مورد نیاز باشد، استفاده از ژئورادار یکی از رایج‌ترین و بهترین روش‌های غیرمخرب است. این روش در نمونه‌برداری سریع از بخش‌های زیادی از حفریات برای تعیین ساختار و وضعیت بسیار کارآمد است.

٤-٦- روش بازرسی انواع سیستم‌های نگهداری

٤-٦-١- بازرسی سازه‌های بتنی

در بازرسی سازه‌های بتنی، مراجعه به گزارش‌های قبلی بازرسی و بررسی عیوبی که قبلا ثبت شده‌اند، اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا با این کار امکان کنترل میزان گسترش خرابی بتن فراهم می‌آید. بازرسی بتن شامل بررسی‌های چشمی و آزمایش‌های فیزیکی است. بازرسی انواع عیب‌های ایجاد شده در سازه‌های بتنی شامل موارد زیر است:

الف- لق‌شدگی

لق‌شدگی، به آسیب تدریجی و مداوم سطح ملات و سنگدانه‌های آن در یک قسمت از بتن، گفته می‌شود و به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شود:

- مقیاس جزیی: خرابی سطح ملات حداکثر تا عمق ۶ میلی‌متر و بیرون‌زدگی مصالح درشت دانه
- مقیاس متوسط: خرابی سطح ملات با عمق ۶ تا ۲۵ میلی‌متر و افزایش خرابی ملات بین مصالح درشت دانه
- مقیاس شدید: خرابی سطح ملات با عمق بیش از ۲۵ میلی‌متر و اجزای درشت‌دانه آن و تجمع ملات در اطراف مصالح درشت دانه

omoorepeyman.ir

1- Thermography
2- Ground penetrating radar

ب- ترک‌خوردگی

ترک، یک شکستگی خطی در بتن است که در اثر غلبه تنش‌های کششی نسبت به مقاومت کششی بتن ایجاد می‌شود. ترک‌ها ممکن است در اثر بار خارجی (ترک‌های سازه‌ای) یا در زمان فرآوری بتن (ترک‌های انقباضی غیرسازه‌ای) به وجود آیند.

از آنجا که ترک‌ها نشانه‌ای از مشکلات بالقوه سازه‌ای هستند، علت و عمق آن‌ها باید بررسی و گزارش و نیز نوع، اندازه، طول، جهت و موقعیت آن‌ها شرح داده شود. در ادامه به بررسی انواع ترک‌ها پرداخته شده است:

- ترک‌های عرضی: این ترک‌ها به صورت تقریبا مستقیم‌اند و عمود بر محور حفریه به وجود می‌آیند.
- ترک‌های طولی: ترک‌های نسبتا مستقیمی هستند که به موازات محور حفریه گسترش می‌یابند.
- ترک‌های افقی: این ترک‌ها معمولا در دیواره‌ها به وجود می‌آیند، اما ممکن است در اطراف تیرآهن یا آرماتور تقویتی زنگ‌زده نیز مشاهده شوند. ترک‌های افقی از لحاظ ساختار مشابه ترک‌های عرضی هستند.
- ترک‌های قائم: ترک‌های قائم در دیواره‌ها ایجاد می‌شوند و مشابه ترک‌های طولی در صفحات و تیرها هستند.
- ترک‌های مورب: این ترک‌ها تقریبا موازی با یکدیگراند و به صورت نسبتا مایل با خط مرکزی سازه قرار دارند. ترک‌های یاد شده معمولا کم عمق و از لحاظ طول، عرض و فاصله متفاوت هستند. مشاهده این ترک‌ها در سطوح قائم تیرها، نشانگر پتانسیل خطر جدی است.
- ترک‌های طرح و نقش‌دار: ترک‌ها پیوسته و با ابعاد متفاوت‌اند و ظاهری شبیه به ترک‌خوردگی‌های ناشی از تابش آفتاب در مناطق خشک دارند. ترک‌های یاد شده از درزه‌های کوچک تا بازشدگی‌های وسیع، متغیراند و در دال‌ها و دیواره‌ها قابل مشاهده هستند.
- ترک‌های D شکل: این ترک‌ها شامل یک گروه از ترک‌های ریز با فواصل نسبتا نزدیک به هم و طرح‌های تصادفی هستند.
- ترک‌های تصادفی: ترک‌های نامنظم پر پیچ و خم بر روی سطح بتن که بدون شکل مشخص هستند.

وضعیت فیزیکی ترک‌ها ممکن است به صورت یکی از حالت‌های زیر باشد:

- خشک
- مرطوب: به نحوی که نم در روی سطح قابل لمس است.
- تراوش: حرکت قابل مشاهده لایه نازکی از آب
- چکیدن آب: چکه کردن آب با آهنگ حداقل یک قطره در دقیقه از ترک
- ریزش آب: ریزش یا فوران آب از ترک
- شوره‌زدگی
- زنگ‌زدگی
- میلگرد نمایان: وسعت ترک به حدی است که آرماتورهای داخل بتن به راحتی قابل مشاهده است.

تمامی ترک‌های موجود در اجزای غیرپیش‌تنیده را می‌توان به صورت زیر طبقه‌بندی کرد:

- مقیاس جزیی: عرض کمتر از ۰/۸ میلی‌متر
- مقیاس متوسط: عرض بین ۰/۸ تا ۳/۲ میلی‌متر

omoorepeyman.ir

- مقیاس شدید: عرض بیش از ۳/۲ میلی‌متر

در اعضای پیش‌تنیده، ترک‌های با عرض بیشتر از ۰/۱ میلی‌متر با شدت زیاد و ترک‌های کمتر از ۰/۱ میلی‌متر با شدت متوسط رده‌بندی می‌شوند.

پ- پوسته شدن

پوسته شدن یک فرورفتگی تقریبا دایره‌ای یا بیضوی در بتن است که در اثر جدایی و کنده شدن یک بخش از سطح بتن ایجاد می‌شود. معمولا لبه بخش فرو رفته عمود بر سطح است. اغلب در اثر پوسته شدن بتن آرماتورها نمایان و به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- مقیاس جزیی: کمتر از ۱۲ میلی‌متر عمق یا ۷۵ تا ۱۵۰ میلی‌متر قطر
- مقیاس متوسط: ۱۲ تا ۲۵ میلی‌متر عمق یا در حدود ۱۵۰ میلی‌متر قطر
- مقیاس شدید: بیش از ۲۵ میلی‌متر عمق و بیشتر از ۱۵۰ میلی‌متر قطر و پوسته‌شدگی‌هایی که منجر به نمایان شدن آرماتورها می‌شوند.

ت- بیرون پریدگی

تکه‌های مخروطی هستند که از سطح بتن جدا می‌شوند و حفرات کوچکی بر جای می‌گذارند و به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- مقیاس جزیی: قطر حفرات باقی‌مانده حداکثر تا ۱۰ میلی‌متر
- مقیاس متوسط: قطر حفرات باقی‌مانده بین ۱۰ تا ۵۰ میلی‌متر
- مقیاس شدید: قطر حفرات باقی‌مانده بین ۵۰ تا ۷۵ میلی‌متر

ث- توپ‌های گلی

سوراخ‌های ریزی هستند که در اثر رسوب یا تجمع ذرات رس در داخل حفرات سطح بتن به وجود می‌آیند و رده‌بندی آن‌ها مانند بیرون‌پریدگی‌ها است.

ج- شوره‌زدگی

در اثر رسوب هیدروکسید کلسیم محلول در آب بر روی سطح به وجود می‌آید و معمولا سفید رنگ است و از زیر سطح شکل می‌گیرد و سپس به رو می‌آید.

چ- لکه‌دار شدن

به تغییر رنگ سطح بتن گفته می‌شود که به دلیل جابه‌جایی مواد غیرقابل حل در آب بتن از طریق ترک‌ها و رسیدن آن‌ها به سطح و تبخیر آب و رسوب این مواد بر روی سطح ایجاد می‌شود. لکه‌ها به رنگ‌های مختلف ظاهر می‌شوند. به عنوان مثال رنگ قهوه‌ای ناشی از زنگ زدن آرماتور است.

ح- ناحیه توخالی

محدوده‌ای است که بر اثر ضربه چکش، صدای تو خالی بودن می‌دهد. این مساله عموما به دلیل خوردگی بتن به وجود می‌آید.

خ- لانه زنبوری

در بخشی از سطح بتن که در مرحله اولیه بتن‌ریزی به طور کامل پر نشده است، سوراخ‌های ریزی ایجاد می‌شود. سنگدانه‌های نمایان شده، شکل کندوی زنبور عسل را به نظر می‌آورند.

omoorepeyman.ir

د- نشتی

در قسمتی از سطح بتن رخ می‌دهد که آب به داخل بتن وارد شود. این مشکل عموما در حفریاتی که زیر سطح آب زیرزمینی هستند مشاهده می‌شود. نحوه رده‌بندی پدیده نشت به شکل زیر است:

- مقیاس جزیی: سطح بتن خیس است ولی هیچ قطر آبی دیده نمی‌شود.
- مقیاس متوسط: جریان آب فعال با حجم کمتر از ۳۰ قطره در دقیقه
- مقیاس شدید: جریان آب فعال با حجم بیش از ۳۰ قطره در دقیقه

٤-٦-۲- بازرسی سازه‌های فولادی

سازه‌های فولادی به کار رفته در حفریات معدنی در معرض خوردگی و تخریب قرار می‌گیرند. همچنین به دلیل وجود تغییرات ساختاری زمین در حفریات معدنی و تغییرات امتداد حفریات معدنی، امکان ایجاد فشارهای نامتقارن بر قاب‌های مسیر حفریات و در نتیجه کمانش قاب‌ها، زیاد است، بنابراین بازرسی مداوم به صورت چشمی، تاثیر بسیاری بر کنترل رفتار آن‌ها دارد. در بازرسی قاب فلزی ابزارهای زیر استفاده می‌شوند:

- ابزارهای ساده مانند، شابلون، گونیا، فلانچ، سطوح صاف و چکش برای تعیین مقاومت فلز در برابر ضربه
- دستگاه‌های مدرن شامل دستگاه فراصوت برای کنترل ترک‌های داخلی پروفیل‌ها، دستگاه کنترل ابعاد اشعه لیزر برای کنترل ابعاد قاب و دستگاه تجزیه شیمیایی برای کنترل ترکیب شیمیایی قطعات قاب

در ادامه، مواردی که باید در بازرسی سازه‌های فولادی توجه شود، ارایه شده است:

الف- خوردگی

یکی از دلایل ایجاد خوردگی، واکنش فلزات با اسیدهای مهاجم است. وجود رطوبت و دی‌اکسید گوگرد در حفریات، زمینه‌ساز ایجاد خوردگی است. رنگ فلز خورده شده از قرمز تیره تا قهوه‌ای تیره متغیر است. ابتدا خوردگی از ذرات ریز شروع می‌شود و سپس پیشرفت می‌کند و به صورت پوسته شدن نمایان شده و در نهایت موجب ایجاد حفره می‌شود.

