جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه

ساختمان و تاسیسات

ضابطه شماره ۹۰۶

آخرین ویرایش: ۰۸-۱۲-۱۴۰۳

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی و اجرایی

nezamfanni.ir

۱۴۰۳

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

باسمه تعالی

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره :**	**۱۴۰۳/۶۵۷۷۸۹**
	تاریخ :	**۱۴۰۳/۱۲/۱۴**

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و تبصره(۲) ماده(۴) «نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور» موضوع مصوبه شماره ۲۵۲۵۴/ت۵۷۶۹۷ه مورخ ۱۴۰۰/۰۳/۰۸ هیئت وزیران، دستورالعمل پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و برای اجرا در «سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور»به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود.

عنوان:	**مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه**
شماره ضابطه:	**۹۰۱– تجهیزات ویژه مخابرات، سیگنالینگ و کنترل** **۹۰۲– تجهیزات ویژه مکانیکی** **۹۰۳– تجهیزات ویژه سیستم تامین توان** **۹۰۴– ناوگان ریلی** **۹۰۵– تجهیزات تعمیرگاهی نقلیه و دپو** **۹۰۶– ساختمان و تاسیسات**
نوع ابلاغ:	راهنما
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند
تاریخ اجرا:	۱۴۰۴/۰۴/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

چنانچه مطالبی در این مجموعه ضابطه، مغایر با اسناد قراردادی و بالادستی در خصوص روابط ارکان پروژه، از جمله کارفرما، مشاور و پیمانکار یا سایر مباحث قراردادی قید شده باشد، اسناد بالادستی قراردادی (نظیر موافقتنامه، شرایط عمومی) ملاک عمل خواهد بود.

سیدحمید پورمحمدی

امور پیمان
omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست از این‌رو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را منعکس فرمایید. کارشناسان مربوط 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 علی شاه- مرکز تلفن۳۳۲۷۱
سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی
Email: nezamfanni@chmail.ir **web: nezamfanni.ir**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

باسمه تعالی

پیشگفتار

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور بر اساس نظام فنی اجرایی یکپارچه، موضوع ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و آیین‌نامه اجرایی آن و ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه، «مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه» را در قالب ۶ جلد با شماره‌های زیر تهیه کرده است:

ضابطه شماره ۹۰۱- مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - تجهیزات ویژه مخابرات، سیگنالینگ و کنترل

ضابطه شماره ۹۰۲- مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - تجهیزات ویژه مکانیکی

ضابطه شماره ۹۰۳- مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - تجهیزات ویژه سیستم تامین توان

ضابطه شماره ۹۰۴- مبانی تحویل، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - ناوگان ریلی

ضابطه شماره ۹۰۵- مبانی تحویل، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - تجهیزات تعمیرگاهی نقلیه و دپو

ضابطه شماره ۹۰۶- مبانی تحویل، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - ساختمان و تاسیسات

با وجود تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آنها نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این ضوابط از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را به امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال کنند. کارشناسان سازمان پیشنهادهای دریافت شده را بررسی کرده و در صورت نیاز به اصلاح در متن ضابطه، با همفکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع رسانی نظام فنی و اجرایی کشور برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهند کرد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده‌است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن نیز اصلاح خواهد شد. از اینرو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۴۰۳

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

تهیه و کنترل «مبانی تحویل، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های حمل و نقل ریلی شهری و حومه - ساختمان و تاسیسات»

[ضابطه شماره ۹۰۶]

اعضای گروه تهیه‌کننده:

بابک سهمانی	شرکت مهندسین مشاور جامع بهرو	فوق لیسانس معماری
امین کاوندی	شرکت مهندسین مشاور جامع بهرو	فوق لیسانس مکانیک
نوید قائمی	شرکت مهندسین مشاور جامع بهرو	فوق لیسانس عمران
عباسعلی سقایی	شرکت مهندسین مشاور جامع بهرو	فوق لیسانس عمران
محمدامین صادقی	شرکت مهندسین مشاور جامع بهرو	فوق لیسانس مکانیک
سیاوش پرکار	شرکت مهندسین مشاور جامع بهرو	لیسانس مهندسی برق
حامد شیخ زاده	شرکت مهندسین مشاور جامع بهرو	لیسانس عمران
مهدی گفتاری	شرکت مهندسین مشاور جامع بهرو	فوق دیپلم طرح و ساخت راه آهن

