جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

دستورالعمل طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی

نشریه شماره ۵۷۹

معاونت نظارت راهبردی

امور نظام فنی

Nezamfanni.ir

وزارت صنعت، معدن و تجارت

معاونت امور معادن و صنایع معدنی

http://www.mim.gov.ir

۱۳۹۱

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه‌تعالی

ریاست جمهوری
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره: ۱۰۰/۹۸۲۸۰
	تاریخ: ۱۳۹۱/۱۱/۲۳

موضوع : دستورالعمل طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و ماده (٦) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویبنامه شماره ٤۲۳۳۹/ت۳۳٤۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/٤/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۵۷۹ امور نظام فنی، با عنوان «**دستورالعمل طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی**» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه برای دستگاه‌های اجرایی، مشاوران، پیمانکاران و سایر عوامل ذی‌نفع نظام فنی و اجرایی، در صورت نداشتن ضوابط معتبر بهتر، از تاریخ ۱۳۹۲/۲/۱ اجباری است.

بهروز مرادی

۸۷۰۷۰۷

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، 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.***

٤- ***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، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی ، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

Email:info@nezamfanni.ir **web: http://nezamfanni.ir**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره۴۲۳۳۹/ ت ۳۳۴۹۷ ه مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات وزیران) به کارگیری معیارها، استانداردها 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 تاکید جدی قرار داده است و این امور به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و نظام فنی اجرایی کشور وظیفه تهیه و تدوین ضوابط و معیارهای فنی طرحهای توسعه‌ای کشور را به عهده دارد. استفاده از معیارها، ضوابط، دستورالعمل‌ها و راهنماهای فنی در مراحل مختلف طرح‌های معدنی شامل اکتشاف، استخراج و فرآوری به منظور ارایه الگوی استاندارد برای تهیه طرح‌های بهره‌برداری توجیه فنی و اقتصادی طرحی کیفیت طراحی و اجرا و هزینه‌های بهره‌برداری از اهمیت زیادی برخوردار است.

این مجموعه با عنوان «**دستورالعمل هندسی بازکننده‌ها**» در چارچوب برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن تهیه شده است. استفاده از این دستورالعمل باعث طراحی و اجرای بازکننده‌ها با در نظر گرفتن اصول استاندارد خواهد شد. این گزارش ابتدا به پیش‌نیازها، نقشه‌ها و سایر اطلاعات مورد نیاز به منظور طراحی مقاطع هندسی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی در معادن می‌پردازد. سپس عوامل موثر در طراحی و نحوه طراحی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی به همراه مثال‌های موردی بررسی شده و در نهایت نقشه‌های نهایی طراحی به همراه ابعاد سطح مقطع و مقاطع تیپ حفریات زیرزمینی معدن ارایه شده است. استفاده از این دستورالعمل به منظور حصول بازکننده‌های استاندارد و با در نظر گرفتن کلیه ملاحظات و حفظ پایداری و ایمنی توصیه می‌شود.

با همه‌ی تلاش انجام شده قطعا هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که إن‌شاءا... کاربرد عملی و در سطح وسیع این نشریه توسط مهندسان موجبات شناسایی و برطرف نمودن آن‌ها را فراهم خواهد نمود.

در پایان، از تلاش و جدیت جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی و کارشناسان امور نظام فنی همچنین جناب آقای مهندس وجیها... جعفری مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی بخش معدن کشور در وزارت صنایع و معادن، کارشناسان دفتر نظارت و بهره‌برداری معادن و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است شاهد توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

معاون نظارت راهبردی

بهمن ۱۳۹۱

omoorepeyman.ir

مجری طرح

آقای وجیها... جعفری	معاون امور معادن و صنایع معدنی – وزارت صنایع و معادن

تهیه پیش‌نویس اصلی

آقای منصور برقی

اعضای شورای عالی به ترتیب حروف الفبا

خانم فرزانه آقارمضانعلی	معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری	کارشناس ارشد مهندسی صنایع
آقای بهروز برنا	سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور	کارشناس مهندسی معدن
آقای وجیه ا... جعفری	وزارت صنایع و معادن	کارشناس مهندسی معدن
آقای عبدالعلی حقیقی	معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری	کارشناس ارشد زمین‌شناسی
آقای عبدالرسول زارعی	وزارت صنایع و معادن	کارشناس ارشد زمین‌شناسی
آقای ناصر عابدیان	سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای حسن مدنی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای هرمز ناصرنیا	سازمان نظام مهندسی معدن	کارشناس ارشد مهندسی معدن

اعضای کارگروه استخراج به ترتیب حروف الفبا

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

اعضای کارگروه تنظیم و تدوین به ترتیب حروف الفبا

آقای مهدی ایران‌نژاد	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی
آقای عبدالرسول زارعی	وزارت صنایع و معادن	کارشناس ارشد زمین‌شناسی
آقای مصطفی شریف‌زاده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	دکترای مهندسی مکانیک سنگ
آقای حسن مدنی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای بهزاد مهرابی	دانشگاه تربیت معلم	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی

اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه

خانم فرزانه آقارمضانعلی	رئیس گروه امور نظام فنی
آقای علیرضا فلسفی	کارشناس عمران امور نظام فنی
آقای علیرضا غیاثوند	رئیس گروه ضوابط و معیارهای معاونت امور معادن و صنایع معدنی

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول- الزامات و نقشه‌های مورد نیاز برای طراحی

۱-۱- آشنایی ۲

۱-۲- نقشه‌های مسیر ۳

۱-۲-۱- چاه ۳

۱-۲-۲- تونل مورب ۳

۱-۲-۳- تونل بازکننده ۳

۱-۲-۴- فضای آماده‌سازی عمومی ۳

۱-۲-۵- حفریات آماده‌سازی استخراج ۴

۱-۳- وسایل حمل و نقل ۴

۱-۳-۱- لکوموتیو و واگن ۴

۱-۳-۲- کامیون، لودر و بارکننده- باربر (LHD) ۴

۱-۳-۳-نوار نقاله ۴

۱-۳-۴- تجهیزات چاه (آسانسور، اسکیپ،دلو، راه‌پله) ۵

۱-۴- هوای فشرده ۵

۱-۵- آبکشی ۵

۱-۶- آب‌رسانی ۶

۱-۷- آتش‌نشانی ۶

۱-۸- تهویه ۶

omoorepeyman.ir

۱-۹- شبکه برق‌رسانی ۷
۱-۱۰- ژئوتکنیک ۷
۱-۱۰-۱- رده‌بندی ژئومکانیکی توده سنگ (RMR) ۷
۱-۱۰-۲-رده‌بندی کیفی توده Q ۷
۱-۱۱- قوانین و مقررات ۷
۱-۱۲- نقشه‌های زمین‌شناسی ۷
۱-۱۳- آب زیرزمینی ۸
۱-۱۴- ماشین‌آلات، تجهیزات، وسایل و ابزار ۸
۱-۱۵- ارزیابی ذخایر ۸
۱-۱۶- حمل و نقل ۸

فصل دوم- تعیین مشخصات خوراک و بار خردکننده

۲-۱- آشنایی ۱۱
۲-۲- تجهیزات بارگیری و باربری ۱۱
۲-۲-۱- واگن ۱۱
۲-۲-۲- کامیون و لودر ۱۲
۲-۲-۳- نوار نقاله ۱۲
۲-۲-۴- اسکیپ و قفس ۱۲
۲-۳- عبور و مرور نفرات ۱۳
۲-۴- شبکه برق‌رسانی ۱۵
۲-۵- ابعاد ماشین‌آلات و تجهیزات ۱۵
۲-۵-۱- امکان حمل بزرگترین قطعات ۱۵

omoorepeyman.ir

۲-۵-۲- فضای لازم انجام عملیات ۱۵
۲-۶- تهویه ۱۵
۲-۷- مصالح مورد استفاده برای نگهداری ۱۶
۲-۸- ظرفیت باربری ۱۶
۲-۹- آب زیرزمینی ۱۷
۲-۱۰- فضاهای خدماتی ۱۷

فصل سوم- اصول طراحی بازکننده‌ها و حفریات معدنی

۳-۱- آشنایی ۲۱
۳-۲- مشخصات طرح بازکننده‌ها ۲۱
۳-۲-۱- شرح کلی شبکه ۲۱
۳-۲-۲- دهانه بازکننده‌ها ۲۱
۳-۲-۳- مشخصات حفریات زیرزمینی ۲۱
۳-۲-۴- نوع بازکننده ۲۲
۳-۲-۵- شکل و اندازه سطح مقطع ۲۲
۳-۲-۶- روش و ماشین‌آلات حفاری ۲۲
۳-۲-۷- نگهداری ۲۲
۳-۲-۸- جانمایی تاسیسات و ماشین‌آلات ۲۲
۳-۲-۹- مشخصات فنی کارهای تاسیساتی ۲۳
۳-۲-۱۰- فضاهای مورد نیاز ایمنی ۲۳
۳-۲-۱۱- کاربری حفریه ۲۳
۳-۲-۱۲- فضاهای خدماتی ۲۳

omoorepeyman.ir

۳-۲-۱۳- تجهیزات و سیستم‌های ارتباطی و ایمنی ۲۳
۳-۲-۱۴- شیب ۲۳
۳-۳- نقشه‌ها و مقاطع ۲۳
۳-۳-۱- نقشه‌های مسیر ۲۴
۳-۳-۲- نقشه‌های دوراهی‌ها ۲۴
۳-۳-۳- نقشه‌های پذیرگاه‌ها ۲۵
۳-۳-۴- نقشه ایستگاه‌های چاه ۲۵
۳-۳-۵- نقشه‌های جان‌پناه ۲۵
۳-۳-۶- نقشه فضاهای خدماتی ۲۵
۳-۳-۷- نقشه محفظه بارگیری اسکیپ ۲۵
۳-۳-۸- نقشه ریزش‌گاه کانسنگ و قیف ۲۵
۳-۳-۹- نقشه طبقات فرعی ۲۵
۳-۳-۱۰- نقشه‌های دویل ۲۵
۳-۳-۱۱- نقشه‌های نفررو ۲۶
۳-۳-۱۲- نقشه‌های دویل پنجه‌ای ۲۶
۳-۴- مقررات لنگه‌های حفاظتی ۲۶
۳-۴-۱- پایداری در اطراف چاه و تاسیسات سطحی ۲۶
۳-۴-۲- حریم چاه قائم ۲۶
۳-۴-۳- لنگه‌های حفاظتی در روش انباره‌ای ۲۶
۳-۴-۴- لنگه‌های حفاظتی در روش کند و آکند ۲۷
۳-۴-۵- لنگه‌های حفاظتی الزامی ۲۷

omoorepeyman.ir

۳-۴-۶- لنگه‌های حفاظتی در روش اطاق و پایه ۲۷
۳-۴-۷- لنگه‌های حفاظتی در روش طبقات فرعی ۲۷
۳-۴-۸- لنگه‌های حفاظتی در روش کرسی چینی ۲۸
۳-۴-۹- لنگه‌های حفاظتی در روش استخراج تخریبی در جبهه کاربلند ۲۸
۳-۴-۱۰- لنگه‌های حفاظتی در روش طبقات فرعی ۲۸
۳-۴-۱۱- لنگه‌های حفاظتی در روش تخریب بزرگ ۲۸
۳-۴-۱۲- بازیابی لنگه‌های حفاظتی ۲۸
۳-۴-۱۳- استخراج لنگه‌های حفاظتی مواد معدنی ارزشمند ۲۸

فصل چهارم- مراحل طراحی بازکننده‌ها

۴-۱- آشنایی ۳۱
۴-۲- تعیین ابعاد کلی سطح مقطع ۳۱
۴-۲-۱- تعیین ابعاد کلی سطح مقطع برای فضاهای زیرزمینی باربری ۳۱
۴-۲-۲- تعیین ابعاد کلی سطح مقطع برای فضاهای زیرزمینی خدماتی ۳۱
۴-۲-۳- تعیین ابعاد کلی سطح مقطع برای فضاهای آماده‌سازی استخراج ۳۱
۴-۳- بررسی سطح از نظر تهویه ۳۱
۴-۴- تعیین شکل سطح مقطع ۳۲
۴-۵- طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی: مطالعه موردی معدن منگنز ونارچ ۳۲

فصل پنجم- تعیین ابعاد سطح مقطع حفریات معدنی زیرزمینی

۵-۱- آشنایی ۳۹
۵-۲- محاسبه ابعاد هندسی و مساحت حفریات زیرزمینی مستطیلی شکل با سیستم نگهداری بتنی ۳۹
۵-۲-۱- عرض اولیه حفریه زیرزمینی ۳۹

omoorepeyman.ir

۵-۲-۲- ارتفاع اولیه ۴۰
۵-۲-۳- سطح مقطع اولیه حفریه زیرزمینی ۴۰
۵-۲-۴- سطح مقطع مفید حفریه زیرزمینی ۴۰
۵-۲-۵- محیط مفید حفریه حفریه زیرزمینی ۴۱
۵-۳- محاسبه ابعاد هندسی و مساحت حفریات زیرزمینی ذوزنقه‌ای شکل با نگهداری چوبی ۴۱
۵-۳-۱- ارتفاع اولیه حفریه زیرزمینی ۴۱
۵-۳-۲- عرض اولیه سقف حفریه زیرزمینی ۴۲
۵-۳-۳- عرض کف حفریه زیرزمینی ۴۳
۵-۳-۴- مساحت مفید حفریه زیرزمینی ۴۳
۵-۳-۵- مساحت اولیه حفریه زیرزمینی ۴۳
۵-۳-۶- محیط اولیه حفریه زیرزمینی ۴۴
۵-۳-۷- ابعاد هندسی تونل‌های دنبال‌رو پرشیب ۴۴
۵-۴- محاسبه ابعاد هندسی و مساحت حفریه زیرزمینی گنبدی شکل ۴۴
۵-۴-۱- ارتفاع اولیه حفریه زیرزمینی ۴۵
۵-۴-۲- عرض اولیه حفریه زیرزمینی ۴۵
۵-۴-۳- مساحت مفید حفریه زیرزمینی ۴۶
۵-۴-۴- محیط حفریه زیرزمینی ۴۷
۵-۴-۵- مساحت اولیه حفریه زیرزمینی ۴۷
۵-۵- محاسبه ابعاد هندسی و مساحت حفریه زیرزمینی قوسی شکل ۴۷
۵-۵-۱- ارتفاع مفید حفریه زیرزمینی ۴۷
۵-۵-۲- عرض مفید حفریه زیرزمینی ۴۹

omoorepeyman.ir

۵-۵-۳- مساحت مفید حفریه زیرزمینی ۵۰

۵-۵-۴- محیط حفریه زیرزمینی ۵۰

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۱

الزامات و نقشه‌های مورد نیاز برای طراحی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱-۱- آشنایی

در این فصل اطلاعات مورد نیاز به منظور طراحی مقاطع هندسی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی معادن زیرزمینی ذکر می‌شود. مهندس طراح بر حسب مورد ممکن است نیاز به تمام و یا بخشی از این اطلاعات داشته باشد.

به منظور طراحی مقاطع هندسی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی باید طرح و برنامه‌ریزی کلی بهره‌برداری، روش استخراج، سازمان کاری، توان تولیدی معدن، سطح تکنولوژی موجود اطلاعات دقیق و کاملی از مسیرهای حفریات زیرزمینی، ماشین‌آلات، ابزار و وسایل تهویه، آبکشی، آب‌رسانی، آتش‌نشانی، شبکه‌های برق‌رسانی و تهویه، ژئوتکنیک، مصالح مورد استفاده برای نگهداری، نقشه‌های زمین‌شناسی، وضعیت ذخایر و آب‌های زیرزمینی در قالب گزارش‌های مختلف مدنظر قرار گیرد. پیش‌نیازها، الزامات و نقشه‌های مورد نیاز برای طراحی در ادامه آمده است.