تمامی مشخصات، موقعیت و میزان گستردگی نواحی خورده شده باید ثبت شود. عمق خوردگی‌های زیاد باید اندازه‌گیری و ابعاد کندگی‌های ایجاد شده به علت خوردگی، ثبت شود. خوردگی را به شکل زیر رده‌بندی می‌کنند:

- مقیاس جزیی: خوردگی جزیی که در سطح ایجاد شده است.
- مقیاس متوسط: شکلی از خوردگی که باعث تورق و پوسته شدن سطح می‌شود. نواحی خورده شده به راحتی قابل مشاهده هستند.
- مقیاس شدید: خوردگی شدید و ایجاد حفره در سطح فلز. این نوع خوردگی منجر به ضعیف شدن پروفیل فلزی می‌شود و در نواحی که نفوذ آب وجود دارد، رخ می‌دهد.

ب- ترک‌ها

ترک‌ها در فولاد، از ترک‌های مویی تا ترک‌های عریض عبور دهنده نور، متغیر هستند. هر ترکی جدی است و باید سریعا گزارش شود. برخی ترک‌ها در فلزات ناشی از جوشکاری، برش و سوراخ‌کاری است. تمامی ترک‌ها در فولاد در رده شدید هستند.

omoorepeyman.ir

پ- کمانش و اعوجاج

این پدیده، عمدتا در اثر بارگذاری بیش از حد ظرفیت و یا بارهای اضافی به وجود می‌آید. خرابی‌های ناشی از نصب یا برش اعضا نیز ممکن است باعث کمانش و اعوجاج شود.

ت- نشت آب

در بخشی از سطح سازه فلزی رخ می‌دهد که در آن آب از طریق یک ترک یا درز به داخل نفوذ می‌کند. نشت آب به موارد زیر تقسیم می‌شود:

- مقیاس جزیی: سطح فلز خیس است ولی آبی وجود ندارد.
- مقیاس متوسط: جریان آب کمتر از ۳۰ قطره در دقیقه
- مقیاس زیاد: جریان آب بیشتر از ۳۰ قطره در دقیقه

ث- پوشش حفاظتی

حفاظت از فلز به وسیله رنگ‌زنی، گالوانیزه کردن و یا سایر روش‌ها است که در بیشتر سازه‌ها از روش اول استفاده می‌شود. زوال رنگ به شکل زیر رده‌بندی می‌شود:

- مقیاس جزیی: نشانه‌های آشکار تخریب لایه رنگ دیده می‌شود ولی هنوز فلز دچار خوردگی نشده است.
- مقیاس متوسط: رنگ در وضعیت بدی قرار دارد و خوردگی وجود دارد ولی جدی نیست (بدون آسیب به مقطع).
- مقیاس زیاد: رنگ از بین رفته و خوردگی شدید همراه با آسیب مقطع ایجاد شده است.

٤-٦-٣- بازرسی سازه‌های چوبی

رایج‌ترین خرابی در سازه‌های چوبی حفریات معدنی، پوسیدگی است. از ویژگی‌های خاص این نگهدارنده‌ها آن است که صدای شکستن چوب، قابل شنیدن است. بازرسی‌های مداوم و کنترل خرابی‌های معمول در چوب، باعث بالا بردن عمر این سازه می‌شود. مهم‌ترین خرابی‌های سازه‌های چوبی به شرح زیر است:

الف- پوسیدگی

پوسیدگی رایج‌ترین علت تخریب سازه‌های چوبی است و عموما در اثر فعالیت میکروارگانیسم‌ها به ویژه قارچ‌ها، ایجاد می‌شود. در اثر فعالیت میکروارگانیسم‌ها چوب ممکن است تغییر رنگ دهد و نرم شود و مقطع چوبی از بین برود. هر گونه خرابی باید ثبت شده و میزان از بین رفتن مقطع ذکر شود. پوسیدگی چوب به صورت زیر رده‌بندی می‌شود:

- مقیاس جزیی: تغییر رنگ چوب، ظهور کپک‌ها و لکه‌ها
- مقیاس متوسط: سطح چوب نرم می‌شود و حداکثر ۱۵ درصد از مقطع از بین می‌رود.
- مقیاس شدید: لکه‌های سفید یا قهوه‌ای ایجاد می‌شوند و بیش از ۱۵ درصد مقطع از بین می‌رود.

ب- حشرات

در بازرسی‌ها هجوم هر گونه حشره‌ای باید عنوان و در صورت آگاهی، نوع حشره نیز باید یادداشت شود. خاک اره یا پودر چوب در اطراف اعضای چوبی ممکن است دال بر وجود حشرات باشد و باید مورد بررسی قرار گیرد. موریانه‌ها جزو رایج‌ترین حشراتی هستند که باعث تخریب چوب می‌شوند.

omoorepeyman.ir

پ- ترک‌ها و شکاف‌ها

برخی ترک‌ها به صورت جزیی در امتداد عضو چوبی گسترش می‌یابند. این ترک‌ها در اثر انقباض چوب به علت خشکی هوا یا عوارض فصلی، به وجود می‌آیند. به ترک‌هایی که به طور کامل در عضو چوبی امتداد می‌یابند، شکاف گفته می‌شود. تمامی ترک‌ها و درصد نفوذ آن‌ها در عضو چوبی باید ثبت شود. ترک‌ها را به صورت زیر رده‌بندی می‌کنند:

- مقیاس جزیی: ترک‌هایی سطحی عمود بر صفحه تنش یا ترک‌های پراکنده موازی با صفحه تنش
- مقیاس متوسط: ترک‌هایی با کمتر از ۱۵ درصد نفوذ در عضو چوبی عمود بر صفحه تنش یا ترک‌های پراکنده با کمتر از ۴۰ درصد نفوذ موازی با صفحه تنش
- مقیاس شدید: ترک‌هایی با بیش از ۱۵ درصد نفوذ در عضو چوبی عمود بر صفحه تنش یا ترک‌های متعدد با بیش از ۴۰ درصد نفوذ موازی با صفحه تنش

ت- تخریب در اثر آتش

رده‌بندی بر مبنای میزان تخریب در اثر آتش‌سوزی به صورت زیر است:

- مقیاس جزیی: سطح سوخته و سیاه شده، بدون تخریب محسوس مقطع
- مقیاس متوسط: کمتر از ۱۵ درصد تخریب مقطع
- مقیاس شدید: بیش از ۱۵ درصد تخریب مقطع

ث- ناحیه پوکی

نواحی پوک در چوب بیانگر وجود حشرات یا پوسیدگی پیشرفته در سطح داخلی چوب هستند و باید از نظر محل و ابعاد ثبت شوند.

ج- نشت آب

محدوده‌ای در چوب که آب از طریق ترک‌ها، شکاف‌ها یا خود چوب (بافت چوب) به داخل آن نفوذ می‌کند.

- مقیاس کم: سطح چوب نمدار است ولی قطره آبی وجود ندارد.
- مقیاس متوسط: جریان فعال آب با حجم کمتر از ۳۰ قطره در دقیقه
- مقیاس شدید: جریان فعال آب با حجم بیشتر از ۳۰ قطره در دقیقه

٤-٦-٤- بازرسی شاتکریت

علت عمده خرابی‌ها در شاتکریت شامل موارد زیر است:

الف- استفاده از نیروی انسانی کم تجربه

عدم آموزش و کم تجربگی نیروی انسانی در تمامی مراحل اجرای شاتکریت مساله‌ای بحرانی و جدی است. چنانچه تور سیمی به صورت نادرست کار گذاشته شود و یا در حالتی که بتن دچار جداشدگی شود، مقاومت و دوام بتن در دراز مدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

omoorepeyman.ir

ب- خوردگی تورهای سیمی

عوامل متعددی مانند اکسیژن، آب، جریان الکتریکی انحرافی، مواد شیمیایی، کلریدها و pH پایین (اسیدیته بالا) موجب ایجاد خوردگی فلز توری می‌شود.

پ- اثرات حرارتی

در دهانه‌های ورودی و خروجی حفریات زیرزمینی که تغییرات دما شدید است، شاتکریت به طور متناوب منبسط و منقبض می‌شود و در نتیجه ترک می‌خورد.

ت- متلاشی شدن مصالح

مواد شیمیایی مانند اسیدها و محلول‌های قلیایی نمکی، همیشه برای بتن مضر هستند. اسید از طریق واکنش با هیدرواکسید کلسیم موجود در سیمان مواد هیدراته شاتکریت را مورد تهاجم قرار می‌دهد. این واکنش موجب تشکیل ترکیبات کلسیم قابل حل در آب می‌شود.