اعضای گروه نظارت:

داوود پارساپور	شرکت مهندسین مشاورجامع بهرو	دکترای عمران
احسان دباغ نیشابوری	شرکت مهندسین مشاورجامع بهرو	فوق لیسانس مکانیک
لیلا ایرانپور	شرکت مهندسین مشاورجامع بهرو	فوق لیسانس معماری

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور):

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
وحید سعیدیان	معاون امور راه و ترابری و مدیریت عمران شهری و روستایی
فرزانه آقارمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی و اجرایی
زینب سقایی نوش‌آبادی	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

بخش اول سازه و ابنیه مترو

۱ـفصل اول ۳

ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری تونل و هواکش های میان تونلی، ابنیه ساختمان‌های دپو و محوطه.... ۳

۱ـ ۱ ـ کلیات **۵**

۱ـ ۲ ـ تعاریف **۵**

۱ ـ ۲ـ ۱- بازرس ۵

۱ ـ ۲ـ ۲- تناوب دوره بازرسی ۶

۱ ـ ۲ـ ۳- تعمیر و نگهداری ۶

۱ ـ ۲ـ ۴- عمر مفید سازه ۶

۱ـ ۳ ـ تحویل سازه **۶**

۱ـ ۴ ـ بازرسی **۸**

۱ ـ ۴ـ ۱- اصول بازرسی ۹

۱ ـ ۴ـ ۲- انواع بازرسی و جدول زمان بندی انجام بازرسی ها ۱۲

1ـ ۴ ـ ۲ـ ۱ـ انواع فعالیت‌های تعمیر و نگهداری ۱۲

1ـ ۴ ـ ۲ـ ۲ـ انواع بازرسی ۱۳

۱ ـ ۴ـ ۳- فرآیند بازرسی ۱۵

1ـ ۴ ـ ۳ـ ۱ـ بازرسی اجزای سازه ۱۵

۱ ـ ۴ـ ۴- روش‌های مختلف بازرسی ۱۷

1ـ ۴ ـ ۴ـ ۱ـ روش های مخرب ۱۸

1ـ ۴ ـ ۴ـ ۲ـ روش‌های غیرمخرب ۱۹

1ـ ۴ ـ ۴ـ ۳ـ سیستم‌های بازرسی روباتیک تونل ۴۵

۱ ـ ۴ـ ۵- عملیات بازرسی ۴۶

1ـ ۴ ـ ۵ـ ۱ـ بازرسی اجزای سازه ای ۴۶

۱ـ ۵ ـ معایب و خرابی‌ها **۴۹**

۱ ـ ۵ـ ۱- سازه‌های بتنی ۴۹

1ـ ۵ ـ ۱ـ ۱ـ فرسایش سطحی ۴۹

1ـ ۵ ـ ۱ـ ۲ـ ترک خوردگی ۴۹

1ـ ۵ ـ ۱ـ ۳ـ پوسته شدگی ۵۲

omoorepeyman.ir

1ـ ۵ ـ ۱ـ ۴ـ پوسته شدگی شکافی ۵۲
1ـ ۵ ـ ۱ـ ۵ـ بیرون پریدگی ۵۲
1ـ ۵ ـ ۱ـ ۶ـ کلوخگی ۵۳
1ـ ۵ ـ ۱ـ ۷ـ شوره زدگی ۵۳
1ـ ۵ ـ ۱ـ ۸ـ لکه زدگی ۵۴
1ـ ۵ ـ ۱ـ ۹ـ ناحیه توخالی ۵۴
1ـ ۵ ـ ۱ـ ۱۰ـ لانه زنبوری ۵۴
1ـ ۵ ـ ۱ـ ۱۱ـ نشت آب ۵۵
1ـ ۵ـ ۲- سازه‌های فولادی ۶۲
1ـ ۵ ـ ۲ـ ۱ـ خوردگی ۶۲