۱-۲- نقشه‌های مسیر

از مهمترین اطلاعات مورد نیاز برای طراحی مقاطع هندسی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی، نقشه‌های مسیر این فضاها است. نقشه‌های مسیر و اطلاعات هندسی که در این نقشه‌ها باید ارایه شود به شرح زیر است:

۱-۲-۱- چاه

الف- محور چاه به صورت یک نقطه بر روی نقشه توپوگرافی سطح زمین و پلان هر یک از افق‌ها با مقیاس بزرگتر از ۱:۱۰۰۰ نشان داده می‌شود.

ب- در مقطع قائم، انشعابات چاه در افق‌های مختلف با مقیاس بزرگتر از ۱:۱۰۰۰ نشان داده می‌شود.

۱-۲-۲- تونل مورب

الف- محور تونل مورب به صورت یک خط بر روی نقشه توپوگرافی سطح زمین و پلان هر یک از افق‌ها با مقیاس بزرگتر از ۱:۱۰۰۰ نشان داده می‌شود.

ب- در مقطع قائم، انشعابات تونل مورب در افق‌های مختلف با مقیاس بزرگتر ۱:۱۰۰۰ نشان داده می‌شود.

۱-۲-۳- تونل بازکننده

محور تونل بازکننده به صورت یک خط بر روی نقشه توپوگرافی سطح زمین و پلان همان افق با مقیاس بزرگتر از ۱:۱۰۰۰ نشان داده می‌شده و شیب تونل نیز بر روی همین نقشه نشان داده می‌شود.

۱-۲-٤- فضای آماده‌سازی عمومی

محور آماده‌سازی عمومی به صورت یک خط بر روی نقشه توپوگرافی سطح زمین و پلان همان افق با مقیاس بزرگتر از ۱:۱۰۰۰ همراه با شیب حفریه بر روی همین نقشه نشان داده می‌شود.

omoorepeyman.ir

۱-۲-۵- حفریات آماده‌سازی استخراج

– محور حفریات آماده‌سازی استخراج افقی و مورب به صورت یک خط بر روی نقشه هر یک از افق‌ها با مقیاس بزرگتر از ۱:۱۰۰۰ نشان داده می‌شود.

– برای نمایش موقعیت سه‌بعدی فضاهای آماده‌سازی استخراج قائم و مورب علاوه بر نشان دادن محورها بر روی پلان، محورها به صورت خط بر روی مقاطع قائم نیز نشان داده می‌شوند.

۱-۳- وسایل حمل و نقل

وسایل حمل و نقل و به خصوص حمل ماده معدنی یکی از مهم‌ترین عوامل در طراحی مشخصات هندسی فضاهای زیرزمینی است که اطلاعات مربوطه باید به شرح زیر در اختیار طراح قرار گیرد:

۱-۳-۱- لکوموتیو و واگن

– عرض و ارتفاع لکوموتیوها و واگن‌ها

– سیستم ترمز لکوموتیوها و واگن‌ها

– سیستم تخلیه واگن‌ها

– نوع و مقاومت کوپلینگ واگن‌ها

– نوع سیستم محرک لکوموتیوها

– فاصله محور لکوموتیوها و واگن‌ها

– محل نصب دوراهی‌ها و نوع دوراهی مورد استفاده

۱-۳-۲- کامیون، لودر و بارکننده- باربر (LHD)

– طول، عرض و ارتفاع

– کمترین شعاع پیچش

– ارتفاع صندوقه کامیون از سطح زمین

– ارتفاع بارگیری بیل لودر و بارکننده– باربر (LHD)

۱-۳-۳- نوار نقاله

– ارتفاع (از سطح زمین تا بالای نوار) و عرض نوار نقاله

– ارتفاع (از سطح زمین تا بالای غلطک) و عرض غلطک و موتور

omoorepeyman.ir

۱-۳-٤- تجهیزات چاه (آسانسور، اسکیپ، دلو، راه‌پله)

- تعداد محفظه‌های در نظر گرفته شده برای هر چاه
- مساحت مفید هر محفظه
- ارتفاع و عرض تیرهای جداکننده محفظه‌ها
- ابعاد خارجی هر آسانسور
- ابعاد خارجی هر اسکیپ
- تعداد، قطر، وزن و جنس لوله‌های (تهویه، آبکشی، آب‌رسانی، هوای فشرده، آتش‌نشانی) پیش‌بینی شده در هر چاه
- طول و عرض وزنه‌های تعادل
- مساحت محفظه در نظر گرفته شده برای عبور و مرور افراد
- نوع پلکان در نظر گرفته شده
- مساحت محفظه در نظر گرفته شده برای سیستم کشش اضطراری

۱-٤- هوای فشرده

اطلاعات سیستم‌های تولید و انتقال هوای فشرده (در داخل حفریات زیرزمینی) که برای طراحی مشخصات هندسی فضاهای زیرزمینی مورد نیاز است به شرح زیر است:

- موقعیت نصب کمپرسور
- ابعاد کمپرسور
- قطر لوله‌های انتقال هوای فشرده
- چگونگی قرار گرفتن لوله‌های هوای فشرده در حفریات زیرزمینی
- نوع اتصالات لوله‌های هوای فشرده

۱-۵- آبکشی

اطلاعات زیر در ارتباط با آبکشی از معدن برای طراحی هندسی فضاهای زیرزمینی لازم است:

- برآورد میزان جریان آب در هر یک از حفریات زیرزمینی
- محل‌های جمع‌آوری آب
- ظرفیت مخازن جمع‌آوری آب
- نوع و محل نصب پمپ‌ها
- قطر لوله‌های انتقال آب
- چگونگی قرار گرفتن لوله‌ها در حفریات زیرزمینی
- ترکیب شیمیایی آب‌های زیرزمینی

omoorepeyman.ir

- عرض و عمق کانال انتقال آب

۱-٦- آب‌رسانی

برای طراحی مشخصات هندسی حفریات زیرزمینی، اطلاعات زیر در ارتباط با آب‌رسانی به معدن لازم است:

- برآورد میزان آب مورد نیاز برای هر یک از حفریات زیرزمینی
- نوع و محل نصب پمپ‌ها (در صورت نیاز)
- قطر لوله‌های انتقال آب
- چگونگی قرار گرفتن لوله‌های آب‌رسانی در فضای زیرزمینی
- محل شیرها

۱-۷- آتش‌نشانی

برای طراحی مشخصات هندسی فضاهای زیرزمینی، اطلاعات زیر در ارتباط با آتش‌نشانی لازم است:

- قطر لوله‌های انتقال آب آتش‌نشانی
- نوع لوله‌های انتقال آب آتش‌نشانی
- چگونگی قرار گرفتن لوله‌های آتش‌نشانی در حفریات زیرزمینی
- محل شیرهای آتش‌نشانی
- نوع و محل نصب پمپ‌ها (در صورت نیاز)
- محل نصب و مشخصات سطل‌های خاک آتش‌نشانی
- محل و مشخصات پناهگاه‌ها
- راه‌های خروج اضطراری

۱-۸- تهویه

به منظور طراحی مشخصات هندسی حفریات زیرزمینی، اطلاعات زیر در ارتباط با تهویه معدن لازم است:

- میزان هوای عبور کننده از هر مقطع
- قطر لوله تهویه
- موقعیت پیش‌بینی شده لوله تهویه در حفریه زیرزمینی
- نقشه شبکه تهویه
- سرعت مجاز هوا در حفریات مختلف
- ابعاد کلیه بادبزن‌ها و محل‌های نصب آن‌ها
- نوع اتصالات لوله‌های تهویه

omoorepeyman.ir

۱-۹- شبکه برق‌رسانی

- مشخصات کابل‌های برق مورد نظر و مسیرهای نصب
- ولتاژ برق مصرفی در مسیرهای مختلف
- مشخصات و محل‌های نصب ترانس‌ها
- نوع چراغ‌ها و مسیر نصب

۱-۱۰- ژئوتکنیک

خصوصیات سنگ‌های اطراف فضاهای زیرزمینی، آب‌های زیرزمینی و فشارهای وارده در طراحی مشخصات هندسی فضاهای زیرزمینی اهمیت دارند. مهمترین عوامل ژئوتکنیکی مؤثر در طراحی هندسی حفریات زیرزمینی که لازم است اطلاعات مربوطه در اختیار طراح قرار گیرد، به قرار زیر است:

۱-۱۰-۱- رده‌بندی ژئومکانیکی توده سنگ (RMR)

در صورتی که از این سیستم به منظور برآورد نگهداری مورد نیاز حفریات زیرزمینی استفاده شده باشد باید مشخصات عوامل برداشت شده در اختیار طراح هندسی حفریات زیرزمینی قرار گیرد.

۱-۱۰-۲- رده‌بندی کیفی توده Q

در صورتی که از این سیستم به منظور برآورد نگهداری مورد نیاز حفریات زیرزمینی استفاده شده باشد اطلاعات آن باید در اختیار طراح هندسی فضاهای زیرزمینی قرار گیرد.

۱-۱۱- قوانین و مقررات

از دیگر پیش‌نیازها برای طراحی مشخصات هندسی فضاهای زیرزمینی قوانین و مقررات به قرار زیر است.

- قوانین مربوط به ایمنی به خصوص قوانین مربوط به ایمنی در معادن
- قانون کار

۱-۱۲- نقشه‌های زمین‌شناسی

نقشه‌های زمین‌شناسی نیز برای طراحی مشخصات هندسی فضاهای زیرزمینی مورد نیاز هستند که باید مقیاس نقشه‌ها برابر با مقیاس نقشه‌های مسیر باشد.

omoorepeyman.ir

۱-۱۳- آب‌های زیرزمینی

گزارش‌های مربوط به آب‌های زیرزمینی نیز باید در اختیار طراح حفریات زیرزمینی قرار گیرد. این اطلاعات شامل نفوذپذیری سنگ‌ها و یا وجود گسل‌های آبدار است.

۱-۱٤- ماشین‌آلات، تجهیزات، وسایل و ابزار

در طراحی مشخصات هندسی فضاهای زیرزمینی، خصوصیات ماشین‌آلات، تجهیزات، وسایل و ابزار مورد استفاده برای آماده‌سازی، استخراج ماده معدنی، پرکردن فضای استخراج شده، انتقال ماده معدنی و نصب سیستم نگهداری باید در نظر گرفته شوند. اطلاعات مورد نیاز طراح به شرح زیراند:

- ابعاد ماشین‌آلات، تجهیزات، وسایل و ابزار که در این مورد لازم است اطلاعات مربوط به ابعاد در حالت مونتاژ شده و همچنین ابعاد بخش‌های مختلف قابل دمونتاژ کردن در سطح زمین و یا در فضای زیرزمینی و مونتاژ در فضای زیرزمینی دیگر نیز ارایه شود.
- وزن ماشین‌آلات، تجهیزات، وسایل و ابزار که در این حالت نیز نظیر مورد فوق لازم است وزن قطعات مونتاژ شده و یا بخش‌های مجزا ارایه شود.

۱-۱۵- ارزیابی ذخایر

اطلاعات مربوط به ارزیابی ذخایر نیز باید به قرار زیر در اختیار طراح قرار گیرد.

- نقشه‌های تراز ساختاری (هیپسومتریک) در مورد مواد معدنی لایه‌ای شکل با مقیاس نقشه‌های مسیر
- درج اطلاعات مربوط به عیار، خاکستر (زغال) و یا دیگر موارد که در اختلاط ماده معدنی برای به دست آوردن خوراک یکنواخت کارخانه تغلیظ و یا استفاده نهایی موثر است.
- نشان دادن ماده معدنی توده‌ای شکل در پلان و مقاطع برای نمایش ابعاد توده‌ها با مقیاس نقشه‌های مسیر

۱-۱٦- حمل و نقل

اطلاعات مربوط به میزان حمل مواد معدنی، باطله، مصالح، تجهیزات و نفرات نیز برای طراحی مشخصات هندسی فضاهای زیرزمینی به قرار زیر باید در اختیار طراح قرار گیرد.

- حداکثر مقدار حمل بار (مواد معدنی، باطله، مصالح و تجهیزات) از حفریات معدنی
- حداکثر مقدار تعداد حمل و نقل نفرات از حفریات مختلف معدنی
- تعداد خطوط ریل در حفریات معدنی (در مورد باربری ریلی)
- تعداد خطوط کامیون، لودر و بارکننده- باربر (LHD) در فضاهای معدن

omoorepeyman.ir

فصل ۲

عوامل مؤثر در طراحی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲-۱- آشنایی

در این فصل عوامل مختلف موثر در طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی از قبیل تجهیزات بارگیری و باربری، راهروی نفرات، شبکه برق‌رسانی و نظایر آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

۲-۲- تجهیزات بارگیری و باربری

یکی از عوامل مهم در تعیین ابعاد هندسی حفریات زیرزمینی، نوع سیستم باربری است. نوع سیستم باربری و مواردی که در طراحی فضاهای مربوطه باید رعایت شوند، به شرح زیر است:

۲-۲-۱- واگن

الف- شیب تونل‌ها حداکثر ۵ در هزار در نظر گرفته شود.

ب- فاصله عرضی بین دو واگن و یا دو لکوموتیو که از کنار هم عبور می‌کنند، حداقل باید۲۰ سانتی‌متر باشد (هر کدام که عریض‌تر باشد).

پ- در تونل‌های افقی و مورب که باربری ریلی دارند باید عرض راه عبور افراد در یک طرف حداقل ۶۰ سانتی‌متر باشد.

ت- حداقل فاصله بین دیواره راه‌ها با بدنه واگن و یا لکوموتیو در فضاهای باربری ریلی افقی نباید در یک طرف از ۲۰ سانتی‌متر و در طرف راهرو از ۶۰ سانتی‌متر کمتر باشد. در تونل‌های با سطح مقطع کوچک این فاصله را تا ۴۰ سانتی‌متر می‌توان کاهش داد مشروط بر این که در فواصل هر یک صد متر جان‌پناه‌هایی با ظرفیت حداقل چهار نفر احداث شده و محل این جان‌پناه‌ها به ترتیبی علامت گذاری شود که از دور مشخص باشند.

ث- برای سرعت‌های تا ۱/۵ متر بر ثانیه شعاع انحنای مسیر نباید از هفت برابر فاصله محورهای واگن کمتر باشد و برای سرعت‌های بیش از این مقدار نباید از ۸ برابر کمتر باشد.

ج- حداقل فاصله بین سقف تونل و یا هرگونه تجهیزات نصب شده در سقف تونل تا مرتفع‌ترین بخش واگن و یا لکوموتیو ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.

چ- مساحت مفید سطح مقطع تونل یک خطه (واگن ۷۵۰ لیتری) در حدود ۴- ۴/۵ و برای تونل دو خطه ۷/۴- ۹/۶ متر مربع در نظر گرفته می‌شود.

ح- شیب مسیر لودرهای پشت انداز ریلی نباید از ۲ در هزار بیشتر باشد.

خ- در نصب سوزن خط باید فاصله کافی تا دیواره تونل برای استقرار سوزن‌بان در نظر گرفته شود.

د- شیب عرضی تونل‌ها با حمل ریلی باید ۱٪ به طرف غنو در نظر گرفته شود.

ذ- در تونل‌ها با شیب تا ۱۰ درجه، ضخامت بالاست در زیر تراورس‌ها نباید کمتر از ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.

ر- در ریل‌گذاری در سطوح با شیب بیش از ۱۰ درجه، تراورس‌ها در ترانشه‌هایی با عمقی برابر با دو سوم ضخامت تراورس و در نظر گرفتن ۵ سانتی‌متر برای بالاست، نصب می‌شوند. ترانشه‌ها باید از بالاست پر شوند ولی ریختن بالاست بین ترانشه‌ها لازم نیست.

omoorepeyman.ir

۲-۲-۲- کامیون و لودر

– برای کار لودر در جبهه کار باید فاصله ایمنی تا دیواره‌ها رعایت شود. فاصله بحرانی (فاصله بین لودر در سمت قرارگیری راننده و دیواره) معادل ۱ متر در نظر گرفته می‌شود.