٤-٦-٥- بازرسی پیچ‌سنگ

خرابی‌های پیچ‌سنگ را می‌توان به شرح زیر طبقه‌بندی کرد:

الف- خرابی‌های جزیی

در این حالت بر اثر فشارهای وارده بر پیچ‌سنگ و حرکت آن، مهره شل می‌شود و صفحه اتصال تغییر شکل می‌دهد و گاه می‌شکند.

ب- خرابی‌های متوسط

در این حالت مهره‌ها و صفحه اتصال پیچ‌سنگ بیرون می‌زنند و میله پیچ‌سنگ خم و یا گسسته می‌شود و سطح مقطع حفریه کاهش می‌یابد.

پ- خرابی زیاد و خیلی زیاد

در این حالت، در اثر فشار زیاد ناشی از عوامل مختلف آتشباری، زلزله، استخراج، استحکام ناکافی، خطا در نصب و گذشت زمان، کاملا تخریب و با ریزش‌ها پر می‌شود و بنابراین عبور و مرور و هوارسانی به پشت کارگاه‌های محل ریزش را مشکل می‌سازد.

٤-٧- ارزیابی سیستم نگهداری پس از بازرسی

اجزای بازرسی شده باید با توجه به وضعیت آن‌ها رده‌بندی و گزارش شوند. به همین منظور با توجه به پوشش‌های مختلف موجود در حفریات، به هر بخش سازه‌ای یک کد عددی بین صفر تا ۹ اختصاص می‌یابد که عدد صفر بیانگر بدترین و عدد ۹ بیانگر بهترین شرایط است. این رده‌بندی بر مبنای وسعت، نوع، اندازه و محل نواقص یافت شده در حفریات و اجزای سازه‌ای آن‌ها و همچنین ظرفیت باربری اجزا، در نظر گرفته شده است. برای تعیین ظرفیت باربری، بازرس باید با طراحی قسمت‌های مختلف آشنا باشد. در جدول ۴-۴ کدهای مربوط به رده‌بندی تخریب سازه‌های نگهدارنده ارایه شده است.

omoorepeyman.ir

ممکن است نواقص موجود دقیقا در یکی از این دسته‌بندی‌ها قرار نگیرند، به همین منظور بازرسان باید در زمان بازرسی و رده‌بندی شرایط از قضاوت مهندسی مناسب استفاده کنند.

پوشش حفریات سنگی، شاتکریت یا بتن درجا و پوشش حفریات حفر شده در زمین‌های نرم شامل بتن پیش‌ساخته، فولاد، مصالح بنایی و همچنین پیچ‌ها و درزگیرها می‌شود. پیچ‌های اتصالی پوشش‌های بتنی، قاب‌های فولادی و چوبی ممکن است به دلیل رطوبت موجود در حفریات تغییر رنگ دهند. این وضعیت ممکن است ظرفیت باربری پیچ‌ها را کاهش ندهد اما باید به پیچ‌هایی که در معرض نشت آب قرار دارند، توجه خاصی داشت و مطمئن شد که هیچ خرابی در خود پیچ ایجاد نشده است. در صورت مشاهده خرابی پیچ، باید آن را تعویض کرد.

جدول ٤-٤- کدهای مربوط به رده‌بندی تخریب سازه‌های نگهدارنده

وضعیت	توضیحات	کد
وضعیت ایده‌آل	-	۹
وضعیت عالی	معایبی پیدا نشده است.	۸
وضعیت خوب	تعمیرات ضروری نیست معایبی به صورت پراکنده پیدا شده است.	۷
نسبتا خوب	تغییرات جزیی بین ردیف ۵ و ۷	۶
وضعیت متوسط	تعمیرات جزیی مورد نیاز است ولی عملکرد اجزا همانند شرایط طراحی اولیه است. نواقص جزیی، متوسط و پراکنده و بدون هیچ مقطع آسیب دیده	۵
نسبتا بد	تغییرات جزیی بین ردیف ۳ و ۵	۴
وضعیت بد	نیاز به تعمیرات اساسی است و عدم عملکرد اجزا همانند شرایط طراحی اولیه. وجود نواقص جدی	۳
وضعیت وخیم	برای بهره‌برداری مجدد نیاز به تعمیرات اساسی فوری است.	۲
وضعیت بحرانی	نیاز به انسداد فوری و مطالعه برای تعیین امکان تعمیر سازه	۱
وضعیت بحرانی	سازه تعطیل و غیرقابل تعمیر است.	۰

omoorepeyman.ir

فصل ۵

تعمیر سیستم‌های نگهداری

حفریات زیرزمینی در معادن

omoorepeyman.ir

۵-۱- آشنایی

نواقص ایجاد شده در حفریات زیرزمینی ممکن است ناشی از تغییرات مقاومتی سنگ‌ها و سیستم نگهداری با گذشت زمان، طراحی نادرست (ساخت غیراستاندارد)، شرایط زمین‌شناسی پیش‌بینی نشده و یا تغییر در شرایط ژئوتکنیکی زمین اطراف باشد. از دلایل متداول تعمیرات در حفریات، می‌توان به نشت آب و فرسوده شدن مصالح سازنده حفریه به دلیل سپری شدن عمر سازه اشاره کرد. بسته به نوع خرابی حفریات، روش‌های تعمیر متفاوت است که در این فصل به تعمیر و نگهداری سیستم نگهداری حفریات معدنی اشاره شده است.

۵-۲- تعمیرات مربوط به نشت آب

وجود آب در حفریات زیرزمینی مشکلات زیادی را در حین حفاری و بهره‌برداری ایجاد می‌کند. این مشکلات در حفریاتی که زیر سطح آب زیرزمینی قرار دارند، مشهودتر است. جنس واحدهای زمین‌شناسی در برگیرنده حفریات و مشخصات تکتونیکی منطقه، از مسایل تاثیرگذار بر میزان نشت آب است.

وجود یون‌های کلر و سولفات در آب باعث افزایش اثرات مخرب بر سازه‌های بتنی، فلزی و چوبی می‌شود. فرسایش سنگدانه‌ها و سیمان در سیستم نگهداری بتنی و شاتکریت، خوردگی فولاد در قاب‌های فلزی و پیچ‌سنگ‌ها و پوسیدگی چوب، از اثرات منفی وجود آب است. از سویی دیگر سایر تجهیزات داخل حفریات معادن مانند ریل، کابل، وینچ و نظایر آن ممکن است دچار خوردگی شوند و برای بهره‌برداری، ایجاد خطر کنند. در حفریاتی که در آن‌ها از تجهیزات برقی استفاده می‌شود، میزان خوردگی در اجزا به علت وجود جریان نشتی از سیستم‌های الکتریکی افزایش می‌یابد. منجمد شدن آب و گرم شدن دوباره آن باعث تسریع در تخریب بتن و شاتکریت می‌شود.

برای کاهش مشکلات ناشی از نشت آب، بهترین روش جلوگیری از ورود آب به محدوده حفریات و یا خارج کردن آب ورودی از آن‌ها است. بدین منظور مواردی مانند جانمایی مناسب دهانه چاه یا تونل‌ها، اجرای چاه‌های زهکشی و پایین بردن سطح ایستابی با استفاده از پمپاژ آب (خشک‌اندازی)، احداث سدهای زیرزمینی و ارایه طرح مناسب آبکشی در حفریات بسیار موثر است.

برای تعمیر خرابی‌های ناشی از نشت آب در پوشش حفریه، ابتدا باید از نفوذ آب جلوگیری شود. در صورت وجود خرابی‌های عمده، بسته به نوع پوشش قبلی و یا طرح جدیدی که با توجه به وضعیت زمین توسط مسوولان معدن ارایه می‌شود، بازسازی اجرا می‌شود. برای حل مشکلات ناشی از نشت آب، اقدامات زیر باید انجام شود:

- شاتکریت: چنانچه میزان نشت آب کم باشد، شاتکریت (با طرح اختلاط مناسب برای آب‌بندی) موثر است.
- تزریق دوغاب در سنگ و خاک اطراف حفریات برای کاهش احتمال نفوذ در محل‌های مشخص شده
- تزریق در درزها و ترک‌های با پوشش‌های بتنی و شاتکریت
- رنگ‌آمیزی و استفاده از رزین نوع اپوکسی ضد خوردگی در مصالح فولادی (قاب‌های فلزی و پیچ‌سنگ‌ها)
- اندودکاری چوب با روغن برای محافظت در برابر نفوذ آب، به ویژه در محل سوراخ‌ها و نواقص
- لوله‌گذاری: در قسمتی از پوشش حفریه که آب از آنجا نشت می‌کند، چال‌هایی حفر و با لوله‌گذاری در آن‌ها، آب به سمت کانال هدایت می‌شود. چنانچه مقدار آب خیلی زیاد باشد، اطراف لوله، به ویژه در دهانه چال‌ها باید با سیمان کاملا آب‌بندی شود.