1ـ ۵ ـ ۲ـ ۲ـ ترک‌ها ۶۳
1ـ ۵ ـ ۲ـ ۳ـ کمانش و اعوجاج ۶۳
1ـ ۵ ـ ۲ـ ۴ـ نشت آب ۶۳
1ـ ۵ ـ ۲ـ ۵ـ پوشش حفاظتی ۶۳
۱ ـ ۵ـ ۳- سازه‌های بنایی ۶۴
1ـ ۵ ـ ۳ـ ۱ـ اجزای بنایی ۶۴
1ـ ۵ ـ ۳ـ ۲ـ ملات ۶۴
1ـ ۵ ـ ۳ـ ۳ـ شکل سازه ۶۴
1ـ ۵ ـ ۳ـ ۴ـ امتداد ۶۴
1ـ ۵ ـ ۳ـ ۵ـ نشت آب ۶۴
۱ ـ ۵ـ ۴- سازه‌های چوبی ۶۵
1ـ ۵ ـ ۴ـ ۱ـ پوسیدگی ۶۵
1ـ ۵ ـ ۴ـ ۲ـ حشرات ۶۵
1ـ ۵ ـ ۴ـ ۳ـ ترک‌ها/ شکاف‌ها ۶۵
1ـ ۵ ـ ۴ـ ۴ـ تخریب در اثر آتش ۶۵
1ـ ۵ ـ ۴ـ ۵ـ ناحیه توخالی ۶۶
1ـ ۵ ـ ۴ـ ۶ـ نشت آب ۶۶
۱ ـ ۵ـ ۵- مصالح اتصال‌دهنده ۶۶
1ـ ۵ ـ ۵ـ ۱ـ پیچ‌ها ۶۶
1ـ ۵ ـ ۵ـ ۲ـ درزبندها ۶۶
۱ ـ ۵ـ ۶- تعمیرات ایمنی/ بحرانی ۶۷

omoorepeyman.ir

1ـ ۵ ـ ۶ـ ۱ـ کدهای وضعیت ۶۷
۱ ـ ۵ـ ۷- فرونشست ۶۸
۱ـ ۶ ـ سازه پل ها ۶۸
۱ ـ ۶ـ ۱- بازدید از روکش ۶۹
۱ ـ ۶ـ ۲- درز انبساط ۶۹
۱ ـ ۶ـ ۳- زهکش ۷۰
۱ ـ ۶ـ ۴- جداول، پیاده‌رو و قرنیز (در صورت وجود پیاده رو) ۷۰
۱ ـ ۶ـ ۵- تابلوهای تبلیغاتی، تابلوهای ترافیکی، روشنایی و تأسیسات عبوری ۷۱
۱ ـ ۶ـ ۶- نرده و نیوجرسی ۷۱
۱ ـ ۶ـ ۷- بازدید از زیرعرشه پل ۷۲
۱ـ ۶ ـ ۷ـ ۱ـ اعضای بتنی: تیرها/شاهتیرها/دال ۷۲
۱ـ ۶ ـ ۷ـ ۲ـ اعضای فلزی پل ۷۲
۱ـ ۶ ـ ۷ـ ۳ـ اتصالت فلزی ۷۲
۱ ـ ۶ـ ۸- بازدید از سیستم تکیه‌گاه ۷۲
۱ ـ ۶ـ ۹- بازدید از زیرسازه پل ۷۳
۱ـ ۶ ـ ۹ـ ۱ـ سطوح بتنی کوله‌ها، پایه‌ها و دیوار جناحی ۷۳
۱ـ ۶ ـ ۹ـ ۲ـ ارتفاع آزاد (گاباری) ۷۳
۲ـ فصل دوم ۷۰
ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری معماری ایستگاه‌ها ۷۰
۲ـ ۱ ـ تعاریف ۷۵
۲ـ ۲ ـ استاندارد ها، نشریات و مراجع ۷۵
۲ـ ۳ ـ معرفی فضاهای متداول درایستگاه‌های قطار شهری ۷۹
۲ ـ ۳ـ ۱- فضاهای عمومی و خدمات عمومی ۸۰
۲ ـ ۳ـ ۲- فضاهای اداری و خدماتی اداری ۸۱
۲ ـ ۳ـ ۳- فضاهای تأسیساتی و تجهیزاتی ۸۲
۲ـ ۴ ـ تحویل‌گیری ۸۳
۲ ـ ۴ـ ۱- موارد حائز اهمیت در چک‌لیست‌های تحویل‌گیری فضاها ۸۵
۲ ـ ۴ـ ۲- نکات مهم در خصوص نازک‌کاری فضاهای داخلی ایستگاه‌ها ۱۰۹
۲ـ ۵ ـ تعمیر و نگهداری ۱۱۲
۲ ـ ۵ـ ۱- روش تعمیر و نگهداری دوره‌ای ۱۱۲
۲ ـ ۵ـ ۲- بازرسی ۱۱۴
۲ ـ ۵ـ ۳- تناوب دوره بازرسی ۱۱۵