– برای تخلیه بار در صندوقه کامیون‌های زیرزمینی، بارکننده- باربر از طریق یک رمپ در ارتفاع بالاتری نسبت به کامیون قرار می-گیرد و یا در محل بارگیری با ایجاد یک گودی که کامیون در آن مستقر شود، بارکننده- باربر به صندوقه باربر مسلط شود.

– در مواردی که از جاده‌های یک خط[1] که عرض آن فقط برای عبور یک باربر کافی است، به عنوان مسیر دو طرفه استفاده می‌شود، در طول مسیر آن باید تعداد کافی دو راهی[2] احدث شده باشد. فواصل دو راهی‌ها از یکدیگر به حجم ترافیک و سرعت ایمن حرکت باربرها بستگی دارد. در مواردی که ایجاد دو راهی‌های کافی در مسیرهای کم عرض راه اختصاصی عملی و امکان‌پذیر نباشد، باید برای جلوگیری از برخورد وسایل نقلیه‌ای که از جهت مخالف تردد می‌کنند، از یک سامانه (سیستم) کنترل ترافیک استفاده شود.

– در نظر گرفتن فاصله حداقل ۳۰ سانتی‌متری بین سقف اطاقک راننده وسیله نقلیه و سقف تونل ضروری است.

– هرگاه کارگری سوار به وسیله نقلیه بدون اطاقک شود، باید مطمئن شد که حداقل فاصله ۱/۲ متری بین سقف راه عبور و صندلی کارگر در نظر گرفته شده است.

– در صورت عدم عبور و مرور افراد پیاده از یک فضای زیرزمینی ساخته شده برای ماشین‌های غیرریلی، حداقل عرض فضای زیرزمینی باید برابر با عرض ماکزیمم ماشین‌های عبور کننده از این فضا به علاوه ۱/۵ متر باشد.

– ساختن پناهگاه در فواصل ۳۰ متری در فضاهای معدنی که برای عبور و مرور افراد پیاده و ماشین‌های غیرریلی ساخته شده و عرض آن‌ها کمتر از عرض ماکزیمم ماشین به علاوه ۲ متر باشد، الزامی است.

۲-۲-۳- نوار نقاله

– حداقل فاصله بین لبه خارجی بخش نوار نقاله تا دیواره فضای معدنی برای راه عبور افراد از یک طرف ۶۰ سانتی‌متر و از طرف دیگر ۴۰ سانتی‌متر باید باشد.

– سرعت نوار نقاله در خلال انتقال نفرات نباید از ۹۰ متر در دقیقه برای وقتی که فاصله سقف تا نوار کمتر از ۶۰ سانتی‌متر است، بیشتر باشد. در مواردی که فاصله سقف تا نوار بیشتر از ۶۰ سانتی‌متر باشد، سرعت را می‌توان بیش از ۱۱۰ متر در دقیقه در نظر گرفته شود. به هر حال فاصله سقف یا امکانات قرار گرفته در سقف تا لبه نوار نقاله به هیچ وجه نباید از ۴۵ سانتی‌متر کمتر باشد.

۲-۲-٤- اسکیپ و قفس

الف- وسایل بالابری چاه‌های قائم باید از همه تیرها و یا سایر تجهیزات نصب شده در داخل چاه، به جز تیر هادی وسیله بالابری، حداقل ۲/۵ سانتی‌متر فاصله داشته باشد.

1- single lane roads
2- turnouts

omoorepeyman.ir

ب– برای جلوگیری از صدمه به افراد در اثر قرار گرفتن بین وسیله بالابری در چاه مورب در حال حرکت و دیواره چاه، لبه شوت‌ها، تیر و الوار و یا سایر موانع، وسیله بالابری باید طوری در چاه قرار گیرد که افراد داخل آن در تماس با موانع قرار نگیرند.

پ– حداقل قطر چاه برای استفاده از بارکننده چنگالی برای بارگیری سنگ‌های حاصل از پیشروی چاه برابر با ۳/۷ متر می‌باشد.

ت– بین افراد سوار بر وسیله بالابری در موقعیتی که داخل وسیله سوار هستند و دیواره چاه، لبه ناودان‌ها (شوت) و سایر موانع باید حداقل ۶۰ سانتی‌متر فاصله وجود داشته باشد. بین افراد سوار بر وسیله بالابری در موقعیتی که داخل وسیله سوار هستند در تونل مورب و نزدیکترین مانع نباید فاصله‌ای کمتر از ۳۰ سانتی‌متر باشد.

ث– حداکثر تعداد نفرات قابل حمل به آسانسور به شرح زیر است:

– در صورتی که سطح مقطع مفید آسانسور کمتر از ۲ متر مربع باشد به ازای هر نفر ۲۰۰۰ سانتی‌متر مربع

– در صورتی که سطح مقطع مفید آسانسور بیشتر از ۲ متر مربع باشد به ازای هر نفر ۱۵۰۰ سانتی‌متر مربع

ج– تعداد محفظه‌های چاه بین دو و پنج است و به ندرت بیش از پنج است.

عموما سطح مقطع چاه‌های مستطیلی بین ۱۰–۲۰ و دایره‌ای بین ۱۶–۵۰ متر مربع (قطر ۴/۵–۸ متر) در نظر گرفته می‌شود.

۲-۳- عبور و مرور نفرات

الف– در تونل‌های افقی و مورب که باربری ریلی دارند باید عرض راه عبور افراد در یک طرف حداقل ۶۰ سانتی‌متر باشد.

ب– حفریات شیب‌داری که برای عبور و مرور افراد اختصاص داده می‌شود، باید در شیب‌های مختلف به شرح زیر تجهیز شوند:

– در شیب ۷– ۱۵ درجه دستگیره سرتاسری

– در شیب ۱۵– ۳۰ درجه پله‌های وسیع شیب‌دار و دستگیره

– در شیب ۳۰– ۴۵ درجه نردبان و یا پله‌های افقی و دستگیره

– در شیب ۴۵ درجه و بیشتر از آن، قسمت عبور و مرور افراد باید به طور کلی مجزا و مجهز به نردبان باشند.

پ– در حفریات با شیب تند که مجهز به نردبان‌اند باید مسایل زیر رعایت شوند:

– شیب نردبان‌ها از ۸۰ درجه بیشتر نباشد.

– فاصله پایه نردبان‌ها تا دیواره نباید کمتر از ۶۰ سانتی‌متر باشد.

– در انتهای هر نردبان پاگردی به منظور استراحت و پیشگیری از خطرات سقوط احداث شود.

– نردبان باید حداقل تا ۱ متری بالای پاگرد ادامه یابد و در غیر این صورت به دستگیره‌های ثابتی مجهز باشد که امکان بالا و پایین آمدن افراد را فراهم کند.

– فاصله پاگردها از ۱۰ متر بیشتر نباشد.

ت– در تونل‌های مورب باید به فاصله حداکثر هر ۵۰ متر و نیز در محل سوزن‌های انشعاب باید جان‌پناه احداث شود.

ث– در مورد تونل‌های بسته در انتهای تونل باید راه نجاتی احداث شود که از ابعاد آن از ۷۵ سانتی‌متر کمتر نباشد. این راه فرار یا دویل باید به نردبانی مجهز باشد که از یک سمت به تونل و از طرف دیگر به مکان ایمنی در سطح زمین وصل باشد.

omoorepeyman.ir

ج- در صورت استفاده از راه زیرزمینی برای عبور و مرور، در نظر گرفتن حداقل یک فاصله کلی (مجموع فاصله از طرفین) ۲ متری بین دیواره تونل و طرفین وسیله نقلیه (به جز واگن و لکوموتیو) و یا حداقل یک فاصله ۱/۵ متری و در نظر گرفتن جان پناه‌هایی در فواصل ۳۰ متری ضروری است.

چ- برای راه‌های ارتباطی با شیب بیش از ۵٪ (برای وسایل نقلیه به جز واگن و لکوموتیو)، احداث جان‌پناه در فواصل ۳۰ متری ضروری است.

ح- غنو انتقال آب تونل، در طرف آزاد مسیرهای باربری در محل عبور افراد قرار گیرد.

خ- در هر چاه معدنی که برای انتقال افراد به کار می‌رود، باید فضای کافی برای استقرار نردبان، راه پله و یا وسیله حمل نفر مستقل از سیستم اصلی بالابری و در فاصله ایمنی از وسیله بالابری چاه در نظر گرفته شود.

د- ورودی و خروجی نردبان‌ها به هر یک از پاگردها باید به اندازه کافی وسیع باشد تا افراد گروه نجات که وسایل خود را همراه دارند، به راحتی قادر به عبور از آن‌ها باشند. ورودی و خروجی پاگردها نباید از ۶۰ در ۶۰ سانتی‌متر کوچکتر باشند.

ذ- فاصله بین پله تا تا نزدیکترین جسم ثابت به نردبان نباید از ۶۰ سانتی‌متر کمتر باشد.

ر- تحت هیچ شرایطی نمی‌توان نردبان را به گونه‌ای نصب کرد که از خط قائم به سمت عقب خم شده باشد.

ز- نردبان‌ها، راه‌پله‌ها و رمپ‌ها باید در فاصله‌ای ایمن از خطوط برق قرار داشته باشند تا افرادی که تردد می‌کنند از برخورد تصادفی با آن‌ها در امان باشند.

س- هر چاه باید یک راه خروجی دائمی از ته آن تا نزدیکترین افق فعال معدن داشته باشد. همواره باید چنین راه خروج اضطراری با راه‌پله یا نردبان‌های ثابت و یا رمپ‌ها و ترکیبی از آن‌ها، قابل استفاده باشد.

ش- در صورتی که مسیر باربری دو یا چند خطه باشد به تعداد خط‌ها، فاصله ایمنی عبور وسایل باربری از مجاور هم را در این مسیرها نیز باید منظور گردد.

ص- تاسیسات بارگیری از ریزشگاه‌ها و بونکرها باید به گونه‌ای طراحی شوند که افراد مسوول بارگیری در شرایط ناامن و خطرناکی در حین بارگیری بارکننده‌ها قرار نگیرند.

ض- تردد افراد پیاده در گالری‌های زیرزمینی باید فقط از قسمت‌های مجاز تردد کنند. در گالری‌ها افراد از طرف مسیرهای در نظر گرفته شده رفت و آمد می‌کنند و در صورتی که چنین فضایی در مسیرها در نظر گرفته نشده باشد باید هنگام عبور وسایل نقلیه در جان پناه‌ها مستقر شوند.

ط- در صورت نبود فاصله امن در مسیرهای باربری باید در فواصل ۳۰ متری از هم، جان‌پناه ایجاد شود. طول و عرض جان‌پناه نباید از ۱/۵ متر کمتر باشد. ارتفاع آن معادل ارتفاع تونل است. به هرحال ارتفاع جان‌پناه را از ۱/۸ متر نباید کمتر در نظر گرفت.

ظ- عرض و ارتفاع فضاهای زیرزمینی که برای عبور و مرور افراد در نظر گرفته می‌شود نباید به ترتیب از ۱/۵ و ۱/۸ متر کمتر باشد.

ع- ایجاد جان‌پناه در فواصل ۳۰۰ متری در مواردی که فاصله جبهه کار فضای زیرزمینی تا دهانه خروجی و یا ایستگاه چاه بیش از ۵۰۰ متر باشد ضروری است.

غ- احداث جان‌پناه حداقل در فاصله ۱۰۰ متری از انبارها، محل سوخت‌گیری و شارژ باطری ضروری است.

omoorepeyman.ir

۲-٤- شبکه برق‌رسانی

– فاصله سیم‌های لخت تاسیسات برق مستقیم بیش از ۶۰۰ ولت و متناوب بیش از ۲۵۰ ولت با زمین نباید از ۲/۵ متر کمتر باشد. در غیر این صورت مسیر شبکه باید به وسیله حایلی مناسب از محل عبور افراد مجزا شود.

– هرگاه ارتفاع سیم برق رسانی به لکوموتیو از زمین کمتر از ۲/۵ متر باشد باید هنگام عبور و مرور اشخاص جریان برق قطع شود.

– ماشین‌ها، ترانسفورماتورها، تابلوها و سایر وسایل مربوط به شبکه برق مستقیم بیش از ۶۰۰ ولت و متناوب بیش از ۳۰۰ ولت باید به طور کامل محفوظ و به وسیله حایل‌های مناسب مجزا شده باشند. راه ورود به محل این قبیل وسایل باید حداقل ۲/۵ متر ارتفاع و ۲ متر عرض داشته باشد و محل ورود به محوطه پشت تابلوها باید دارای دری به ارتفاع حداقل ۲/۵ متر باشد.

۲-۵- ابعاد ماشین‌آلات و تجهیزات

در طراحی هندسی حفریات زیرزمینی لازم است که ابعاد ماشین‌آلات و تجهیزات مورد استفاده، موارد زیر در نظر گرفته شود.

۲-۵-۱- امکان حمل بزرگترین قطعات

مشخصات هندسی حفریات زیرزمینی باید به گونه‌ای طراحی شود که حمل بزرگترین قطعات مورد نیاز از این فضاها ممکن شود. برای اجتناب از طراحی و اجرای فضاهای زیرزمینی بیش از حد مورد نیاز باید امکان مونتاژ و دمونتاژ کردن وسایل و ماشین‌آلات نیز در نظر گرفته شود. در این زمینه موارد زیر توصیه می‌شود:

الف– عرض و ارتفاع مناسب بازکننده‌ها (تونل بازکننده، تونل مورب و رمپ) به منظور انتقال ماشین‌آلات و تجهیزات مورد استفاده در داخل معدن در نظر گرفته شود.

ب– طول و عرض (قطر) مناسب چاه به منظور انتقال ماشین‌آلات و تجهیزات مورد استفاده در داخل معدن در نظر گرفته شود.

پ– ارتفاع مناسب تونل در محل برخورد به چاه برای انتقال اجسام طویل مورد استفاده در داخل معدن طراحی شود. ارتفاع معمول تونل در محل تقاطع با چاه (ایستگاه چاه) برای چاه‌های با سطح مقطع مستطیلی ۳–۳/۵ و برای چاه‌های با سطح مقطع دایره‌ای ۳/۵–۴ متر است.

۲-۵-۲- فضای لازم انجام عملیات

مشخصات هندسی حفریات زیرزمینی باید به گونه‌ای طراحی شود که امکان انجام عملیات مورد نظر در حفریه فراهم شود. در این زمینه موارد زیر توصیه می‌شود:

– حداکثر ارتفاع بیل لودر بارکننده پشت‌انداز که قرار است بارگیری توسط این لودر انجام گیرد.

– ابعاد مناسب برای استقرار و انجام عملیات حفاری به وسیله دستگاه‌های حفاری.

۲-٦-تهویه

– میزان مجاز گازهای مضر در آیین‌نامه ایمنی معادن ذکر شده است.

omoorepeyman.ir

– دیواری که برای نصب در تهویه ساخته می‌شود باید از اطراف در داخل سنگ‌های تونل فرو رفته و کاملا محکم و نفوذ ناپذیر باشد. محل عبور افراد باید از محل عبور وسایل نقلیه مجزا شود. بلندترین نقطه وسیله نقلیه تا بالای چهارچوب در باید حداقل ۵۰ سانتی‌متر و از پهلوها حداقل ۲۵ سانتی‌متر فاصله داشته باشد.

– حداقل سرعت مجاز هوا ۰/۲۵ متر بر ثانیه است و حداکثر سرعت مجاز در قسمت‌های مختلف معدن به شرح جدول شماره ۲–۱ باشد.