omoorepeyman.ir

۵-۳- تعمیر سیستم‌های نگهداری بتنی

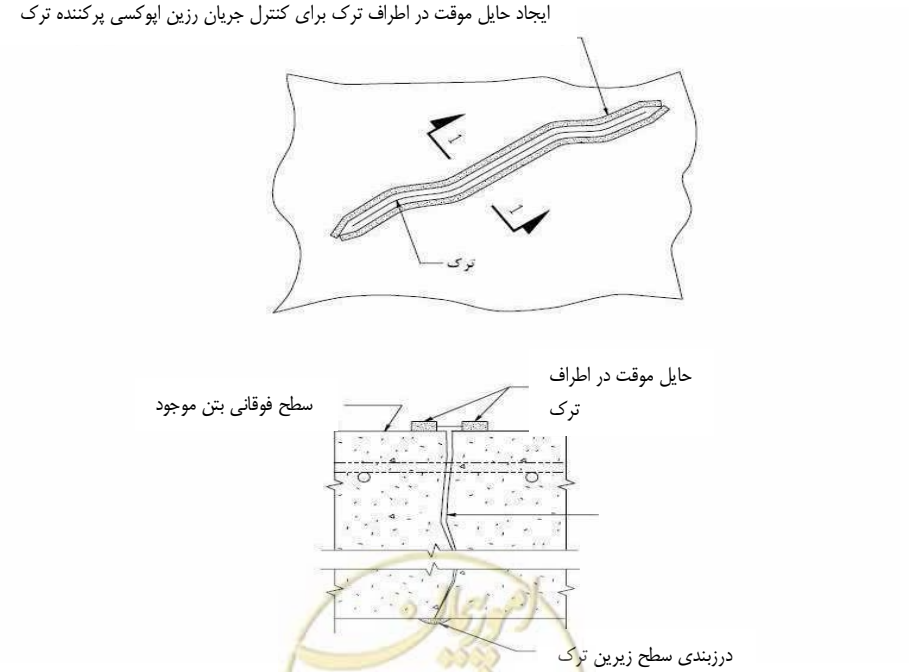
برای تعمیر سیستم‌های نگهداری بتنی، ابتدا باید وضعیت عیب مورد ارزیابی قرار گیرد تا علت و شدت آن، برای انتخاب بهترین روش تعمیر، تعیین شود. عوامل موثر بر تعمیر عبارت از:

- شدت خرابی ایجاد شده در بتن
- تعیین دلیل اصلی خرابی
- محلی که تعمیر باید انجام شود.
- اثر سازه‌ای عیب

تا زمانی که علت بروز عیب تشخیص و وضعیت اصلاح نشده است، تعمیرات نباید انجام شود، چون ممکن است، مشکل مشابهی در بتن تازه تعمیر شده مجددا، ایجاد شود. در برخی از حفریات، پوشش‌های بتنی پوشش سطحی پرداخت شده دارند که سطح بتن را می‌پوشاند و در نتیجه ممکن است وسعت خرابی را نیز پنهان کند.

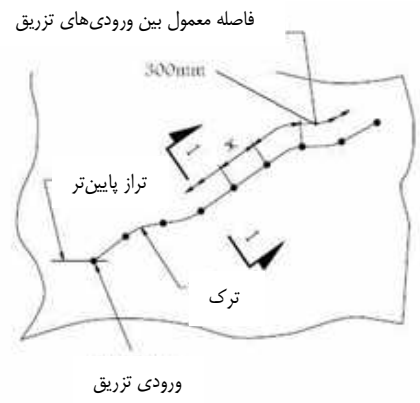
۵-۳-۱- تعمیر ترک‌خوردگی

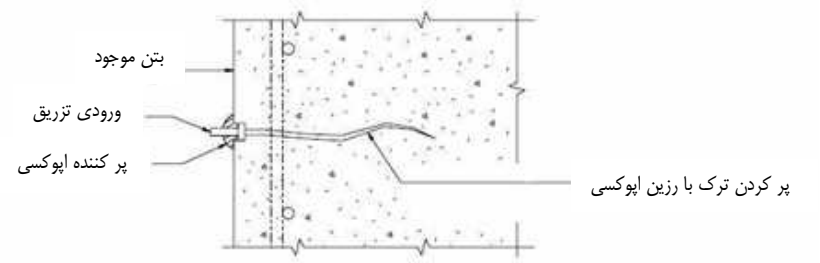
یکی از معمول‌ترین عیوبی که در بتن دیده می‌شود، ترک‌خوردگی است. در مورد ترک‌هایی که تغییر مکان و جابه‌جایی در آن‌ها وجود ندارد، ترک‌ها را می‌توان با رزین اپوکسی پر کرد. در مورد ترک‌هایی که روی سطح افقی قرار گرفته‌اند، ترک باید با ایجاد حایل‌های موقت، کاملا با رزین اپوکسی پر شود. در مورد ترک‌های قائم و بالای سر، یک ژل خمیری روی سطح ترک دور تا دور ورودی‌های تزریق قرار می‌گیرد تا رزین پرکننده ترک را در برگیرد. نمونه‌هایی از این نوع تعمیر در شکل‌های ۵-۱ و ۵-۲ نشان داده شده است.



شکل ۵-۱- جزییات تعمیر ترک واقع در سطح افقی

omoorepeyman.ir





مقطع ۱-۱

شکل ۵-۲- جزییات تعمیر ترک قائم/ بالاسری

۵-۳-۲- تعمیر پوسته‌شدگی

پوسته‌شدگی، گودشدگی نامنظم در بتن به صورت ترک‌های موازی یا متمایل به سطح (با شیب کم) است. پوسته‌شدگی حاصل از جدا شدن و از بین رفتن بخش‌هایی از سطح بتن، معمولا به دلیل خوردگی در آرماتورها، در جاهایی است که تنش‌های کششی در بتن بیش از مقاومت کششی می‌شود. عمق پوسته‌شدگی‌ها متفاوت است و برای مقاصد تعمیراتی می‌توان آن‌ها را به پوسته‌شدگی سطحی و عمیق طبقه‌بندی کرد.

پوسته‌شدگی سطحی غالبا تا عمقی کمتر از ۵۰ میلی‌متر در بتن نفوذ می‌کند، در حالی که پوسته‌شدگی‌های بیش از ۵۰ میلی‌متر اغلب موجب نمایان شدن آرماتورهای درون بتن می‌شوند. در صورتی که در زمان اولیه بتن‌ریزی، آرماتورها نزدیک به سطح بتن کار گذاشته شوند، در پوسته‌شدگی سطحی نیز ممکن است، آرماتورها نمایان شوند که منجر به ترکیدن پوشش بتنی روی آرماتور می‌شود.

برای تعمیر پوسته‌شدگی ابتدا باید کل بتن سست یا ورقه‌ورقه شده از سطح پوسته شده برداشت شود. در صورت عمیق بودن پوسته‌شدگی و نمایان شدن آرماتورها، سطح بتن و آرماتورها باید از مواد مخرب پاک شود. سپس اطراف ناحیه پوسته‌شدگی برش داده شود و چنانچه آرماتورها کاملا تخریب شده باشد، باید آرماتور جدید، با در نظر گرفتن هم‌پوشانی با آرماتورهای موجود، در جایی که لازم است، قرار داده شود. آنگاه آرماتورها با روکش‌های ضدزنگ پوشانده شده و ملات تعمیری پلیمری در ناحیه پوسته‌شدگی در عمق بتن اولیه اجرا شود.

omoorepeyman.ir

۵-۳-۳- تعمیر بتن پیش‌ساخته

رایج‌ترین خرابی پوشش‌های بتنی پیش‌ساخته، خرابی از محل درزه‌های نصب به ویژه در شرایطی که نشت آب وجود دارد، است. خرابی مصالح درزگیر و خوردگی پیچ‌ها، ممکن است منجر به پوسته‌شدگی بتن شود که این امر منجر به نمایان شدن آرماتورها می‌شود و خوردگی آرماتورها را نیز به دنبال دارد.

روش تعمیر درزه‌ها، شامل پر کردن درزه‌ها با مصالح درزبند و تعویض پیچ‌هایی است که ظرفیت باربری خود را از دست داده‌اند. همچنین، برای آب‌بندی درون درزه‌ها، باید دوغاب تزریق کرد.

۵-٤- تعمیرات سیستم نگهداری فولادی

تعمیر پوشش فلزی به دو صورت تعمیر و تعویض عضو آسیب دیده و تعمیرات خرابی استحکامات فلزی ناشی از نفوذ آب انجام می‌شود. بعد از انجام بازرسی، با توجه به نوع خرابی قاب فلزی، تعمیرات متناسب انجام می‌شود که ممکن است به صورت تعمیر و یا تعویض عضو آسیب دیده باشد.

۵-٤-۱- نکات ضروری در تعمیر سیستم‌های نگهداری فولادی

نکات ضروری به هنگام تعمیر سیستم‌های نگهداری فولادی به شرح زیر است:

- استفاده از پرسنل مجرب و آموزش دیده برای تعمیرات
- بررسی محل کار از نظر مناسب بودن تهویه، غبار و گاز
- داشتن روشنایی کافی
- مجهز بودن کارگران با وسایل حفاظت فردی
- قطع جریان برق
- تخلیه کامل آب (در صورتی که آب جمع شده باشد.)
- تمیز کردن کانال‌ها
- لق‌گیری و اطمینان از سلامت سقف و زمین اطراف حفریه
- در دسترس بودن کلیه وسایل و تجهیزات مورد نیاز تعمیرات
- نصب دستگاه‌های هشدار دهنده
- نصب تابلوهای هشدار دهنده مانند ورود ممنوع
- اطمینان از برقراری ارتباطات

۵-٤-۲- تعمیر خرابی‌ها

در خرابی جزیی، در اثر فشار وارده بر قاب، پیچ و مهره‌ها، شل می‌شود، کرپی‌ها جابه‌جا می‌شود، بغل‌بندها از جا در می‌آیند، قاب‌ها کج و لارده‌ها شکسته می‌شوند. در خرابی متوسط بغل‌بندها و لارده‌ها شکسته شده، بعضی از قطعات قاب خم می‌شود و پایه‌های قاب

omoorepeyman.ir

در زمین فرو می‌رود و سطح مقطع مفید گالری کاهش می‌یابد. در خرابی زیاد (ریزش) بخشی از تونل در اثر فشار زیاد ناشی از عوامل مختلف (استخراج، آتشباری، زلزله، استحکامات ناکافی و خطا در نصب استحکامات) کاملا تخریب و مملو از آوار شده و راه عبور و مرور و هوا رسانی به کارگاه‌های پشت محل ریزش، مشکل می‌شود.