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۵ـ ۴- بازرسی کلی ساختمان ایستگاه ۱۱۵
۲ ـ ۵ـ ۵- معایب و خرابی ها و تعمیر ۱۱۷
۲ ـ ۵ـ ۶- تعمیر کاشی و موزائیک ۱۱۷
۲ ـ ۵ـ ۷- انواع ترک در ساختمان و تعمیر آن ۱۲۰
۲ ـ ۵ـ ۸- رطوبت و جلوگیری از آن ۱۲۲
۲ ـ ۵ـ ۹- تمیز کردن نما (کیوسک ورودی) ۱۲۶
۲ ـ ۵ـ ۱۰- تعمیر ونگهداری بتن ۱۲۸
۲ ـ ۵ـ ۱۱- بهره برداری تعمیر ونگهداری سنگ ۱۲۹
۲ ـ ۵ـ ۱۲- تعمیر ونگهداری کف کاذب ۱۳۱
۲ ـ ۵ـ ۱۳- تعمیر ونگهداری سقف کاذب ۱۳۴
۲ ـ ۵ـ ۱۴- بهره برداری تعمیر ونگهداری آجر ۱۳۵
۲ ـ ۵ـ ۱۵- بهره برداری تعمیر ونگهداری ورقهای آلومینیوم ۱۳۷
بخش دوم روسازی
۱ـ فصل اول ۱۴۳
ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری ادوات ریلی ۱۴۳
۱ـ ۱ ـ معرفی سیستم روسازی ۱۴۵
۱ ـ ۱ـ ۱- مقدمه ۱۴۵
۱ـ ۲ ـ انواع روسازی ۱۴۶
۱ ـ ۲ـ ۱- روسازی بالادستی ۱۴۶
۱ ـ ۲ـ ۲- روسازی بتنی ۱۴۶
۱ـ ۳ ـ تعریف اجزای روسازی بتنی ۱۴۶
۱ ـ ۳ـ ۱- ریل ۱۴۶
۱ ـ ۳ـ ۲- تراورس ۱۴۶
۱ ـ ۳ـ ۳- پابند ۱۴۷
۱ـ ۴ ـ ضوابط تحویل گیری ۱۴۸
۱ ـ ۴ـ ۱- لیست آزمون ها و ضوابط پذیرش ادوات روسازی ۱۴۸
۱ ـ ۴ـ ۲- چک لیست های تحویل گیری ۱۵۲
۱ـ ۵ ـ تعمیر و نگهداری ۱۵۸
۱ ـ ۵ـ ۱- مقدمه بر تعمیر و نگهدار ۱۵۸
۱ ـ ۵ـ ۲- تعریف تعمیر و نگهداری ۱۵۹
۱ ـ ۵ـ ۳- تعمیر و نگهداری راه آهن ۱۵۹
۱ ـ ۵ـ ۴- فواید یک سیستم نت ۱۵۹