جدول شماره ۲–۱ حداکثر سرعت مجاز هوا در بخش‌های مختلف معدن

ردیف	محل	سرعت (متر بر ثانیه)
۱	**چاه تهویه (بدون تجهیزات)**	**۲۰**
۲	**کانال و چاه تهویه (با تجهیزات)**	**۱۵**
۳	**چاه باربری**	**۱۰**
۴	**چاه نفررو و تونل میان‌بر و چاه مورب**	**۸**
۵	**برای حفریات معدنی دیگر که در امتداد زغال‌سنگ و یا سنگ حفر شده باشد.**	**٦**
۶	**کارگاه استخراج**	**٤**

۲–۷– مصالح مورد استفاده برای نگهداری

– سطح مقطع چاه در صورت استفاده از چوب برای نگهداری دیواره چاه به شکل مستطیل و در صورت استفاده از سنگ، آجر، بتن، بتن مسلح و یا فلز، به صورت دایره‌ای در نظر گرفته می‌شود.

– نگهداری چوبی برای چاه‌های با عمر مفید ۱۵–۲۰ سال و فشار کم سنگ به کار گرفته می‌شود.

– نگهداری فلزی، بتنی و بتن مسلح برای چاه‌های با عمر مفید زیاد و فشار زیاد سنگ به کار گرفته می‌شود.

– شکل سطح مقطع تونل در صورت به کارگیری سنگ و بتن برای نگهداری، به شکل مستطیلی با سقف گنبدی در نظر گرفته می‌شود.

– شکل سطح مقطع تونل در صورت استفاده از قطعات پیش ساخته بتنی، به یکی از شکل‌های مستطیلی، ذوزنقه‌ای و یا چند ضلعی در نظر گرفته می‌شود.

– شکل سطح مقطع تونل در صورت استفاده از قاب‌های فولادی به صورت نعل اسبی در نظر گرفته می‌شود.

۲–۸– ظرفیت باربری

قطر مفید چاه برای حرکت دو قفس ۵– ۶ متر، دو اسکیپ ۴/۵،– ۵ چهار اسکیپ (با ظرفیت‌های ۴، ۶ و ۸ تن) ۶ متر، چهار یا دو اسکیپ (با ظرفیت‌های ۴، ۶ و ۸ تن) و یک قفس (با وزنه تعادل) ۶ متر، دو قفس برای واگن‌های ۳ تنی و یک قفس سرویس ۸ متر در نظر گرفته می‌شود.

omoorepeyman.ir

۲-۹- آب زیر زمینی

الف- حجم مخزن ذخیره آب با توجه به طرح آبکشی و میزان آب ورودی به معدن انتخاب خواهد شد.

ب- مساحت تلمبه خانه باید حداقل برای نصب سه تلمبه کافی باشد.

پ- برای نصب لوله و عبور افراد در مواقع اضطراری، فضای زیرزمینی به ابعاد ۱/۵ در ۱/۵ متر از تلمبه خانه به چاه در سمت نردبان احداث شود.

۲-۱۰- فضاهای خدماتی

الف- در طراحی فضای تعمیرگاه‌ها، ایستگاه‌های سوخت‌گیری و انبارهای سوخت زیرزمینی در موقعیتی در نظر گرفته شده و به طریقی طراحی شوند که در صورت بروز انفجار و یا آتش‌سوزی کمترین اثر را بر روی کارگاه‌های فعال، ایستگاه‌های چاه، جان‌پناه‌ها و یا دیگر تاسیسات و راه‌های فرار داشته باشند.

ب- حداقل یک جرثقیل سقفی جهت تعمیرگاه در نظر گرفته شود.

پ- فضای کافی برای شارژ باطری‌ها، عملیات جوش‌کاری و نظایر آن‌ها در نظر گرفته شود.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۳

اصول طراحی بازکننده‌ها و حفریات معدنی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳-۱- آشنایی

طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفریات معدنی به صورت مقدماتی در مرحله مطالعات امکان‌پذیری و به صورت نهایی در مرحله طراحی تفضیلی و همچنین در مرحله بهره‌برداری انجام می‌گیرد. در مرحله طراحی، با در نظر گرفتن کلیه عوامل، طراحی اولیه انجام می‌گیرد که در عمل با در نظر گرفتن واقعیت‌های میدانی، زمان و هزینه به نحو بهینه تبدیل و اجرا خواهد شد. به عنوان مثال در طراحی اولیه تهویه ممکن است مسیری برای انتقال دبی مشخصی از هوا در نظر گرفته شود ولی پس از طراحی سطح مقطع مسیر و با توجه به عوامل مختلف از جمله هزینه حفاری و تحکیم، مسیر دیگری برای انتقال تمام و یا بخشی از هوای مورد نیاز مناسب‌تر تشخیص داده شود.

۳-۲- مشخصات طرح بازکننده‌ها

طرح هندسی بازکننده‌ها و حفریات معدنی در برگیرنده موارد متعددی از قبیل شرح شبکه حفریات معدن، موقعیت و مشخصات بازکننده‌ها و سایر حفریات زیرزمینی، روش اجرایی حفر فضاها، کاربرد فضاها و نظایر آن، در قالب گزارش‌ها و نقشه‌های گوناگون است. این ویژگی‌ها که البته با پیشرفت مراحل طراحی، دامنه وسیع‌تری از آن‌ها و با جزییات و دقت بالاتری در طرح گنجانده خواهد شد، شامل موارد زیر است:

۳-۲-۱- شرح کلی شبکه

در هر طرح به صورت مقدمه شبکه به طور کلی توضیح داده می‌شود. این توضیحات شامل علت حفر هریک از حفریات، ارتباط بین حفریات، کاربرد فضاها (باربری، تهویه، عبور پرسنل، خدمات رسانی و نظایر آن)، زمان حفاری (از نظر تقدم حفاری فضاها نسبت به یکدیگر)، موقعیت فضاها، سنگ‌های میزبان و توضیح مسیر حفریه زیرزمینی در رابطه با سنگ‌های در برگیرنده (در صورت بستگی مسیر به نوع سنگ)، طریقه حفاری، وسایل باربری و نظایر آن است.

۳-۲-۲- دهانه بازکننده‌ها

اطلاعات مورد نیاز شامل مختصات دهانه بازکننده‌ها (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع)، نقشه حفریات مورد نیاز در اطراف دهانه‌ها، نوع سیستم، چگونگی زهکشی، نوع کف‌سازی، موارد استفاده از حفریات، جانمایی، موارد استفاده و مشخصات سازه‌های مورد نیاز، جانمایی و مشخصات تجهیزات مورد نیاز، جانمایی و مشخصات تاسیسات (آبکشی، آبرسانی، برق‌رسانی، سوخت‌رسانی و نظایر آن)، جانمایی و مشخصات سیستم‌های ایمنی در اطراف دهانه و نظایر آن است.

۳-۲-۳- مشخصات حفریات زیرزمینی

در این بخش مشخصات مورد نیاز کلیه حفریات زیرزمینی به طور کلی ذکر می‌شود و در موارد لازم، مشخصات مورد نیاز برای هر یک از حفریات (بازکننده، آماده‌سازی عمومی، آماده‌سازی برای استخراج و یا خدمات) به طور مشخص تشریح خواهد شد.

omoorepeyman.ir

۳-۲-٤- نوع بازکننده

یکی از مهمترین مسایل در تهیه طرح یک معدن زیرزمینی مشخص کردن نوع بازکننده است. انواع بازکننده‌ها شامل تونل، تونل مورب، رمپ، چاه قائم، یا چاه مایل و یا ترکیبی از آن‌ها است.

۳-۲-٥- شکل و اندازه سطح مقطع

شکل مقطع حفریه زیرزمینی بر اساس کابردی، خواص فیزیکی و مکانیک سنگی ناحیه، بارهای خارجی موثر بر حفریه زیرزمینی، جهت تنش‌های وارده، مدت زمان بهره‌برداری از آن و مصالحی که برای نگهداری به کار می‌رود انتخاب می‌شود. شکل‌های مختلف مقطع عبارت از: مربع، مستطیل، ذوزنقه، چند ضلعی، دایره، قوسی با کف مسطح و بیضی است. اندازه سطح مقطع تهویه و آماده‌سازی عمومی تابعی از ظرفیت استخراج و نیازهای تهویه و خدمات فنی است.

در صورتی‌که در طول حفریه زیرزمینی شکل و یا اندازه سطح مقطع به عللی تغییر کند، این تغییرات باید به روش مناسبی نشان داده شوند.

۳-۲-٦- روش و ماشین‌آلات حفاری

در طرح حفریه روش و نوع ماشین‌آلات حفاری فضاهای زیرزمینی باید مشخص شود. روش حفاری ممکن است به صورت پیوسته (دستگاه‌های تمام مقطع) و یا ناپیوسته (حفاری و آتشباری، حفاری بازویی، چکش بادی و یا بیل مکانیکی) باشد. مشخصات ماشین‌آلات مورد نیاز برای حفاری (نظیر چکش، سیستم‌های حفاری چاه، ارابه چالزنی، لودر و نظایر آن) و همچنین در صورت نیاز به استفاده از روش‌های ویژه (نظیر انجماد[1] و طاق چتری) روش و دستگاه‌های مورد نیاز شرح داده شود.

۳-۲-۷- نگهداری

در صورتی که مشخصات ژئومکانیکی سنگ‌ها و سطح مقطع در طول حفریه زیرزمینی یکسان باشد یک نوع سیستم نگهداری پیشنهاد می‌شود. در صورتی‌که خصوصیات ژئومکانیکی سنگ‌ها و یا سطح مقطع در طول حفریات زیرزمینی یکسان نباشد در آن صورت ممکن است احتمالا سیستم‌های نگهداری متفاوتی پیش‌بینی شود و برای پیش‌بینی نوع سیستم نگهداری در وهله اول لازم است سنگ‌ها بر اساس خصوصیات ژئومکانیکی به کلاس‌های مختلف تقسیم شده و سپس با در نظر گرفتن سطح مقاطع مورد نیاز و بر اساس کلاس‌های مختلف، سیستم نگهداری مناسب پیشنهاد شود.

۳-۲-۸- جانمایی تأسیسات و ماشین آلات

در طرح حفریه، موقعیت نصب لوله تهویه، لوله‌های آبرسانی و آبکشی، کابل‌های برق و تلفن، ترانس‌های برق و دیگر تاسیسات مورد نیاز و همچنین ریل، نوار نقاله، موقعیت‌های احتمالی بارگیری، فضاهای اختصاص یافته به عبور واگن یا کامیون باید مشخص شده و در صورت وجود آب در تونل‌ها و یا چاه‌های مایل، ابعاد و موقعیت منابع آب و غنو و مشخصات و مصالح ساخت نیز باید مشخص شود.

1 - Freezing

omoorepeyman.ir

۳-۲-۹- مشخصات فنی کارهای تاسیساتی

نوع و مشخصات کلیه تاسیسات مکانیکی و الکتریکی مورد نیاز داخل بازکننده‌ها در طرح حفریه باید مشخص شود. این موارد از جمله قطر و نوع لوله تهویه، قطر و نوع لوله‌های آبکشی و آبرسانی، نوع کابل‌های برق، مشخصات و محل نصب فن‌های تهویه، مشخصات و محل نصب پمپ‌های آب، مشخصات و محل نصب ترانسفورماتورها و نظایر آن است.

۳-۲-۱۰- فضاهای مورد نیاز ایمنی

در طرح حفریه، موقعیت و مشخصات (ابعاد، سیستم‌های نگهداری و نظایر آن) کلیه فضاهای مورد نیاز برای ایمنی، نظیر جان پناه‌ها باید مشخص شود.

۳-۲-۱۱- کاربری حفریه

در طرح حفریه، کاربری پیش‌بینی شده نیز باید مشخص گردد. هر فضا ممکن است فقط برای یک منظور (باربری، تهویه، آبکشی و نظایر آن) و یا چند منظوره طراحی شود که در هر حالت لازم است کاربرد فضای طراحی شده توصیف شود.

۳-۲-۱۲-فضاهای خدماتی

درصورت نیاز به فضاهای خدماتی، ابعاد و مشخصات این فضاها نیز در طرح حفریه باید مشخص شود. این فضاها از جمله فضاهای مورد نیاز برای تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات (واگن‌ها، لوکوموتیوها، کامیون‌ها، لودرها، ارابه چالزنی)، انبار، سرویس بهداشتی، دفتر و نظایر آن است.

۳-۲-۱۳- تجهیزات و سیستم‌های ارتباطی و ایمنی

در طرح مشخصات سیستم‌های ارتباطی و ایمنی باید توضیح داده شده و مشخصات وسایل و تجهیزات مورد نیاز مشخص شود. این مورد به خصوص در معادن زغال‌سنگ از نظر به کارگیری سیستم‌های هشداردهنده دارای اهمیت زیادی است. همچنین تجهیزاتی همانند شیرهای آتش‌نشانی، تجهیزات اندازه‌گیری گازها باید مشخص شود. در حفریات شیبدار و یا عمودی ممکن است تدابیر ایمنی مخصوصی نظیر نصب دستگیره در فضاهای شیبدار و یا ایجاد پله در حفریات شیبدار با شیب بیش از ۷ درجه (بر اساس قوانین ایمنی ایران) مورد نیاز باشد که این موارد نیز باید در طرح ارایه گردد.

۳-۲-۱٤- شیب

شیب فضاهای معدنی در طرح حفریه باید دقیقا مشخص شود.

۳-۳- نقشه‌ها و مقاطع

مشخصات هندسی تعیین شده در مورد حفریات مختلف در قالب نقشه‌ها و مقاطع مختلف طراحی ارایه می‌شوند. نقشه‌ها و مقاطعی که در فرآیند طراحی هندسی قسمت‌های مختلف شبکه زیرزمینی معدن تهیه و یا تکمیل می‌شوند، به یکی از گروه‌های زیر تعلق دارند:

omoorepeyman.ir

۳-۳-۱- نقشه‌های مسیر

نقشه‌های مربوط به مسیرهای اصلی باربری به جز باربری در کارگاه استخراج، ریزش‌گاه سنگ، طبقات فرعی و نظایر آن به سه روش زیر باید تهیه شود.

الف- نقشه حفریات افقی

حفریات افقی شامل تونل‌های بازکننده، تونل دنباله‌رو و تونل موازی لایه هستند که در یک یا چند پلان (بسته به بزرگی معدن) که بر روی آن مسیر حمل و دیگر فضاهای ایجاد شده در طی مسیر با خطوط نشان دهنده محل تقاطع دیواره‌های فضا و کف آن نشان داده می‌شود. در این نقشه‌ها باید مقاطع عمود بر امتداد فضا برای نشان دادن سطح مقطع مسیر برای دو حالت آتش‌باری و پس از نصب سیستم نگهداری نشان داده شود. در مقاطع، پس از نصب سیستم نگهداری باید موقعیت و چگونگی نصب لوله‌های آب، آتش‌نشانی، تهویه، کابل‌های برق، ریل وکانال انتقال آب نشان داده شود. برای نشان دادن جزییات، باید مقیاس این مقاطع بزرگتر از مقیاس مسیر باشد. با توجه به این که مقاطع افقی عموما دارای شیب کمی هستند، لازم است این شیب نیز بر روی نقشه نشان داده شود. در صورت وجود چند طبقه در معدن، باید یک نقشه که نشان‌دهنده مسیرهای افقی کلیه طبقات (با رنگ‌های مختلف) باشد و نیز برای هر طبقه نقشه جداگانه تهیه شود.

ب- نقشه حفریات مورب (تونل مورب، رمپ)

حفریات مورب شامل تونل مورب و رمپ‌ها هستند که به صورت مقاطع افقی، عمودی و قائم نشان داده شوند. پلان مسیر مورب نظیر پلان مسیر افقی است. در مقاطع قائم مسیر حمل و دیگر فضاهای ایجاد شده در طی مسیر با خطوطی که نشان‌دهنده بالاترین نقطه سقف و پایین‌ترین نقطه کف است، نشان داده می‌شود.