در تعمیرات کلی که بخشی از گالری در اثر ریزش کاملا پر از آوار شده است، عملیات تعمیر، مشکل و با خطرات زیاد همراه است. ابتدا باید قاب‌های سالم به جا مانده در محل ریزش، تقویت و تحکیم شوند و قطعات سنگ آویزان لق‌گیری شوند. در ادامه با استفاده از وسایلی مانند بیل، کلنگ و یا لودر باید اقدام به خاکبرداری کرد و قاب‌های تخریب شده را از هم جدا کرد (با باز کردن پیچ و مهره‌های کرپی‌ها) و از محل ریزش خارج کرد. سپس با رعایت کامل نکات ایمنی، قاب‌های جدید در محل نصب شوند. در هر مرحله نباید بیش از یک قاب از محل خارج و قاب جدید باید بلافاصله جایگزین آن شود. در محل‌های پرخطر باید از وسایلی مانند دستگاه‌های بالابر، قاب‌کش و یا وینچ برای بیرون کشیدن قاب قدیمی و نصب قاب جدید استفاده شود.

۵-٤-۳- نصب و تعمیر قاب‌های کشویی

در نصب و تعمیر قاب کشویی نکات زیر را باید رعایت کرد:

الف- در زمین سست، برای جلوگیری از فرو رفتن پایه‌های قاب در زمین، باید از یکی از روش‌های زیر استفاده کرد:

- کندن چاله (فولیه) و ریختن مقداری شفته در ته آن و سپس قرار دادن پایه قاب در آن
- جوش دادن صفحه فلزی کوچک در ته پایه ستون (در تعمیرگاه)

ب- پایه‌ها و کلاهک در هر اتصال، حداقل ۴۰ سانتی‌متر هم‌پوشانی داشته باشند.

پ- فاصله محل قرارگیری کرپی تا لبه کلاهک، باید حدود ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود تا در اثر فشار وارده بر کلاهک، جا برای فرو رفتن آن در ستون باشد و در غیر این صورت، قاب در اثر فشار وارده خم و کج می‌شوند و یا پایه‌ها در زمین فرو می‌رود.

ت- برای بیرون کشیدن قاب از زیر آوار، باید پیچ و مهره‌های کرپی‌ها باز شود. برای سهولت در باز کردن و چرخش آن‌ها، لازم است قبلا به علت زنگ‌زدگی روغن‌کاری شوند.

ث- برای بیرون کشیدن قطعات قاب از زیر آوار، از نظر سهولت کار و ایمنی بیشتر، باید از دستگاه‌های وینچ، قاب‌کش، تیفور و یا بالابر استفاده شود.

ج- در هنگام تعمیرات در هر مرحله کاری، نباید بیش از یک قاب را برداشت و بلافاصله باید آن را جایگزین کرد.

چ- همواره مسیر پشت تعمیرکاران باید باز باشد تا در صورت ریزش، راه فرار وجود داشته باشد.

ح- در صورتی که زمین محل تخریب سست، ریزشی و یا دارای شکستگی زیاد باشد، نباید در ابتدا خاکبرداری انجام گیرد زیرا با کشیدن خاک، فضای باز بیشتری ایجاد شده و ریزش زیادتر می‌شود و امکان دارد حفره تا سطح زمین باز شود. چنانچه در پشت ناحیه ریزش افرادی محبوس باشند و یا ضرورت ایجاب کند که عملیات در اسرع وقت انجام گیرد، در این حالت اضطراری، حدود ۱۵ سانتی‌متر بالاتر از سطح مقطع تونل، یک راهرو با کف مستحکم (گربه‌رو) تا پشت ناحیه تخریب احداث شود و پس از خاتمه و انجام عملیات مورد نظر برای ادامه کار، تعمیرات در زیر سقف مطمئن (فوق) جاگذاری، بغل‌بندی، لارده‌گذاری و سنگ‌چینی پشت آن‌ها انجام شود.

خ- چنانچه ارتفاع ریزش سقف زیاد باشد، فضای خالی را باید با چوب به صورت کرسی‌چینی پر کرد.

omoorepeyman.ir

د- نظر به اینکه زمین اطراف حفریه در اثر ریزش سست می‌شود و حالت تعادل خود را از دست می‌دهد، برای متعادل کردن وضعیت، باید فاصله قاب‌ها را کم کرد و یا قاب فلزی با استحکام بیشتری به کار گرفت و یا از سازه‌های پوششی مناسب‌تری استفاده کرد. در هر صورت، ضمن رعایت مقررات ایمنی و اجرای مفاد پاسپورت کار، صرفه اقتصادی نیز باید مد نظر باشد.

٥-٤-٤- تعمیر خرابی‌های ناشی از خوردگی در اثر آب

یکی از دلایل اصلی خرابی فولاد، خوردگی ناشی از نفوذ آب و یا رطوبت هوا و یا طراحی و یا اجرای نادرست نصب، خستگی و یا نقص در مصالح است. در این مورد، موارد زیر برای تعمیر سیستم‌های نگهداری فولادی باید به کار گرفته شود:

الف- در صورتی که پیچ و مهره‌ها، صفحات قطعات کرپی و بغل‌بند دچار خوردگی شوند باید تعمیر و یا تعویض شوند.

ب- چنانچه ستون و یا کلاهک (قاب) و یا سازه‌های فلزی از نوع دیگر در مسیر حفریه، در اثر نفوذ آب و یا رطوبت هوا خورده و پوسیده شوند و امکان بیرون کشیدن آن‌ها نباشد، می‌توان قسمت آسیب دیده را با قرار دادن صفحه‌ای مقاوم با پیچ کردن و یا با جوشکاری تعمیر کرد. باید توجه داشت در معادن زغال‌سنگ که خطر انفجار گاز متان و گرد زغال وجود دارد، جوشکاری ممنوع است.

پ- رنگ‌پاشی: روش دیگر برای جلوگیری از خوردگی، رنگ‌پاشی است. تجربه نشان داده است که پوشش رنگ رزین اپوکسی بر روی فولاد عملکرد خوبی دارد.

ت- روش شاتکریت: با پاشیدن بتن بر روی فولاد نیز می‌توان از خوردگی آن جلوگیری کرد. حداقل ضخامت شاتکریت بر روی پروفیل‌های فولادی باید ٥ سانتی‌متر باشد.

ث- برای آزمون و کنترل پروفیل قاب‌های فلزی موارد زیر باید مد نظر قرار گیرد:

- کنترل ابعاد پروفیل با توجه به حد مجاز با استفاده از شابلون
- کنترل چشمی پروفیل و قاب‌های ساخته شده برای بررسی وجود حفره‌ها و بریدگی‌ها
- کنترل عدم پیچیدگی پروفیل قاب
- کنترل توازن و همسان شدن لبه‌های فوقانی قاب‌ها پس از خم‌کاری با استفاده از گونیا در سطوح صاف
- کنترل لبه‌های بریده شده انتهای قاب‌ها برای اطمینان از عدم وجود زایده و نداشتن انحراف برش
- کنترل تقارن پروفیل ساخته شده

٥-٥- تعمیرات سیستم‌های نگهداری چوبی

یکی از متداول‌ترین روش‌های تعمیر سازه‌های چوبی، برداشتن عضو آسیب دیده و جایگزین کردن آن با عضو جدید است. در زمان تعویض عضو آسیب دیده باید حدود ٢ تا ٣ متر اطراف عضو تقویت شود. زمانی که در یک قاب چوبی دو عضو قدیمی و جدید که بار را تحمل می‌کنند (به دلیل تفاوت در میزان خمیدگی و انقباض) باید کنترل‌ها و مراقبت‌های لازم اعمال و عضوی که ضعیف‌تر است، تقویت شود.

omoorepeyman.ir

۵-۵-۱- نکات ضروری در تعمیر سیستم‌های نگهداری چوبی

در تعمیر سیستم‌های نگهداری چوبی رعایت موارد زیر الزامی است:

- تعمیرکاری باید توسط پرسنل مجرب و آموزش دیده انجام گیرد.
- محل کار باید از نظر مناسب بودن تهویه و میزان گاز مجاز بررسی شود.
- پس از لق‌گیری در پناه سقف مطمئن (سقف موقت) بازدید چشمی به عمل آید. سپس با زدن ضربه با پتک به چوب بست‌ها و سنگ‌های در برگیرنده قاب، علایم و آثار موجود با پاسپورت مطابقت داده شود.
- روشنایی کافی تامین شود.
- اشخاص به وسایل حفاظت فردی مجهز باشند.
- کلیه وسایل مورد نیاز تعمیرات در دسترس باشد.

۵-۵-۲- تعمیر خرابی‌ها

چنانچه در نگهداری، انحراف چوب‌های قاب (یک و بیشتر از آن)، فرو رفتن پایه ستون‌ها در زمین، پوسیدگی، شکستگی و عیب‌های دیگر روی داده باشد، لازم است پس از انجام لق‌گیری، انداختن قطعات سنگ و یا تکه‌های زغال‌سنگ معلق، از سمت محلی که امکان فرار کارگران در صورت ریزش فراهم است و در پناه حفاظ مطمئن، اعضای معیوب قاب با چوب‌های سالم تعویض شوند. در تمام مراحل، قاب باید با استفاده از گوه به زمین پیرامون قاب کاملا محکم شود و پس از لارده‌گذاری، پشت لارده‌ها و قاب‌ها باید کاملا با سنگ پر شود، به طوری که فضای خالی بین آن‌ها وجود نداشته باشد.

در مرحله تخریب کلی، میزان خرابی‌ها وسیع است و قسمتی از حفریه، تحت فشارهای فوقانی و جانبی، تخریب و تونل مسدود شده است. تعمیرات در این شرایط بسیار مشکل است و باید با احتیاط انجام گیرد. چنانچه زمین سست و ریزشی باشد، به عنوان مثال در محل شکستگی و یا لایه زغال‌سنگی و یا زمین آبدار، تعمیرات در این نواحی مشکل و خطرآفرین است. در این نواحی عملیات زیر باید در پناه سقف موقت مطمئن، انجام و موارد زیر مد نظر قرار گیرد:

- بیرون کشیدن چوب‌های سالم با وسیله سنتی (دستی) و یا وسایل مکانیزه
- خاکبرداری با استفاده از بیل یا لودر
- ایجاد چوب بست جدید چوبی

چنانچه در محل ریزش، آب راکد حاوی گاز سولفید هیدروژن وجود داشته باشد، رفت و آمد در این مناطق باید با احتیاط انجام گیرد. زیرا با سقوط سنگ و یا افتادن تکه چوب در گودال، موجب تلاطم آب شده و گاز سولفید هیدروژن آزاد و در فضا پخش می‌شود. این گاز سمی است و موجب مسمومیت کارگرانی که در آن ناحیه کار می‌کنند، می‌شود.