پ- نقشه حفریات قائم

در مورد حفریات قائم نقشه‌های مسیر شامل یک مقطع افقی (پلان) و یک یا دو مقطع قائم به شرح زیر است:

- نقشه حفریات افقی شامل یک سطح مقطع افقی چاه که برای مشخص کردن موقعیت دهانه چاه بر روی پلان نشان داده می‌شود.
- یک مقطع قائم از امتداد تونل‌های انشعابی از چاه می‌گذرد.
- در صورتی که تونل‌های انشعابی به موازات یکدیگر حفر نشده باشند، باید یک مقطع قائم نیز از امتداد تونل‌های انشعابی در امتداد دیگر رسم شود.

۳-۳-۲- نقشه‌های دوراهی‌ها

نقشه دوراهی‌ها نظیر نقشه مسیرهای افقی است ولی در این حالت باید برای هر دست قاب فلزی و یا چوب بست یک مقطع قائم رسم شود. در این مورد نیز لازم است مقاطع برای دو حالت حفاری شده و پس از نصب سیستم نگهداری و به همراه جزییات مربوطه نشان داده شوند.

omoorepeyman.ir

۳-۳-۳- نقشه‌های پذیرگاه‌ها

نقشه پذیرگاه‌ها نیز نظیر نقشه مسیرهای افقی است ولی در این حالت باید برای هر دست قاب فلزی و یا چوب بست در محل تبدیل فضای تونل به فضای پذیرگاه، یک مقطع قائم نیز رسم شود. در این مورد نیز باید مقاطع برای دو حالت حفاری شده و پس از نصب سیستم نگهداری و به همراه جزییات مربوطه نشان داده شود.

۳-۳-٤- نقشه ایستگاه‌های چاه

با توجه به این که ایستگاه‌های چاه جزییات زیادی دارند، بسته به مورد ممکن است چندین مقطع قائم و افقی برای نشان دادن جزییات ایستگاه مورد نیاز باشد. معمولا این نقشه‌ها را در مقیاس بزرگتری نسبت به نقشه مسیر چاه رسم می‌کنند. در این مورد نیز باید مقاطع برای دو حالت حفاری شده و پس از نصب سیستم نگهداری و به همراه جزییات مربوطه نشان داده شوند.

۳-۳-۵- نقشه‌های جان‌پناه

نقشه‌های جان‌پناه به صورت دو مقطع قائم و یک مقطع افقی نشان داده می‌شود. یکی از مقاطع قائم موازی و دیگری عمود بر امتداد فضا در نظر گرفته می‌شود. در این مورد نیز باید مقاطع برای دو حالت حفاری شده و پس از نصب سیستم نگهداری و به همراه جزییات مربوطه نشان داده شوند.

۳-۳-٦- نقشه فضاهای خدماتی

نقشه فضاهای خدماتی بسته به مورد ممکن است به صورت چند مقطع افقی و قائم نشان داده شوند. در این مورد نیز باید مقاطع برای دو حالت حفاری شده و پس از نصب سیستم نگهداری به همراه جزییات مربوطه نشان داده شوند.

۳-۳-۷- نقشه محفظه بارگیری اسکیپ

نقشه محفظه بارگیری اسکیپ باید حداقل به صورت دو مقطع عمود بر یکدیگر نشان داده شود.

۳-۳-۸- نقشه ریزش‌گاه کانسنگ و قیف

نقشه ریزش‌گاه کانسنگ و قیف نیز باید حداقل به صورت دو مقطع عمود بر یکدیگر نشان داده شود.

۳-۳-۹- نقشه طبقات فرعی

نقشه‌های طبقات فرعی نظیر نقشه‌های مسیر افقی نشان داده می‌شود. با توجه به این که عموما مقطع فضاهای طبقات فرعی به صورت یکنواخت است، یک مقطع عمود بر مسیر برای نشان دادن خصوصیات این حفریات کافی است.

۳-۳-۱۰- نقشه‌های دویل

نقشه‌های دویل به صورت یک مقطع قائم نظیر نقشه‌های مسیر مایل و قائم نشان داده می‌شود. با توجه به این که عموما مقطع دویل‌ها به صورت یکنواخت است، یک مقطع عمود بر مسیر برای نشان دادن خصوصیات دویل کافی است.

omoorepeyman.ir

۳-۳-۱۱- نقشه‌های نفررو

نقشه‌های نفررو نیز نظیر نقشه‌های مسیر نشان داده می‌شود.

۳-۳-۱۲- نقشه‌های دویل پنجه‌ای

این نقشه‌ها به صورت یک مقطع عمود بر چند دویل مرتبط با یکدیگر نشان داده می‌شود. مقاطع دویل‌ها نیز باید بر روی این مقطع نشان داده شوند.

۳-٤- مقررات لنگه‌های حفاظتی

لنگه حفاظتی بخشی از ماده معدنی است که برای پایداری فضاهای مورد نیاز معدنی و یا تاسیسات واقع در سطح زمین استخراج نشده باقی گذارده می‌شود. بر حسب مورد ممکن است بخشی از لنگه‌ها پس از گذشت زمان و عدم نیاز به پایداری فضای مربوطه استخراج شود. لنگه‌های حفاظتی به سه دسته (الف) حفاظتی تاسیسات سطح زمین، فضاهای بازکننده، سرویس و اصلی، (ب) فضاهای آماده‌سازی استخراجی و (پ) کارگاه استخراج تقسیم می‌شوند. مقررات مربوط به لنگه‌های حفاظتی به قرار زیر است:

۳-٤-۱- پایداری در اطراف چاه و تأسیسات سطحی

برای تامین پایداری اطراف چاه و یا هرگونه تاسیسات سطحی و یا حفریه زیرزمینی که پایداری آن پس از استخراج ذخایر زیر و یا اطراف آن ضرورت داشته باشد، حریمی در نظر گرفته می‌شود و تا زمان مورد نظر این حریم استخراج نمی‌شود.

۳-٤-۲- حریم چاه قائم

حریم چاه قائم شبیه مخروط ناقصی است که قاعده کوچک آن در سطح زمین و قاعده بزرگ آن در عمق قرار دارد. زاویه بین سطح قاعده و یال جانبی مخروط به خواص ژئومکانیکی سنگ‌های اطراف تاسیسات و یا حفریات مورد نظر بستگی داشته و هر چه خصوصیات ژئومکانیکی سنگ‌های اطراف بهتر باشند، این زاویه بزرگتر خواهد بود. محل تاسیسات در سطح زمین و یا چاه به صورتی انتخاب می‌شود که کمترین میزان ماده معدنی در حریم باقی گذاشته شود.

۳-٤-۳- لنگه‌های حفاظتی در روش انباره‌ای

در روش انباره‌ای در نظر گرفتن لنگه‌های حفاظتی برای حفاظت از تونل باربری، خاک‌کش[1] و یا میانبرهای بارگیری و تامین پایداری راهروی تهویه ضرورت دارد. ابعاد لنگه‌های حفاظتی به عوامل مختلف از جمله وضعیت ژئومکانیکی سنگ‌ها و ضخامت رگه بستگی دارد. در معادن ایران با وضعیت ژئومکانیکی خوب و ضخامت حدود ۳ متر، ارتفاع لنگه حفاظتی برای حفاظت تونل باربری در بالای تونل در حدود ۲/۵ متر در نظر گرفته می‌شود (به طور مثال در معدن عمارت و معدن نخلک).

1- Shusher

omoorepeyman.ir

۳-٤-٤- لنگه‌های حفاظتی در روش کند و آکند

در روش کند و آکند با توجه به پرکردن فضای استخراج شده، به جز لنگه‌های حفاظتی که برای حفاظت تونل‌های باربری در نظر گرفته می‌شود، عموما لنگه حفاظتی دیگری در نظر گرفته نمی‌شود. ارتفاع لنگه حفاظتی در معادن ایران وضعیت ژئومکانیکی خوب و ضخامت حدود ۳ متر برای حفاظت تونل باربری برابر با ۲/۵ متر است.

۳-٤-٥- لنگه‌های حفاظتی الزامی

در موارد زیر در نظر گرفتن لنگه‌های حفاظتی الزامی است:

- در محل برخورد لایه‌ها و یا رگه‌ها با دیواره معدن روباز
- در محل رخنمون لایه‌ها و رگه‌ها در معادن زغال‌سنگ زیرزمینی

۳-٤-٦- لنگه‌های حفاظتی در روش اطاق و پایه

در روش اطاق و پایه به جز لنگه‌های حفاظتی که به منظور حفاظت تونل‌های باربری در نظر گرفته می‌شود و همچنین لنگه‌های حفاظتی داخل کارگاه استخراج، عموما لنگه حفاظتی دیگری در نظر گرفته نمی‌شود. ابعاد اطاق‌ها و لنگه‌های حفاظتی به شرایط ژئومکانیکی ماده معدنی و سنگ‌های کمر بستگی دارد. مرکز فضاها، راهروها یا اطاق‌ها نباید به حدی نزدیک به هم باشند که توزیع تنش حول یک فضا بتواند بر فضای مجاور اثر بگذارد. این فاصله از ۴۰ تا ۱۰۰ فوت در معادن زغالی تغییر می‌کند و همچنین حداکثر فاصله بین میانبرها تابع ملاحظات و قوانین تهویه بوده است. عموما برای سنگ‌های ضعیف عرض پایه‌ها و اطاق‌ها برابر است. عوامل موثر در طراحی لنگه‌ها به شرح زیر است:

- پایداری کمر بالا؛ هر چه کمر بالا مقاومت بیشتری داشته باشد، لنگه‌های کمتری برای تامین پایداری کارگاه مورد نیاز است.
- ابعاد کارگاه؛ هرچه پهنای کارگاه بیشتر باشد، گسترش لنگه در جهت افقی بیشتر است و هرچه ارتفاع کارگاه بیشتر باشد، لنگه‌ها بلندتر خواهد بود.
- روش چالزنی و آتشباری؛ در روش آتشباری موازی به خاطر آن که طول چال‌ها بلندتر و حجم توده آتشباری شده بزرگتر است، لنگه‌ها باید بیشتر و بزرگتر باشند تا پایداری حفظ شود ولی در روش چالزنی زاویه‌دار لنگه‌های کوچکتری مورد نیاز است.
- ارزش ماده معدنی؛ هر چه ارزش ماده معدنی بیشتر باشد، لنگه کوچکتری باقی می‌گذارند و یا این که معدن را به گونه‌ای طراحی می‌کنند که در خاتمه لنگه‌ها بازیابی شوند.
- اهمیت میزان نشست؛، هر چه اهمیت نشست در سطح زمین بیشتر باشد، لنگه‌های بیشتری را باقی می‌گذارند.
- ضخامت توده معدنی؛ اگر ضخامت ماده معدنی زیاد و روش استخراج به صورت عرضی باشد، برای ایجاد و حفظ پایداری بین کارگاه‌ها لنگه‌هایی باقی می‌گذارند.

۳-٤-۷- لنگه‌های حفاظتی در روش طبقات فرعی

در روش استخراج در طبقات فرعی با توجه به این که بارگیری توسط لودر و از طریق میانبرهای بارگیری انجام می‌گیرد، صرفا لنگه‌های حفاظتی برای پایداری این فضاها در نظر گرفته می‌شود.

omoorepeyman.ir

۳-٤-۸- لنگه‌های حفاظتی در روش کرسی چینی

در روش استخراج با کرسی چینی لنگه‌های حفاظتی همانند روش کند و آکند در نظر گرفته می‌شود.

۳-٤-۹- لنگه‌های حفاظتی در روش استخراج تخریبی در جبهه کار بلند

در روش استخراج تخریبی در جبهه کار بلند به جز لنگه‌های حفاظتی که به منظور حفاظت تونل‌های باربری در نظر گرفته می‌شود، عموما لنگه حفاظتی دیگری در نظر گرفته نمی‌شود.

۳-٤-۱۰- لنگه‌های حفاظتی در روش طبقات فرعی

در روش استخراج تخریبی در طبقات فرعی هیچ گونه لنگه حفاظتی در نظر گرفته نمی‌شود.

۳-٤-۱۱- لنگه‌های حفاظتی در روش تخریب بزرگ

در روش استخراج تخریب بزرگ حسب مورد لنگه‌های حفاظتی به منظور حفاظت تونل‌های خاک‌کش، گریزلی، میانبرهای بارگیری و دویل‌های پنجه‌ای و حفاظتی در نظر گرفته می‌شود.

۳-٤-۱۲- بازیابی لنگه‌های حفاظتی

در صورت امکان لنگه‌ها پس از استخراج بازیابی خواهند شد. عواملی که در تصمیم‌گیری در مورد بازیابی لنگه‌ها موثرند عبارتند از:

- میزان پایداری کارگاه پس از اتمام عملیات استخراج بدون پرکردن
- بار و تنش وارده به لنگه‌ها
- قابلیت تخریب سقف کارگاه
- میزان ماده معدنی درون لنگه
- ضریب ایمنی و شرایط اقتصادی حاصل پس از بازیابی لنگه‌ها
- عیار و ارزش ماده معدنی

۳-٤-۱۳- استخراج لنگه‌های حفاظتی مواد معدنی ارزشمند

در مواردی که ماده معدنی ارزشمند باشد و با توجه به خصوصیات ژئوتکنیکی ماده معدنی و سنگ‌های کمر امکان بازیابی ماده معدنی وجود نداشته باشد، ممکن است قبل از استخراج تمهیداتی به منظور استخراج این بخش از ماده معدنی در نظر گرفته شود، استخراج ماده معدنی و پرکردن محل با بتن از آن جمله است.

omoorepeyman.ir

فصل ۴

مراحل طراحی بازکننده‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

٤-١- آشنایی

اطلاعات مختلفی برای طراحی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی لازم است و طراح باید به زمینه‌های مختلفی تسلط و یا آشنایی داشته باشد. از موارد در طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفریات معدنی با دیگر موارد در تعامل هستند. طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفریات معدنی به شرح زیر انجام می‌گیرد:

٤-٢- تعیین ابعاد کلی سطح مقطع

در اولین مرحله ابعاد کلی سطح مقطع برای فضاهای زیرزمینی با کاربردهای متفاوت مشخص می‌شود. در این مرحله شکل سطح مقطع به صورت یک مستطیل در نظر گرفته می‌شود.

٤-٢-١- تعیین ابعاد کلی سطح مقطع برای فضاهای زیرزمینی باربری

در این حالت ابعاد کلی سطح مقطع با در نظر گرفتن ابعاد وسیله باربری و الزامات ایمنی از فواصل وسایل باربری با یکدیگر و همچنین در نظر گرفتن دیگر فضاهای مورد نیاز نظیر فضا برای رفت و آمد پرسنل تعیین می‌شود.

٤-٢-٢- تعیین ابعاد کلی سطح مقطع برای فضاهای زیرزمینی خدماتی

در این حالت ابعاد کلی سطح مقطع بر اساس نیاز فضای خدماتی و الزامات ایمنی تعیین می‌شود.

٤-٢-٣- تعیین ابعاد کلی سطح مقطع برای فضاهای آماده‌سازی استخراج

با توجه به تنوع این فضاها از نظر نوع کاربرد، لازم است در هر مورد عوامل مربوطه در نظر گرفته شود. به عنوان مثال در مورد حفریه زیرزمینی که برای رفت و آمد پرسنل به کارگاه استخراج طراحی می‌شود، لازم است که ابعاد انسانی به صورت کلی و همچنین الزامات ایمنی و قانونی در نظر گرفته شود و یا در حفریه زیرزمینی برای انتقال ماشین نیز لازم است ابعاد ماشین‌آلات (بر حسب مورد دمونتاژ شده و یا به صورت یکپارچه) همراه با الزامات ایمنی در نظر گرفته شود.

٤-٣- بررسی سطح مقطع از نظر تهویه

پس از مشخص شدن ابعاد کلی سطح مقطع، مساحت سطح مقطع از نظر نیازهای تهویه بررسی می‌شود. در صورت مناسب بودن سطح مقطع از نظر نیازهای تهویه، همان سطح مقطع کلی برای استفاده در مراحل بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در غیر این صورت سطح مقطع برای تامین نیازهای تهویه بزرگ در نظر گرفته می‌شود. در این مرحله همچنین مساحت مقاطع فضاهای زیرزمینی که صرفا برای تهویه مورد نیازاند، تعیین می‌شود.

omoorepeyman.ir

٤-٤- تعیین شکل سطح مقطع

در این مرحله و پس از مشخص شدن ابعاد کلی سطح مقطع و با در نظر گرفتن خصوصیات ژئومکانیکی سنگ‌های مسیر حفریه زیرزمینی، همچنین تنش‌های منطقه مصالح در نظر گرفته شده برای نگهداری و دیگر عوامل موثر شکل اولیه سطح مقطع و همچنین میزان و نوع نگهداری مشخص می‌شود. در این مرحله با تلفیق ابعاد کلی و شکل سطح مقطع فضاهای زیرزمینی، سطح مقطع اولیه فضای زیرزمینی مشخص می‌شود.

٤-٥- طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی: مطالعه موردی معدن منگنز ونارچ

با توجه به استخراج ذخایر سطحی معدن منگنز ونارچ و نیاز به سنگ منگنز، مطالعات امکانپذیری و طراحی معدن زیرزمینی برای استخراج بخشی از ذخایر در اواخر سال ۱۳۶۴ شروع شده و در سال ۱۳۶۵ به پایان رسید و عملیات آماده‌سازی از سال ۱۳۶۶ شروع و استخراج سنگ منگنز از این معدن در سال ۱۳۷۱ شروع شد. از جمله طراحی‌های انجام گرفته برای این معدن، طراحی بازکننده و حفریات زیرزمینی این معدن و به قرار زیر است:

- **بازکننده**

با توجه به عدم وجود پستی و بلندی قابل توجه در منطقه، دسترسی به ذخایر منطقه مورد نظر از طریق حفریات زیرزمینی افقی ممکن نبود و بر اساس بررسی‌های انجام شده چاه قائم به منظور باز کردن معدن انتخاب شد.

- **انتخاب محل حفر چاه**

محل حفر چاه با توجه به موارد زیر انتخاب شد.

- وجود منطقه نسبتا مسطح در نزدیکی مرکز ثقل باربری معدن
- شیب حدود ۸۰ درجه لایه معدنی
- عمق چاه برابر با ۱۴۰ متر
- وجود سنگ‌های پرفیریتی و دیاباز در مسیر چاه

بر این اساس محل حفر چاه در نزدیکی مرکز ثقل باربری معدن، در محوطه نسبتا مسطح و در فاصله ۶۰ متری از لایه معدنی در نظر گرفته شد.

- **طراحی سطح مقطع چاه قائم**

با توجه به مناسب بودن کیفیت ژئومکانیکی سنگ‌های مسیر چاه قائم، عدم وجود گازهای مضر و در نتیجه تعیین کننده نبودن تهویه برای انتخاب مساحت حفریات و کم اهمیت بودن آب زیرزمینی و به منظور جلوگیری از اضافه حفاری، شکل سطح مقطع چاه قائم به صورت مستطیل در نظر گرفته شد. انتخاب ابعاد چاه قائم بر اساس سطح مقطع فضاهای لازم برای قفس، نفررو و لوله‌های آب، هوای فشرده، تهویه و مقاطع هندسی مورد نیاز برای نصب لوله‌ها، نگهداری ریل‌های هادی قفس و نصب پلکان انجام شد.

omoorepeyman.ir

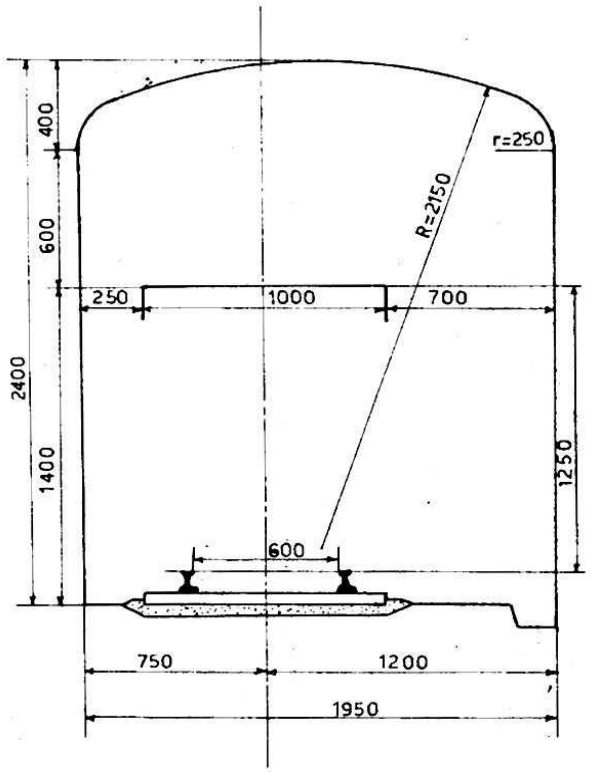
- **طراحی سطح مقطع تونل‌ها**

طراحی سطح مقطع تونل‌ها بر اساس موارد زیر انجام شد:

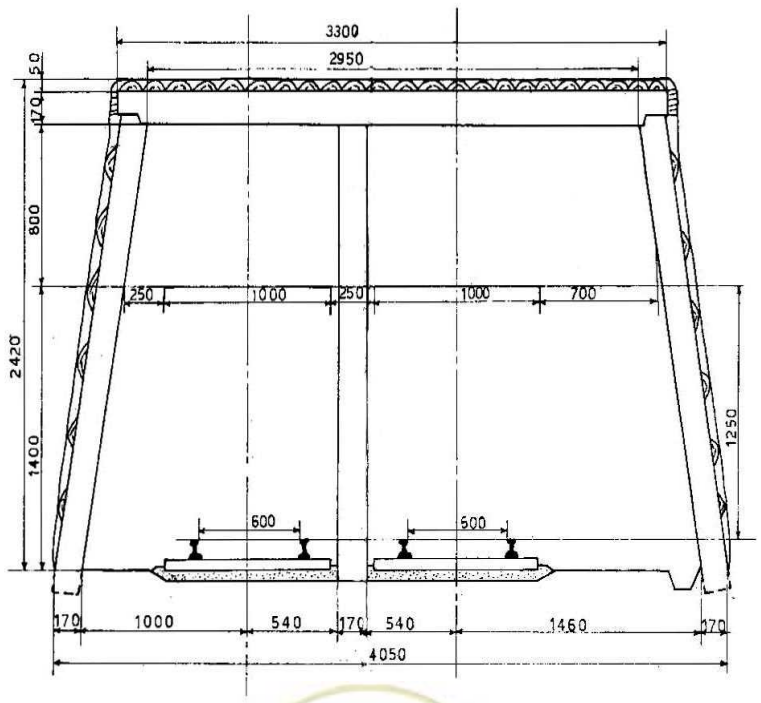
- واگن ۷۵۰ لیتری برای حمل سنگ با عرض ۱۰۰۰ و ارتفاع (از روی ریل)۱۲۵۰ میلی‌متر استفاده شد.
- حداقل فاصله ایمنی ۷۰۰ میلی‌متر در سمت نفررو و۲۵۰ میلی‌متر در سمت غیرنفررو تا دیواره تونل در نظر گرفته شد.
- لوله تهویه به قطر ۴۰۰ میلی‌متر برای تهویه جبهه کار تونل استفاده شد.
- تونل‌های حفر شده در سنگ‌های مقاوم (دیاباز و پورفیریی) بدون سیستم نگهداری و تونل‌های حفر شده در سایر سنگ‌ها با نگهداری چوبی با قطر ۲۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد.
- تهویه گازهای حاصل از آتشباری جبهه کارها در مدت زمان ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد.

مقاطع طراحی شده برای تونل‌های یک خطه و دو خطه با نگهداری و بدون نگهداری در شکل‌های شماره ۴- ۱ تا ۴- ۴ نشان داده شده است.

omoorepeyman.ir

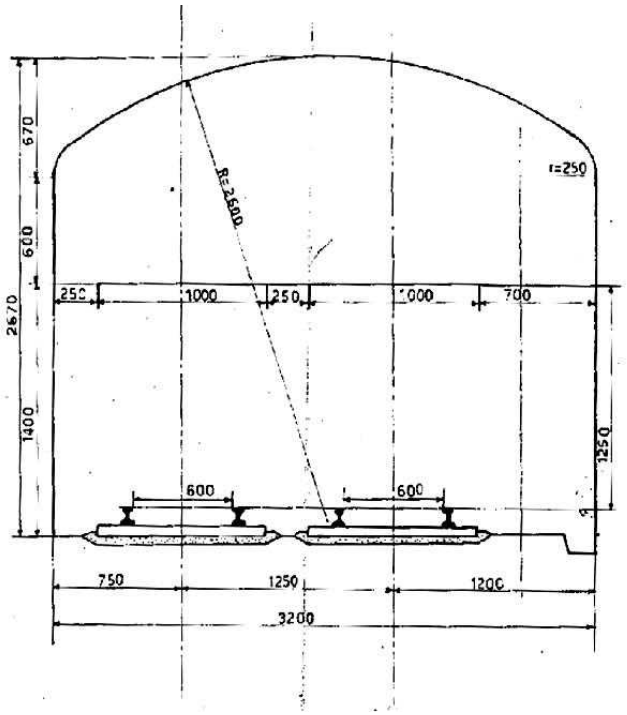


شکل ٤-١- نمونه‌ای از مقطع تونل باربری یک خطه قوسی شکل بدون سیستم نگهداری معدن منگنز ونارچ (ابعاد به میلی‌متر)

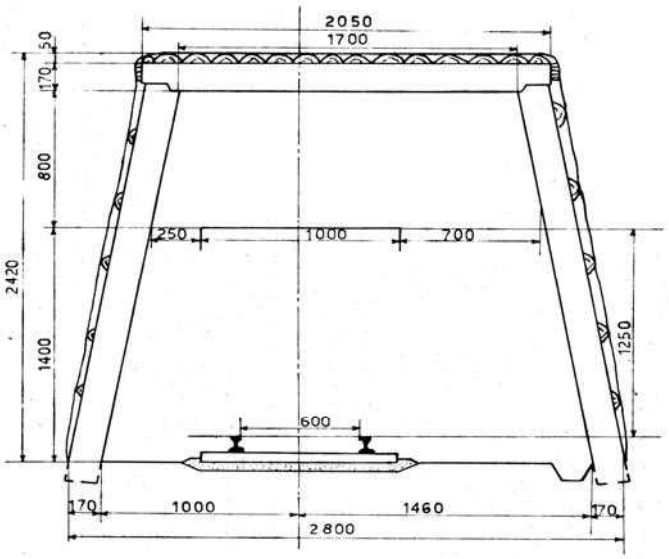


شکل ٤-٢- نمونه مقطع ذوزنقه‌ای تونل باربری دو خطه معدن منگنز ونارچ (ابعاد به میلی‌متر)

omoorepeyman.ir



شکل ٤-۳- نمونه مقطع تونل باربری دو خطه قوسی شکل بدون سیستم نگهداری معدن منگنز ونارچ (ابعاد به میلی‌متر)



شکل ٤-٤- نمونه مقطع ذوزنقه‌ای تونل باربری یک خطه معدن منگنز ونارچ (ابعاد به میلی‌متر)

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۵

تعیین ابعاد سطح مقطع حفریات معدنی زیرزمینی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۵-۱- آشنایی

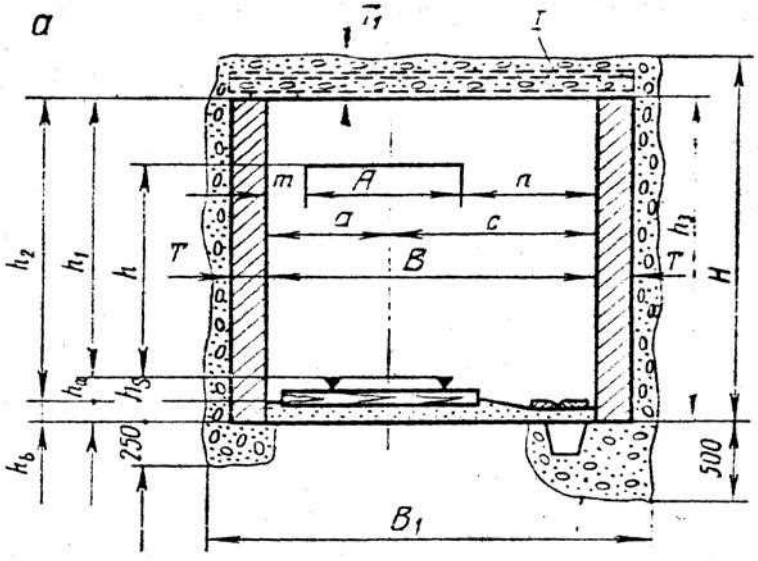
ابعاد سطح مقطع حفریات معدنی زیرزمینی به عوامل متعددی بستگی دارد. در این فصل با ذکر مثال‌هایی روش محاسبه ابعاد هندسی و مساحت حفریات زیرزمینی با اشکال مستطیلی، ذوزنقه‌ای، گنبدی و قوسی شکل به صورت فرمول‌هایی نشان داده می‌شود. در کلیه موارد در صورت کمتر بودن مساحت مقطع از مقدار مورد نیاز برای تهویه لازم است مقطع به صورت مناسبی بزرگتر در نظر گرفته شود.

۵-۲- محاسبه ابعاد هندسی و مساحت حفریات زیرزمینی مستطیلی شکل با سیستم نگهداری بتی

۵-۲-۱- عرض اولیه حفریه زیرزمینی

عرض اولیه حفریه زیرزمینی یک خطه مطابق شکل ۵-۱ برابر است با:

$$B_1 = B + 2(T + d_1) \qquad (۱-۵)$$



شکل ۵-۱- سطح مقطع مستطیلی تونل یک خطه

که در آن:

B = عرض مفید حفریه زیرزمینی بر حسب میلی‌متر

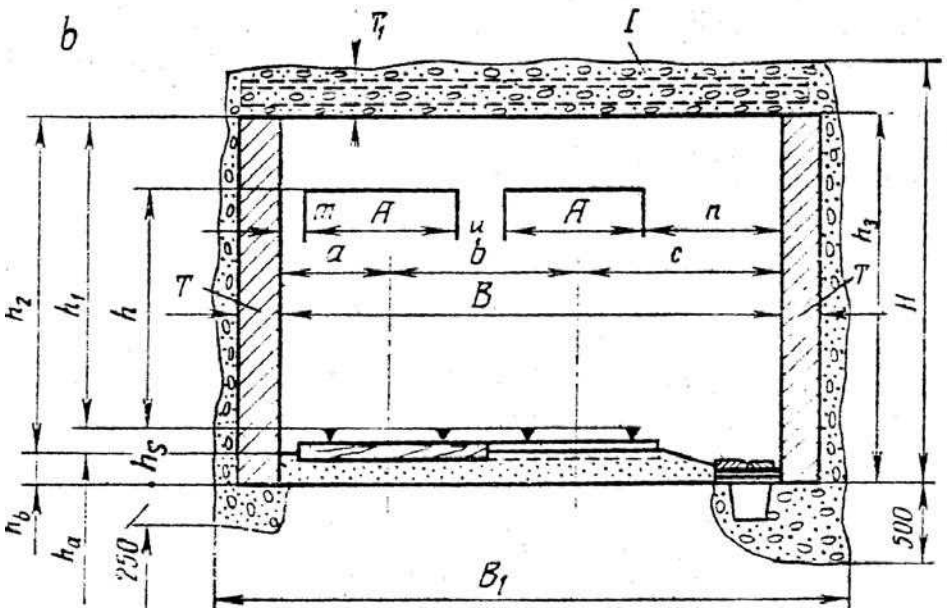
T = ضخامت پایه بتنی دیواره بر حسب میلی‌متر

d_1 = ضخامت بخش پر شده با باطله بر حسب میلی‌متر که معمولا ۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

عرض اولیه حفریه زیرزمینی دو خطه مطابق شکل ۵-۲ برابر است با:

omoorepeyman.ir

$$B_1 = B + 2(T + d_2) \qquad (۲-۵)$$



شکل ۵-۲- سطح مقطع مستطیلی تونل دو ریله

d_2= ضخامت بخش پر شده با باطله که معمولا ۷۰ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

عرض مفید حفریه زیرزمینی برابر با مجموع عرض وسیله نقلیه (واگن- لکوموتیو) و فاصله m و n است که بر اساس قوانین ایمنی مشخص می‌شود.