۵-۵-۳- نکات اجرایی در زمان تعمیرات

در تعمیرات و اجرای سیستم‌های نگهداری چوبی، رعایت نکات زیر الزامی است:

- کف‌لا: زمانی که زمین سست است باید از کف‌لا استفاده کرد.
- پس از چوب‌بست‌کاری، باید پشت چوب‌بست‌ها را لارده‌گذاری و پشت لارده‌ها را با سنگ پر کرد.

omoorepeyman.ir

- برای ارتباط کامل قاب به زمین‌های اطراف، باید از گوه استفاده شود.
- بسته به فشارهای جانبی و قائم، فاصله چوب‌بست‌ها ۰/۵ تا ۱/۵ متر در نظر گرفته شود.
- قطر ستون و کلاهک برابر باشند.
- کلاهک را بر حسب خمش باید کنترل کرد.
- ستون‌ها را بر حسب کوتاهی، بلندی،کمانش و یا فشارش باید کنترل کرد.
- قطر کلاهک را باید با توجه به تنش برشی گوشه‌های کلاهک کنترل کرد.
- قطر ستون را باید با توجه به احتمال فرو رفتن آن در کف زمین کنترل کرد.

در اغلب موارد فشار سقف تونل زیاد است و موجب صدمه رساندن به کلاهک می‌شود. در این حالت در صورتی که فضای تونل اجازه دهد، برای تقویت سقف باید از عضو نگهداری چوبی، به نام شمع، استفاده کرد.

۵-۶- تعمیرات سیستم‌های نگهداری شاتکریت

برای انجام تعمیرات، در درجه نخست، تعیین علت و وسعت خسارت وارده ضروری است. معمولا این کار در طی بازرسی از حفریات شبکه‌های زیرزمینی تعیین و نتایج بررسی‌ها، منجر به اتخاذ روش تعمیری می‌شود. در ادامه تعمیرات در هر یک از مراحل خرابی جزیی، متوسط و کلی توصیه شده است.

۵-۶-۱- تعمیرات جزیی

وقتی علایم خرابی جزیی باشد، به طور مثال پوسته‌شدگی سطحی بدون نمایان شدن توری، اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- برداشتن کل بتن سست و یا ورق ورق شده از پوسته
- تمیز کردن سطح بتن از مواد مخرب
- گرفتن اطراف ناحیه پوسته
- شاتکریت مجدد

۵-۶-۲- تعمیرات متوسط

اطراف ناحیه پوسته شده و ترک‌خوردگی، باید برش داده شده و توری‌هایی که آسیب دیده، برداشته شود. توری‌های معیوب با توری‌های سالم جایگزین و برای جلوگیری از آب‌دیدگی (زنگ‌زدگی) توری‌های فلزی شاتکریت روی آن انجام می‌شود. توری‌ها باید کاملا در داخل شاتکریت قرار گیرد و همچنین باید دقت کافی به عمل آید که در نقاط تقاطع سیم‌های شبکه، حباب هوا تشکیل نشود. این کار با حرکت مداوم و تغییر زاویه نازل بتن‌پاش امکان‌پذیر است.

omoorepeyman.ir

۵-۶-۳- تعمیرات کلی

در این مرحله سیستم نگهداری تونل به طور کامل حذف می‌شود و سقف فاقد حفاظ است. بنابراین خطر سقوط قطعات سنگ‌های کوچک مانند زغال‌سنگ معلق وجود دارد. بنابراین تعمیرات باید با رعایت کامل ایمنی انجام گیرد و از کارگران آموزش دیده و با تجربه در این زمینه استفاده شود. برای شروع کار پس از لق‌گیری و جدا کردن توری‌های پاره و فرسوده شده، برای هموارسازی سطح کار، لازم است بتن به ضخامت ۳ تا ۵ سانتی‌متر پاشیده شود و پس از قرار دادن تور سیمی، مجددا تا سطح مورد نظر شاتکریت به همراه پیچ‌سنگ اجرا شود.

اصولا شاتکریت به عنوان پوشش نگهدارنده اولیه برای حفاری پیش از ساخت پوشش نهایی تونل استفاده می‌شود. این روند را با به کارگیری پیچ‌سنگ‌ها، قاب‌های میلگردی[1] یا توری سیمی برای افزایش مقاومت شاتکریت، می‌توان تکمیل کرد.

همچنین با افزودن الیاف فولادی یا مصنوعی و ریز دانه‌ها، می‌توان از شاتکریت به عنوان پوشش نهایی در حفریات استفاده کرد و با اجرای شاتکریت در لایه‌های نازک و صاف به مقاومت قابل ملاحظه‌ای دست یافت. از شاتکریت برای پوشاندن و حفاظت از پوشش ضد آب یا به عنوان پوشش تعمیری در تقویت حفریه می‌توان استفاده کرد. شاتکریت به عمل آمده، رفتاری شبیه به بتن درجای استاندارد دارد و مستعد ترک‌خوردگی، پوسته‌شدگی و تورق است حتی اگر در طرح اختلاط آن کاهش این اثرات در نظر گرفته شده باشد. در صورت نبود محدودیت، از لایه‌های جدید شاتکریت برای اصلاح بخش مورد نیاز برای تعمیر استفاده شود.

۵-۷- تعمیرات سیستم‌های نگهداری پیچ‌سنگ

با اجرای آزمون کشش پیچ‌سنگ و ارزیابی وضعیت این سیستم نگهداری، می‌توان از میزان تامین پایداری (کنترل کفایت تحکیم بر اساس تحلیل‌های جدید و یا بررسی‌های اولیه) حفریه اطلاع پیدا کرد. در اکثر مواقع برای تعمیر حفریه و تامین پایداری، نیاز به اجرای پیچ‌سنگ‌های جدید است. تعمیرات مربوط به پیچ‌سنگ در سه رده جزیی، متوسط و کلی به شرح زیر انجام می‌شود.

۵-۷-۱- تعمیرات جزیی

در این حالت با رعایت مقررات ایمنی، پس از انجام لق‌گیری قطعات و زغال‌سنگ معلق، صفحه اتصال (در صورتی که شکسته و یا کج و معوج شده باشند) تعویض شده و مهره و یا مهره‌ها، با آچار محکم می‌شوند.

۵-۷-۲- تعمیرات متوسط

در این حالت نیاز به پرسنل آموزش دیده مجرب است که با توجه به وضعیت سطح کار، بتواند نوع پیچ‌سنگ و فاصله آن‌ها از یکدیگر را به گونه‌ای انتخاب کند که پایداری حفریه تامین شود. همچنین برای جلوگیری از سقوط قطعات کوچک سنگ، از پیچ‌سنگ به همراه توری فلزی استفاده می‌شود.

omoorepeyman.ir

1- Lattice Girders

۵-۷-۳- تعمیرات کلی

در این حالت بخشی از حفریه در اثر ریزش سقف و دیواره‌ها کاملا پر از آوار شده است، به طوری که عملیات تعمیر مشکل و خطرات زیادی به همراه دارد. برای انجام تعمیرات، با رعایت مقررات ایمنی، پس از تقویت استحکام ورودی محل ریزش و انجام لق‌گیری قطعات سنگ مانند زغال‌سنگ معلق، به وسیله بیل و کلنگ و یا دیلم مناسب، تورهای سیمی پاره و مچاله شده به وسیله قیچی سیم بر جدا شده و عملیات خاکبرداری انجام می‌شود.

با توجه به انواع خرابی‌ها و وضعیت کلی پایداری حفریات، موارد زیر به عنوان راهکارهای پیشنهادی توصیه می‌شود:

– در صورت وجود خوردگی در صفحات فولادی پیچ‌سنگ و یا ایجاد خمش و ترک باید آن‌ها را تعویض کرد.

– در صورت خرد شدن و پوسته شدن صفحات بتنی پیچ‌سنگ‌ها، باید از صفحات بتنی مناسب به صورت جایگزین استفاده کرد.

– هر گاه صفحه پیچ‌سنگ از جدار حفریه فاصله گرفته باشد، باید مابین آن‌ها با بتن پر شود.

– در صورت شل بودن مهره سر پیچ‌ها، باید آن‌ها را سفت کرد.

– چنانچه اجزای پیچ‌سنگ خورده شده و یا گسیخته شده باشد، باید آن‌ها را تعویض کرد.

– وجود آب زیرزمینی در معادن، باعث تسریع خوردگی می‌شود. مشاهده نشت آب از چال پیچ‌سنگ که ممکن است به صورت قرمز رنگ باشد، بیانگر فرآیند خوردگی پیچ‌سنگ است. بنابراین در این گونه مواقع توصیه می‌شود با حفر چال‌های زهکش از خوردگی بیشتر پیچ‌سنگ جلوگیری شود.

۵-۸- نکات ایمنی در زمان تعمیرات

۵-۸-۱- شرایط و شرح وظایف چوب‌بست‌کار

– چوب‌بست‌کار باید دارای سلامت و تجربه کافی باشد و آموزش رشته تخصصی، ایمنی فنی و بهداشت کار را گذرانده باشد.

– از مقررات و دستورالعمل‌ها و مدارک فنی مرتبط به تکنولوژی ایمنی کار که به تخصص و محل کار او مربوط می‌شود، اطلاع کامل داشته باشد.