۵-۲-۲- ارتفاع اولیه

ارتفاع اولیه حفریه زیرزمینی یک خطه برابر است با:

$$H = h_1 + (h_a + h_b + T_1) \qquad (۳-۵)$$

که در آن:

h_1 = ارتفاع از سطح ریل تا سقف بر حسب میلی‌متر

h_a = ارتفاع از سطح بالاست تا بالای سطح ریل بر حسب میلی‌متر

h_b = ارتفاع از کف تا سطح بالاست بر حسب میلی‌متر

T_1 = ارتفاع پوشش سقف شامل ضخامت تیر و ۶۰ میلی‌متر ضخامت فضای پرشده توسط باطله

۵-۲-۳- سطح مقطع اولیه حفریه زیرزمینی

مساحت سطح مقطع اولیه برابر است با:

$$S = B_1 \times H \qquad (۴-۵)$$

omoorepeyman.ir

که در آن S مساحت مقطع بر حسب میلی‌متر مربع است.

که به این عدد باید سطح مقطع غنو آب نیز اضافه شود.

۵-۲-٤- سطح مقطع مفید حفریه زیرزمینی

سطح مقطع مفید بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$S_{fin} = B \times h_2 \qquad (۵-۵)$$

که در آن $h_2=h_a+h_1$ و برابر با ارتفاع حفریه از سطح بالای بالاست تا سقف است.

۵-۲-۵- محیط مفید حفریه زیرزمینی

محیط مفید حفریه زیرزمینی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$P_{cl} = 2\left(h_2 + B\right) \qquad (۶-۵)$$

که در آن P_{cl} محیط مفید حفریه زیرزمینی بر حسب میلی‌متر است.

۵-۳- محاسبه ابعاد هندسی و مساحت حفریات زیرزمینی ذوزنقه‌ای شکل با نگهداری چوبی

مقاطع شماتیک حفریات زیرزمینی با نگهداری چوبی یک خطه و دو خطه در شکل‌های ۵-۳ و ۵-۴ نشان داده شده است.

۵-۳-۱- ارتفاع اولیه حفریه زیرزمینی

مجموع ارتفاع حفریه اولیه برابر است با:

$$H = h_1 + h_a + h_b + d_3 + d_4 + d_5 \qquad (۷-۵)$$

که در آن:

h_1= ارتفاع از سطح ریل تا سقف بر حسب میلی‌متر

h_a = ارتفاع از سطح بالاست تا سطح ریل بر حسب میلی‌متر

$h_a+h_1=h_2$ ارتفاع حفریه از بالاست تا کلاهک ریل

h_b = ارتفاع از کف تا سطح بالاست بر حسب میلی‌متر

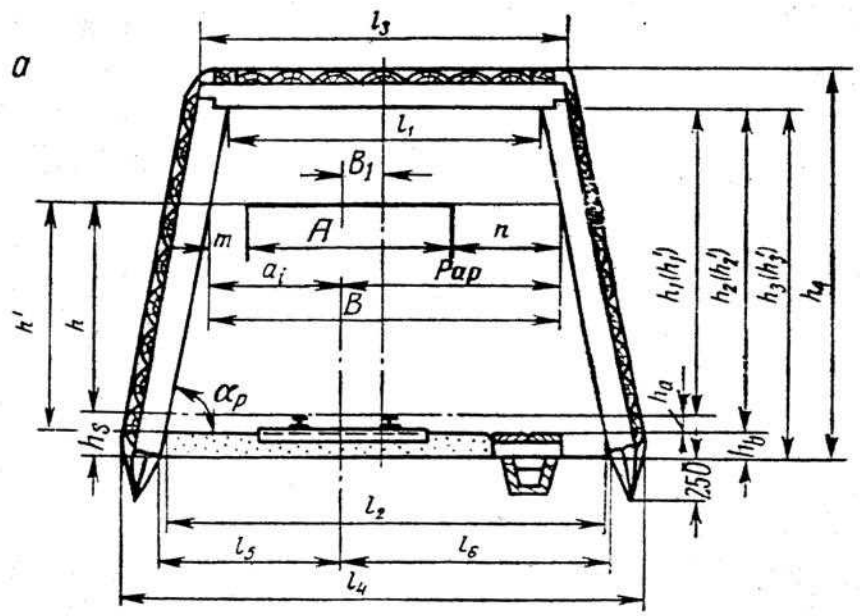
$h_a+h_b=h_s$ ارتفاع از کف تونل تا روی ریل و $h_a+h_2=h_3$ ارتفاع حفریه از کف تا کلاهک ریل

d_3 = قطر کلاهک ریل بر حسب میلی‌متر

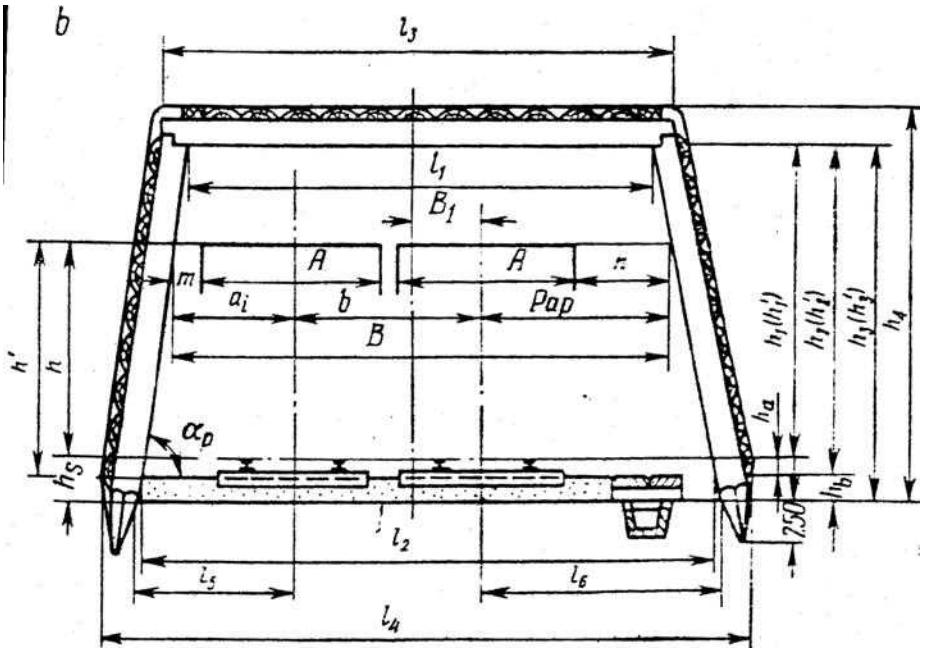
d_4= ضخامت لارده بر حسب میلی‌متر

d_5= میزان نشست پیش‌بینی شده بر حسب میلی‌متر

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۳- سطح مقطع ذوزنقه‌ای با سیستم نگهداری چوبی یک خطه



شکل ۵-٤- سطح مقطع ذوزنقه‌ای با سیستم نگهداری چوبی دو خطه

۵-۳-۲- عرض اولیه سقف حفریه زیرزمینی

عرض اولیه سقف حفریه زیرزمینی برابر است با:

$$L_3 = B - 2(h_1 - h)\cot\alpha_p + 2(d_3 + d_4) \qquad (۸-۵)$$

که در آن:

B = عرض حفریه در ارتفاع سطح فوقانی واگن یا لکوموتیو

α_p = زاویه شیب پایه بر حسب درجه که معمولا ۸۰ درجه است.

omoorepeyman.ir

۵-۳-۳- عرض کف حفریه زیرزمینی

عرض کف حفریه برای تونل یک خطه برابر است با:

$$l_4 = l_5 + l_6 + 2d + 2d_3 \quad (۹-۵)$$

و برای تونل دو خطه برابر است با:

$$l_4 = l_5 + l_6 + b + 2d + 100 \quad (۱۰-۵)$$

l_5 = فاصله از محور ریل در سمتی که برای عبور افراد در نظر گرفته نشده است (برحسب میلی‌متر).

$$L_5 = a_i + (h + h_s)\cot\alpha_p \quad (۱۱-۵)$$

$L6$ = فاصله از محور ریل در سمتی که برای عبور افراد در نظر گرفته شده است (برحسب میلی‌متر).

$$L_6 = p_{ap} + (h + h_s)\cot\alpha_p \quad (۱۲-۵)$$

a_i = فاصله از محور تقارن واگن یا لکوموتیو در ارتفاع h تونل در سمتی که برای عبور افراد در نظر گرفته نشده است (برحسب میلی‌متر).

p_{ap} = فاصله از محور تقارن واگن یا لکوموتیو در ارتفاع h تونل در سمتی که برای عبور افراد در نظر گرفته شده است (برحسب میلی‌متر).

b = فاصله بین دو محور ریل در فضاهای دو خطه برحسب میلی‌متر

۵-۳-٤- مساحت مفید حفریه زیرزمینی

مساحت مفید مقطع حفریه زیرزمینی برابر است با:

$$S_{fin} = \frac{h_2(l_1 + l_2)}{2} \quad (۱۳-۵)$$

که در آن:

l_1 عرض مفید در سقف حفریه زیرزمینی و برابر است با:

$$l_1 = B - 2(h_1 - h)\cot\alpha_p \quad (۱۴-۵)$$

l_2 عرض مفید در کف حفریه زیرزمینی (سطح بالاست) و برابر است با:

$$l_2 = B + 2(h + h_a)\cot\alpha_p \quad (۱۵-۵)$$

۵-۳-۵- مساحت اولیه حفریه زیرزمینی

مساحت اولیه مقطع حفریه زیرزمینی (S) برابر است با:

$$S = \frac{H(l_3 - l_4)}{2} \quad (۱۶-۵)$$

omoorepeyman.ir

۵-۳-٦- محیط اولیه حفریه زیرزمینی

محیط اولیه حفریه زیرزمینی (P) برابر است با:

$$P = l_1 + l_2 + \frac{2h_2}{\sin\alpha_p} \qquad (۱۷-۵)$$

۵-۳-۷- ابعاد هندسی تونل‌های دنبال‌رو پرشیب

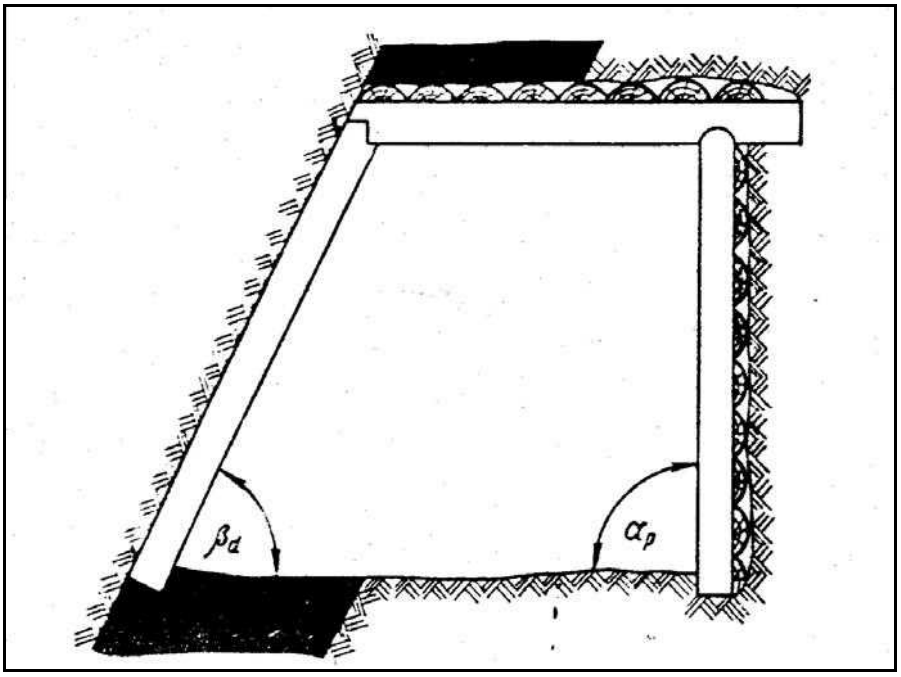
عرض اولیه سقف تونل‌های دنبال‌رو پر شیب شکل (۵-۵) برابر است با:

$$L_3 = B - \left(h_1 - h\right)\left(\cot\alpha_p + \cot\beta_d\right) + 2\left(d_3 + d_1\right) \qquad (۱۸-۵)$$

که در آن β_d شیب لایه است.

محیط تونل (P) برابر است با:

$$P = l_1 + l_2 + \frac{h}{\sin\alpha_p} + \frac{h_2}{\sin\beta_d} \qquad (۱۹-۵)$$



شکل ۵-۵- سطح مقطع ذوزنقه‌ای با سیستم نگهداری چوبی (تونل دنبال‌لایه پرشیب)

۵-٤- محاسبه ابعاد هندسی و مساحت حفریه زیرزمینی گنبدی شکل

مقاطع شماتیک حفریات زیرزمینی گنبدی شکل در شکل‌های ۵-۶ و ۵-۷ نشان داده شده است.

omoorepeyman.ir

۵-٤-۱- ارتفاع اولیه حفریه زیرزمینی

ارتفاع اولیه برابر است با:

$$H = h_1'' + h_s + h_o + d_o \quad (۲۰-۵)$$

که در آن:

h_1'' = ارتفاع از ریل تا شروع قوس

h_s = ارتفاع از کف تونل تا ریل

h_o = ارتفاع قوس

d_o = ارتفاع تحکیم در تاج

ارتفاع گنبد برابر است با:

h_o =B/3 برای مقاطع با انحنای کم بر حسب میلی‌متر

h_o =B/2 برای نیم دایره‌ای بر حسب میلی‌متر

R=0.692B شعاع قوس مرکزی در مقاطع با انحنای کم بر حسب میلی‌متر

R=0.262B شعاع قوس‌های جانبی در مقاطع با انحنای کم بر حسب میلی‌متر

R=0.5B شعاع قوس در نیم دایره بر حسب میلی‌متر

۵-٤-۲- عرض اولیه حفریه زیرزمینی

- عرض اولیه حفریه زیرزمینی گنبدی شکل یک خطی با سیستم نگهداری بتنی برابر است با:

$$B_1 = B + 2T \quad (۲۱-۵)$$

- عرض اولیه حفریه زیرزمینی گنبدی شکل یک خطه با سیستم نگهداری سنگی- آجری برابر است با:

$$B_1 = B + 2(T + 2d_1) \quad (۲۲-۵)$$

- عرض اولیه حفریه زیرزمینی گنبدی شکل دو خطه با نگهداری سنگی- آجری برابر است با:

$$B_1 = B + 2(T + 2d_2) \quad (۲۳-۵)$$

B= عرض مفید حفریه زیرزمینی بر حسب میلی‌متر در حالت یک خطه برابر است با:

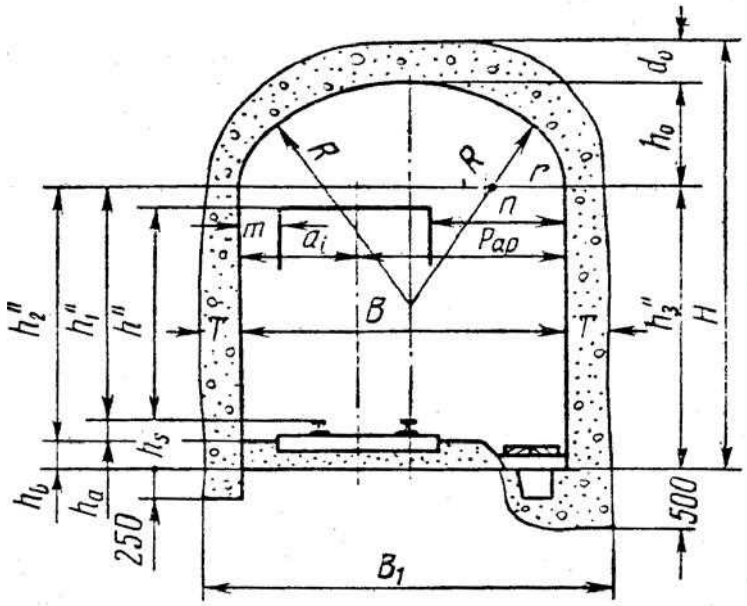
$$B = a_i + P_{ap} \quad (۲۴-۵)$$

در حالت دو خطه برابر است با:

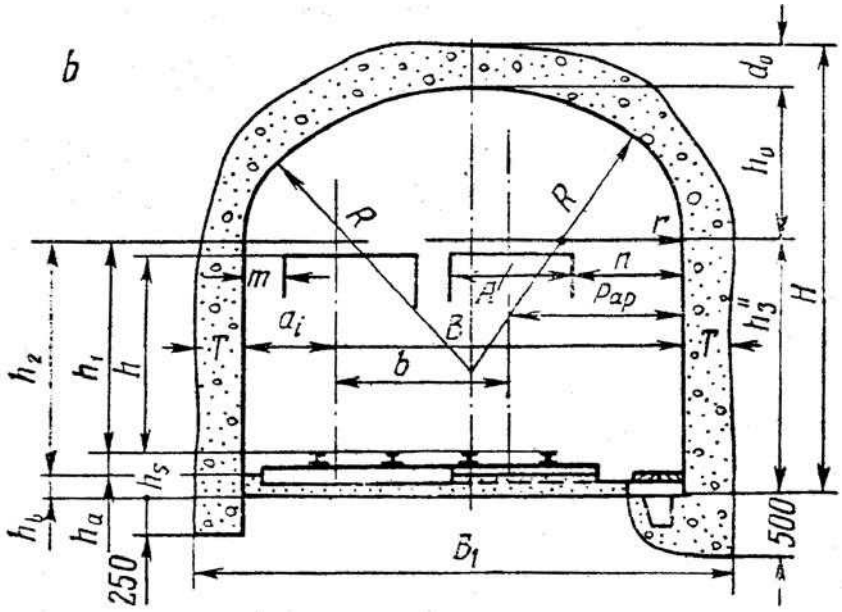
$$B = a_i + b + P_{ap} \quad (۲۵-۵)$$

d_1 و d_2 ضخامت باطله پشت دیوارهای سنگی و یا آجری بر حسب میلی‌متر

omoorepeyman.ir



شکل ۵-٦- سطح مقطع گنبدی شکل یک خطه



شکل ۵-۷- سطح مقطع گنبدی شکل دو خطه

۵-٤-۳- مساحت مفید حفریه زیرزمینی

- مساحت مفید مقطع با انحنای کم (S_{fin}) برابر است با:

$$S_{fin} = B\,(h_2'' + 0.26B) \qquad (۲۶-۵)$$

که در آن h_2'' ارتفاع از سطح بالاست تا شروع قوس بر حسب میلی‌متر است.

- مساحت مفید مقطع نیم دایره برابر است با:

$$S_{fin} = B'(h_2'' + 0.39B) \qquad (۲۷-۵)$$

omoorepeyman.ir

۵-٤-٤- محیط حفریه زیرزمینی

- محیط اولیه مقطع با انحنای کم برابر است با:

$$P_{cl} = 2h_2'' + 2.33B \quad (۲۸-۵)$$

- محیط اولیه مقطع نیم دایره شکل (P_{cl}) برابر است با:

$$P_{cl} = 2h_2'' + 2.57B \quad (۲۹-۵)$$

۵-٤-۵- مساحت اولیه حفریه زیرزمینی

- مساحت اولیه مقطع با انحنای کم با نگهداری سنگی-آجری برابر است با:

$$S = S_{fin} + Bh_0 + 2h_3''T + 0.17(1+\frac{d_0}{T})(B_1^2 - B^2) + S_{fill} \quad (۳۰-۵)$$

S_{fill} = مساحت بخش پر شده با سنگ در بالای کف حفریه زیرزمینی بر حسب متر مربع

h_3'' = ارتفاع از کف حفریه زیرزمینی تا شروع قوس بر حسب میلی‌متر

و در مورد سیستم نگهداری بتنی برابر است با:

$$S = S_{fin} + Bh_b + 2h_3''T + 0.17(1+\frac{d_0}{T})(B_1^2 - B^2) \quad (۳۱-۵)$$

- مساحت اولیه مقطع نیم دایره با سیستم نگهداری سنگی- آجری برابر است با:

$$S = S_{fin} + Bh_b + 2h_3''T + 0.19(1+\frac{d_0}{T})(B_1^2 - B^2) + S_{fill} \quad (۳۲-۵)$$

و با سیستم نگهداری بتنی برابر است با:

$$S = S_{fin} - Bh_b + 2h_3''T + 0.19(1+\frac{d_0}{T})(B_1^2 - B^2) \quad (۳۳-۵)$$

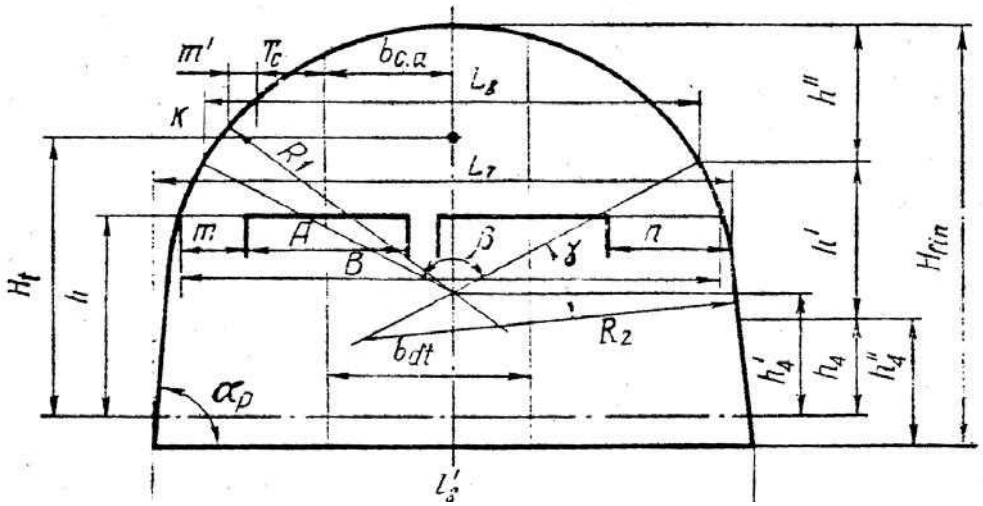
۵-۵- محاسبه ابعاد هندسی و مساحت حفریه زیر زمینی قوسی شکل

۵-۵-۱- ارتفاع مفید حفریه زیرزمینی

بخش قوس دار قاب‌های فلزی انعطاف پذیر از سه قوس یکی قوس فوقانی به ارتفاع h'' با زاویه β برابر با ۱۲۰ درجه و دو قوس جانبی به ارتفاع h' و با زاویه برابر با ۲۵ درجه تشکیل شده است (شکل ۵-۸). زاویه شیب پایه قاب فلزی با کف فضای زیرزمینی γ برابر با ۸۵ درجه و شعاع قوس‌های جانبی بر اساس قوس فوقانی برابر است با:

$$R_2 = 1.32R_1 \quad (۳۴-۵)$$

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۸- سطح مقطع قوسی شکل

ارتفاع h'_4 حفریه زیرزمینی (از سطح ریل تا مرکز قوس فوقانی) به ارتفاع لکوموتیو الکتریکی (h) و عرض مورد نیاز حفریه در این ارتفاع و همچنین به ارتفاع کابل تغذیه لکوموتیو برقی H_t بستگی دارد.

مقدار h'_4 به صورتی انتخاب شده است تا فاصله بین پانتوگراف و همچنین بدنه لکوموتیو و قاب فلزی (پس از نشست) به اندازه کافی باشد.

شعاع قوس فوقانی برابر است با:

$$R_1 = \sqrt{(m' + T_c + b_{c.a})^2 + (H_t - h'_4)^2} \qquad (۳۵-۵)$$

که در آن:

m' = حداقل فاصله مورد نیاز بین پانتوگراف و سیستم نگهداری معدن که برابر با ۲۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

T_c = نصف عرض پانتوگراف که برابر با ۴۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

H_t = ارتفاع کابل تغذیه لکوموتیو بر حسب میلی‌متر.

$b_{c.a}$ = فاصله بین محور ریل و محور تونل بر حسب میلی‌متر.

برای فضای زیرزمینی یک خطه

$$b_{c.a} = \frac{n - m}{2} \qquad (۳۶-۵)$$

و برای فضای زیرزمینی دو خطه

$$b_{c.a} = \frac{n - B - m}{2} \qquad (۳۷-۵)$$

که n و m حداقل فاصله بین بدنه لکوموتیو الکتریکی و سیستم نگهداری معدن هستند بر حسب میلی‌متر.

ارتفاع قوس فوقانی (h'') برابر است با:

$$h'' = R_1(1 - \cos\frac{\beta}{2}) = 0.5R_1 \qquad (۳۸-۵)$$

omoorepeyman.ir

ارتفاع حفریه زیرزمینی بین پایین‌ترین قسمت و بالاترین قسمت قاب کناری(h') با در نظر گرفتن $\gamma=25^{\circ}$ برابر است با:

$$h' = 0.41R_2 \quad (۳۹-۵)$$

ارتفاع حفریه زیرزمینی از سطح ریل تا قاب کناری (h_4) برابر است با:

$$h_4 = h'_4 - 0.033R_2 \quad (۴۰-۵)$$

ارتفاع حفریه زیرزمینی از سطح بالاست تا قاب کناری (h''_4) برابر است با:

$$h''_4 = h_4 + h_s \quad (۴۱-۵)$$

که در آن:

h_s= ارتفاع حفریه زیرزمینی بین سطح بالاست تا سطح ریل که برابر با ۱۶۰ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

ارتفاع مفید حفریه (H_{fin}) زیرزمینی برابر است با:

$$H_{fin} = h''_4 + h' + h'' \quad (۴۲-۵)$$

ارتفاع h_4 (از سطح ریل تا شروع قوس کناری) در مورد لکوموتیوهای الکتریکی و باطری‌دار بستگی به ارتفاع بدنه لکوموتیو دارد و در مورد لکوموتیوهای الکتریکی ارتفاع کابل‌های برق نیز باید در نظر گرفته شود.

برای حفریات زیرزمینی فاصله ریل‌ها ۶۰۰ میلی‌متر، ارتفاع دیوار برای لکوموتیوهای باطری‌دار ۱۴۵۰ میلی‌متر در حفریات زیرزمینی یک خطه و ۱۳۰۰ میلی‌متر برای حفریات زیرزمینی دو خطه و برای لکوموتیوها برقی برابر با ۱۶۲۰ و ۱۵۲۰ میلی‌متر توصیه می‌شود.

۵-۵-۲- عرض مفید حفریه زیرزمینی

- عرض حفریه زیرزمینی در ابتدای قوس کناری (L_7) برابر است با:

$$l_7 = 1.59R_2 \quad (۴۳-۵)$$

عرض حفریه زیرزمینی در ابتدای قوس فوقانی (L_8) برابر است با:

$$l_8 = 1.73R_2 \quad (۴۴-۵)$$

- عرض حفریه زیرزمینی در سطح بالاست برابر است با:

در حالتی که ستون‌ها از مرکز دور می‌شوند:

$$l'_8 = l_7 + 0.17h''_4 \quad (۴۵-۵)$$

در حالتی که ستون‌ها به مرکز نزدیک می‌شوند:

$$l'_8 = l_7 - 0.17h''_4 \quad (۴۶-۵)$$

ارتفاع H_t (از سطح ریل تا مرکز قوس فوقانی) حفریه زیرزمینی برای لکوموتیوهای باطری‌دار کمتر از لکوموتیوهای الکتریکی است ولی عرض حفریه زیرزمینی در قسمت بالای لکوموتیوها یکسان و برابر است با:

برای حفریه زیرزمینی یک خطه:

$$B \geq m + n + A \quad (۴۷-۵)$$

omoorepeyman.ir

حفریه زیرزمینی دو خطه:

$$B \geq m + n + b_{d.t} + A \qquad (۴۸-۵)$$

۵-۵-۳- مساحت مفید حفریه زیرزمینی

مساحت مفید حفریه زیرزمینی S_{fin} برابر است با:

$$S_{fin} = \frac{l_7 + l_8}{2} h' + \frac{l_7 + l'_8}{2} h_2 + \frac{1}{2} R_1^2 (\frac{\beta\pi}{180} - \sin\beta) + R_2^2 (\frac{\gamma\pi}{180} - \sin\gamma) \qquad (۴۹-۵)$$

با در نظر گرفتن ß=120 و γ=25°

$$S_{fin} = \frac{l_7 + l_8}{2} h' + \frac{l_7 + l'_8}{2} h''_4 + 0.61R_1^2 + 0.14R_2^2 \qquad (۵۰-۵)$$

مقادیر R_1, l'_8, l_8, l_7 و R_2 برای هر دو حالت قبل و بعد از نشست یکسان است ولی با در نظر گرفتن h''_4 مساحت مقطع مفید حفریه زیرزمینی قبل از نشست نسبت به پس از نشست افزایش نشان می‌دهد.

۵-۵-٤- محیط حفریه زیرزمینی

محیط حفریه زیرزمینی برابر است با:

$$P = l'_8 + \frac{2h_2}{\sin\alpha_p} + \frac{\gamma\pi R_2}{90} + \frac{\beta\pi R_1}{180} \qquad (۵۱-۵)$$

یا

$$P = l'_8 + 2.01h_2 + 0.9R_2 + 2.1R_1 \qquad (۵۲-۵)$$

omoorepeyman.ir

خواننده گرامی

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر پانصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه 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 نشریات منتشر شده در پایگاه اطلاع‌رسانی **nezamfanni.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

امور نظام فنی

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

Instruction For Geometrical Design Of Underground Excavation and Openings

No.579

Office of Deputy for Strategic Supervision
Department of Technical Affairs

Ministry of Industry, Mine and Trade

Deputy of Mine Affairs and Mineral Industries

nezamfanni.ir

http://mim.gov.ir

2013

omoorepeyman.ir

این نشریه:

در بردارنده پیش‌نیازها و نقشه‌های مورد نیاز برای طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفریات زیرزمینی و عوامل موثر بر آن و مراحل مختلف طراحی است و به منظور یکسان‌سازی و یکپارچه‌سازی عملیات، دستورالعمل‌های لازم برای طراحی ارایه شده است.

omoorepeyman.ir