– دستورات سرپرست کارگاه (شیفت، قسمت، بخش و نظایر آن) در زمینه اجرای بی‌خطر کار را در محیط کار اجرا کند.

– علایم اطلاع‌رسانی اضطراری، مقررات طرز رفتار در شرایط بروز سوانح، راه‌های خروج در مواقع اضطراری، مکان‌های استقرار وسایل نجات فردی و حفاظت در برابر پیامدهای حادثه را بداند و بتواند از وسایل حفاظتی ضدحریق و حفاظت گروهی و فردی استفاده کرده و کمک‌های اولیه پزشکی را ارایه کند.

– مقررات علایم هشدار دهنده و مقررات ایمنی و خبررسانی اضطراری و همچنین درخواست‌های حضور مسوول ایمنی و سایر مسوولان ذی‌ربط را در محل اجرا کند.

– نظم کارگاه را به طور کامل رعایت کند.

– به وسایل حفاظتی و ایمنی فردی از قبیل لباس کار مناسب، کفش، عینک، کلاه دستکش، چراغ تونلی سالم، قمقمه آب، ماسک ضد گرد و غبار، ماسک نجات فردی و زانوبند، مطابق با شرایط محیط کار (بر اساس آیین‌نامه‌های موجود) مجهز باشد.

omoorepeyman.ir

– مقررات پیش‌بینی شده در پاسپورت، در زمینه پیشگیری از بیماری‌های مربوط به کار حرفه‌ای را اجرا کرده و مقررات بهداشت فردی در معادن را رعایت کند.

– در هر شیفت کاری، وضعیت ایمنی محل کار، ماشین‌آلات و تجهیزات را پایش کند و در صورت وجود خرابی آن‌ها را تعمیر کند و در صورت عدم امکان رفع آن‌ها توسط همکاران، به سرپرست کارگاه معدن اطلاع دهد.

۵-۸-۲- مقررات ایمنی تعمیر چوب‌بست

الف– حفریه‌هایی که به وسیله قاب‌های چوبی، فلزی، بتنی و نظایر آن نگهداری می‌شوند، باید به طور پیوسته توسط کارشناسان ایمنی و یا مسوولان معدن بازرسی شوند. عیب‌های مشاهده شده باید در اسرع وقت برطرف شود.

ب– عملیات تعمیر حفریه‌ها و خارج ساختن قطعات داربست از زیر آوار باید به وسیله کارگران ماهر و با تجربه و تحت نظر مسوول ایمنی و یا افراد گروه نجات (بسته به شدت محل ریزش) انجام شود.

پ– بعد از خارج کردن قطعات معیوب و خاکبرداری، ریزش در اطراف حفریه زیاد می‌شود، بنابراین عملیات تعمیرات در ریزش‌های بزرگ معدنی باید مطابق یک برنامه منظم و ایمن اجرا شود.

ت– قبل از شروع به کار تعمیرات و احداث چوب‌بست جدید به نکات زیر باید توجه داشت:

– اندازه‌گیری غلظت گازهای موجود

– خارج کردن آب از محل ریزش

– بررسی وضعیت محل ریزش از نظر نوع سازندهای زمین‌شناسی

– تامین روشنایی کافی

– همراه داشتن تجهیزات مورد نیاز مانند تبر، پتک، اره، دیلم، نردبان، چهار پایه، کلنگ، پیکور و دستگاه بالابر، بیل و نظایر آن

ث– برای نصب و تعمیر حفریات زیرزمینی حداقل دو نفر چوب‌بست‌کار لازم است.

ج– به هنگام تعمیرات، چوب‌بست‌کاران باید تحت حفاظت چوب‌بست مطمئن به طوری که پشت سر آن‌ها کاملا باز و در صورت اضطرار راه فرار بلامانع باشد، قرار گیرند.

چ– تعمیر و نصب چوب بست جدید باید مطابق با دفترچه مشخصات انجام شود.

ح– با شروع تعمیرات، چوب‌بست‌کار باید برق را کاملا قطع نماید و تابلوهای "محل در حال تعمیر است" و "ورود ممنوع است" در دو طرف محل تخریب نصب شود.

خ– در نصب و تعمیر سیستم نگهداری رعایت اصول زیر الزامی است:

– سیستم‌های نگهداری باید بلافاصله بعد از حفاری و خاکبرداری نصب شود.

– بین سیستم نگهداری و سنگ‌های اطراف باید تماس و درگیری ایمن برقرار شود.

– بین سنگ و سیستم نگهداری از نظر تغییر شکل‌پذیری باید همسانی وجود داشته باشد.

– از تخریب ناشی از هوازدگی سنگ‌ها باید جلوگیری شود.

– سیستم نگهداری جدید، باید با مقطع حفاری و تغییر شرایط توده‌سنگ منطبق باشد.

omoorepeyman.ir

– باید حداقل دست‌خوردگی در سنگ‌های اطراف سیستم‌های نگهداری ایجاد شود.

د– هنگام کار در حفریه‌های بن‌بست همواره تهویه مناسب تامین شود.

ذ– در هنگام تعویض وسایل نگهداری، برداشتن بیش از دو قاب چوبی یا فلزی در یک زمان مجاز نیست. قبل از برداشتن هر قاب معیوب لازم است قاب‌های اطراف آن به اندازه کافی تقویت و تخته‌کوبی شوند.

ر– در صورت سستی و شکست، پایه‌های معیوب بلافاصله باید با پایه‌های سالم جایگزین شوند.

ز– در صورت امکان قاب‌های تعمیری باید با قید و بست‌ها به قاب‌های مجاور همبند و ثابت شوند.

ژ– به هنگام تعویض پایه شکسته، لازم است در زیر کلاهک، دو پایه موقت نصب و پس از خارج کردن پایه‌های معیوب، پایه اصلی نصب شود. در ادامه باید پشت قاب لارده‌گذاری و با سنگ کاملا پر شود.

س– در منطقه‌ای که در آن عملیات حمل و نقل به وسیله لکوموتیو برقی انجام می‌گیرد برای جلب توجه راننده، باید از دو طرف محل به فاصله مناسب، با خط قرمز علامت‌گذاری شود.

ش– محل تعمیر نباید از چوب و دیگر مواد غیرضروری انباشته شود. انباشته شدن مواد اضافی علاوه بر کاهش راندمان کار، موجب کاهش هوارسانی کافی نیز می‌شود.

ص– در هنگام تعویض کلاهک باید پایه‌های (ستون‌های) قاب مورد تعمیر، کاملا محکم و تقویت شده و سپس از محل بی‌خطر با ابزاری با دسته بلند و یا بالابر، کلاهک بیرون کشیده شود.

omoorepeyman.ir

عناوین پروژه‌های اکتشاف برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان برنامه و بودجه کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های اکتشافی	۳۲۸	-
۲	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف زغال‌سنگ	۳۵۱	-
۳	دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی	۳۷۹	-
۴	راهنمای ملاحظات زیست‌محیطی در فعالیت‌های اکتشافی	٤۹۸	۱۳
۵	دستورالعمل تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی- اکتشافی بزرگ مقیاس رقومی (۱:۲۵۰۰۰)	۵۳۲	۲۰
۶	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف سنگ آهن	۵۳٦	۱۷
۷	علایم استاندارد نقشه‌های زمین‌شناسی	۵۳۹	۲۳
۸	دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ‌مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵۰۰۰)	۵٤۰	۲٤
۹	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف مس	۵٤۱	۲۵
۱۰	فهرست خدمات اکتشافی سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی (باریت، بنتونیت، زئولیت، سلستین، سیلیس، فلدسپار، فلوئورین)	۵٦٦	۳٦
۱۱	واژه‌ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵٦۷	۳۷
۱۲	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف مس سرب و روی	۵۸۱	٤۰
۱۳	راهنمای مطالعات ژئوفیزیکی اکتشافی به روش‌های مغناطیس‌سنجی، گرانی‌سنجی و لرزه‌نگاری در اکتشافات معدنی	۵۹٤	۲۸
۱۴	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف آنتیموان	۵۹۵	۳٤
۱۵	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی	۵۹۹	٤۳
۱۶	فهرست خدمات و راهنمای مطالعات دورسنجی در اکتشاف مواد معدنی	٦۱۵	٤۵
۱۷	فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف مواد اولیه سیمان	٦۱۷	٤۷
۱۸	فهرست خدمات و دستورالعمل بررسی‌های چاه‌پیمایی	٦۱۸	٤۸
۱۹	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف عناصر نادر خاکی	٦٤۸	۵۱
۲۰	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف قلع	٦٤۹	۵۲
۲۱	دستورالعمل آماده‌سازی و اندازه‌گیری عناصر در سنگ آهن	٦۵۲	۵٤
۲۲	دستورالعمل آماده‌سازی، تهیه نمونه و مطالعات میکروسکوپی و سیالات درگیر برای نمونه‌های اکتشافی	٦۵۵	۵۵
۲۳	دستورالعمل اکتشافات ژئوشیمیایی محیط‌های سنگی در مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰	٦۷۱	٦۲
۲۴	دستورالعمل یکسان‌سازی اسامی مواد معدنی	۲۳۱	٦۵
۲۵	راهنمای مطالعات ژئوفیزیکی به روش‌های مقاومت ویژه، پلاریزاسیون القایی، الکترومغناطیسی و پتانسیل خودزا در اکتشاف مواد معدنی	۵۳۳	٦٦
۲۶	دستورالعمل تهیه گزارش پایان عملیات اکتشافی	٤۹۵	۷۰
۲۷	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف طلا	۷۰۳	۷۵
۲۸	دستورالعمل آماده‌سازی و اندازه‌گیری غلظت فلزات گرانبها (طلا، نقره و گروه پلاتین)	۷۰٤	۷۸
۲۹	دستورالعمل تهیه طرح اکتشاف مواد معدنی	۷۱۳	۸۰
۳۰	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف گچ و نمک	۷۲۱	۸۱
۳۱	دستورالعمل آماده‌سازی و اندازه‌گیری غلظت فلزات پایه (مس، روی و سرب)	۷۲۷	۸۲
۳۲	فهرست خدمات اکتشاف سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی (پرلیت، دیاتومیت و ورمیکولیت)	۷۲۸	۸۳
۳۳	دستورالعمل اکتشافات ژئوشیمیایی خاک در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰	۷۳۰	۸۵

omoorepeyman.ir

عناوین پروژه‌های اکتشاف برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان برنامه و بودجه کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۳۴	دستورالعمل اکتشاف ناحیه‌ای طلا به روش بلگ	در دست تدوین	
۳۵	راهنمای مطالعات GIS در مقیاس ناحیه‌ای و تعیین نواحی امیدبخش	در دست تدوین	
۳۶	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف در شورابه‌ها	در دست تدوین	
۳۷	فهرست خدمات و دستورالعمل اکتشاف سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی (نسوزها): خاک نسوز، منیزیت- هونتیت، بوکسیت، نسوزهای آلومینو سیلیکاته (کیانیت، سیلیمانیت و آندالوزیت)، گرافیت و دولومیت	در دست تدوین	
۳۸	دستورالعمل بررسی‌های ژئوشیمیایی به روش اکتشافات بیوژئوشیمیایی و ژئوبوتانی	در دست تدوین	

omoorepeyman.ir

عناوین پروژه‌های کمیته استخراج برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان برنامه و بودجه کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های استخراجی	۳۴۰	-
۲	مقررات تهویه در معادن	۳۵۰	-
۳	مقررات فنی آتشباری در معادن	٤۱۰	-
۴	دستورالعمل تهیه نقشه‌های استخراجی معدن	٤٤۲	۸
۵	راهنمای ارزشیابی دارایی‌های معدنی	٤٤۳	۹
۶	دستورالعمل فنی روشنایی در معادن	٤۸۹	۱۰
۷	دستورالعمل امداد و نجات در معادن	٤۸۸	۱۸
۸	راهنمای تهیه گزارش‌های طراحی معدن	٤۹٦	۱۱
۹	دستورالعمل ترابری در معادن	۵۰٦	۱٤
۱۰	دستورالعمل توزیع هوای فشرده در معادن	۵۳۱	۱۹
۱۱	دستورالعمل طراحی و اجرای سیستم نگهداری تونل‌های معدنی	۵۳۷	۲۱
۱۲	دستورالعمل تحلیل پایداری و پایدارسازی شیب‌ها در معادن روباز	۵۳۸	۲۲
۱۳	راهنمای محاسبه قیمت تمام شده در فعالیت‌های معدنی	۵٤۲	۲٦
۱۴	دستورالعمل نگهداری و کنترل سقف در کارگاه‌های استخراج	۵۵۳	۲۹
۱۵	واژه‌ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵٦۷	۳۷
۱۶	راهنمای آبکشی در معادن	۵۷۳	۳۸
۱۷	دستورالعمل طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی	۵۷۹	٤۱
۱۸	راهنمای ملاحظات زیست‌محیطی در فعالیت‌های استخراجی	٦۱۱	٤٤
۱۹	راهنمای ارزیابی و کنترل پیامدهای ناشی از انفجار در معادن	٦۱٦	٤٦
۲۰	راهنمای انتخاب روش استخراج ذخایر معدنی	٦۲۳	٤۹
۲۱	دستورالعمل تعیین مرز تغییر روش استخراج از روباز به زیرزمینی	٦۲۵	۵۰
۲۲	دستورالعمل کاربرد روش‌های عددی در طراحی ژئومکانیکی معادن	٦۵٦	۵٦
۲۳	راهنمای ارزیابی ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE) در معادن	٦٦۹	٦۰
۲۴	راهنمای امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی	۵۵۸	٦٤
۲۵	دستورالعمل پر کردن کارگاه‌های استخراج معادن زیرزمینی	۲۸۳	٦۹
۲۶	راهنمای محاسبه بار و توزیع برق در معادن	۳۰٤	۷۱
۲۷	دستورالعمل گاززدایی در معادن زغال‌سنگ	۷۰۹	۷٦
۲۸	دستورالعمل ابزاربندی و رفتارنگاری در معادن روباز	۷۲۵	۸٤
۲۹	دستورالعمل بازرسی و تعمیر سیستم‌های نگهداری در حفریات معدنی	۷۲٦	۸٦
۳۰	دستورالعمل کنترل رقیق‌شدگی در معادن	در دست تدوین	
۳۱	راهنمای تخمین و کنترل نشست در معادن	در دست تدوین	
۳۲	علایم استاندارد نقشه‌های استخراجی معدن	در دست تدوین	
۳۳	راهنمای متره و برآورد در فعالیت‌های استخراج معدنی	در دست تدوین	
۳۴	راهنمای مکان‌یابی و جانمایی تاسیسات و تجهیزات در معادن روباز	در دست تدوین	
۳۵	راهنمای طراحی و احداث شبکه‌های زیرزمینی معادن	در دست تدوین	

omoorepeyman.ir

عناوین پروژه‌های فرآوری برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان برنامه و بودجه کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	راهنمای اکتشاف، استخراج و فرآوری سنگ‌های تزیینی و نما	۳۷۸	-
۲	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های کانه‌آرایی	٤٤١	۷
۳	فهرست خدمات طراحی پایه واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری مواد معدنی	٤۹۷	۱۲
۴	علایم استاندارد نقشه‌های کانه‌آرایی	۵۰۸	۱۵
۵	راهنمای نرم‌افزاری علایم استاندارد نقشه‌های کانه‌آرایی مواد معدنی	۵۰۸	۲۷
۶	دستورالعمل مکان‌یابی واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری	۵۱۵	۱٦
۷	ضوابط انجام آزمایش‌های کانه‌آرایی در مقیاس آزمایشگاهی، پایه و پیشاهنگ	۵٤٤	۳۱
۸	راهنمای محاسبه تعیین ظرفیت ماشین‌آلات و تجهیزات واحدهای کانه‌آرایی	۵٤۵	۳۲
۹	راهنمای انباشت مواد باطله در واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری	۵۵۹	۳۳
۱۰	راهنمای سنگ‌جوری مواد معدنی به روش‌های دستی یا خودکار	۵۵٤	۳۰
۱۱	راهنمای حمل و نقل مواد معدنی در مدارهای کانه‌آرایی	۵٦٤	۳۹
۱۲	شناسایی مواد معدنی و آزادسازی آن‌ها در کانه‌آرایی	۵٦۵	۳۵
۱۳	واژه‌ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵٦۷	۳۷
۱۴	ضوابط و معیارهای انتخاب آسیای خودشکن و نیمه‌خودشکن	۵۸۰	٤۲
۱۵	دستورالعمل کنترل و خنثی‌سازی آرسنیک، سولفید و سیانید در آزمایشگاه‌های فرآوری	٦۵۱	۵۳
۱۶	دستورالعمل نمونه‌برداری در کانه‌آرایی	٦٦۰	۵۷
۱۷	راهنمای تعیین شاخص خردایش در آسیاهای مختلف	٦٦۱	۵۸
۱۸	راهنمای آزمایش‌های جدایش ثقلی در مقیاس آزمایشگاهی	٦٦۲	۵۹
۱۹	راهنمای انتخاب مدار خردایش مواد معدنی	٦۷۰	٦۱
۲۰	راهنمای افزایش مقیاس در واحدهای کانه‌آرایی	٦۷۲	٦۳
۲۱	راهنمای آزمایش‌های خشک‌کردن، تشویه و تکلیس در مقیاس آزمایشگاهی	۳۷۲	٦۷
۲۲	راهنمای پذیرش و نگهداری نمونه‌های معدنی در آزمایشگاه کانه‌آرایی	٦۸۰	٦۸
۲۳	راهنمای پوشش و تجهیزات حفاظتی کارکنان در واحدهای کانه‌آرایی	۵۱٤	۷۲
۲۴	راهنمای مخلوط‌سازی بار ورودی در کارخانه‌های فرآوری مواد معدنی	۵۷۲	۷۳
۲۵	فهرست کنترل کیفی بار ورودی، مواد در گردش و محصولات واحدهای کانه‌آرایی	۷۰۸	۷۷
۲۶	دستورالعمل دانه‌بندی مواد معدنی	۷۱۰	۷۹
۲۷	فهرست خدمات مهندسی تفصیلی واحدهای کانه‌آرایی	در دست تدوین	
۲۸	راهنمای محاسبات در آزمایش‌های کانه‌آرایی	در دست تدوین	
۲۹	راهنمای آماده‌سازی نمونه در آزمایشگاه کانه‌آرایی	در دست تدوین	
۳۰	راهنمای فنی کنترل و پایش تجهیزات فرآوری	در دست تدوین	
۳۱	راهنمای آزمایش‌های هیدرومتالورژی در مقیاس آزمایشگاهی	در دست تدوین	

omoorepeyman.ir

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 ششصد عنوان ضابطه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی، نشریه 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 فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست ضوابط منتشر شده در پایگاه اطلاع‌رسانی**nezamfanni.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

امور نظام فنی و اجرایی

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Budget and Planning Organization

Instruction for Inspection and Repairment of Support System in Mine Excavations

No. 726

Office of Deputy for Technical and Infrastructure Development Affairs

Department of Technical and Executive Affairs

nezamfanni.ir

Ministry of Industry, Mine and Trade
Deputy of Mine Affairs and Mineral Industries
Office for Mining Supervision and Exploitation

http://mimt.gov.ir

2018

omoorepeyman.ir

این نشریه

سیستم‌های نگهداری در حفریات معـدنی را بررسـی کرده و دستورالعمل بازرسی و تعمیر آن‌هـا را نیـز ارایـه می‌کند.

omoorepeyman.ir