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۵ـ ۵- مشخصه های اصلی یک سیستم نت ۱۵۹
۱ ـ ۵ـ ۶- نقش تعمیر و نگهداری بر عملکرد خطوط ۱۶۰
۱ ـ ۵ـ ۷- تعمیرات اساسی ۱۶۱
۱ ـ ۵ـ ۸- سیستمهای تعمیر و نگهداری ۱۶۲
1ـ ۵ ـ ۸ـ ۱ـ تعمیر و نگهداری واکنشی RM ۱۶۲
1ـ ۵ ـ ۸ـ ۲ـ تعمیر و نگهداری پیشگیرانه PM ۱۶۳
1ـ ۵ ـ ۸ـ ۳ـ نگهداری و تعمیرات موثر Proactive Maintenance ۱۶۳
1ـ ۵ ـ ۸ـ ۴ـ تعمیر و نگهداری بهره ور فراگیر TPM ۱۶۳
۱ ـ ۵ـ ۹- تحلیل شاخص های ارزیابی (پایش) فهالیت های نت ۱۶۴
1ـ ۵ ـ ۹ـ ۱ـ شاخص فرکانس یا سرعت خرابی ۱۶۴
1ـ ۵ ـ ۹ـ ۲ـ متوسط فاصله زمانی بین دو خرابی متوالی ۱۶۵
1ـ ۵ ـ ۹ـ ۳ـ شاخص **(TTT)** یا سه سیستم یا سه ماشین با بیشترین خرابی ۱۶۵
1ـ ۵ ـ ۹ـ ۴ـ متوسط زمان بین دو تعمیر (شامل تعمیرات اضطراری) و تعمیرات پیشگیری ۱۶۵
1ـ ۵ ـ ۹ـ ۵ـ شاخص TP متوسط زمان برای تعمیرات پیشگیری ۱۶۶
1ـ ۵ ـ ۹ـ ۶ـ شاخص سوانح ۱۶۷
۱ ـ ۵ـ ۱۰- روشهای کنترل وضعیت و شرایط تجهیزات ۱۶۸
۱ ـ ۵ـ ۱۱- بازرسی خطوط ۱۷۰
۱ ـ ۵ـ ۱۲- بازرسی وضعیت ریل ۱۷۱
۱ ـ ۵ـ ۱۳- بازرسی جوشها ۱۷۱
۱ ـ ۵ـ ۱۴- نگهداری و تعمیر خطوط بدون بالاست ۱۷۹
۱ ـ ۵ـ ۱۵- عیوب تکنولوژیکی بتن دال ۱۸۱
۱ ـ ۵ـ ۱۶- تاثیر عوامل محیطی بر خرابی بتن ۱۸۲
۱ ـ ۵ـ ۱۷- پارامترهای هندسی خط ۱۸۷
۱ ـ ۵ـ ۱۸- روشهای تحلیل مشخصات هندسی ۱۸۸
۱ ـ ۵ـ ۱۹- شاخص کیفیت هندسی خط ۱۹۰
۱ ـ ۵ـ ۲۰- ابزار و ماشین‌آلات نگهداری و تعمیر ۱۹۳
۲ـ فصل دوم ۱۹۵
ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری عملیات سازه‌ای در بخش روسازی ۱۹۵
۲ـ ۱ ـ کلیات ۱۹۷
۲ ـ ۱ـ ۱- مقدمه ۱۹۷
۲ ـ ۱ـ ۲- اصطلاحات ۱۹۷

omoorepeyman.ir

۲ـ ۲ ـ روسازی بدون بالاست ۱۹۸
۲ ـ ۲ـ ۱- انواع روسازی بدون بالاست ۱۹۹
۲ ـ ۲ـ ۲- روسازی‌های بدون بالاست با تکیه‌گاه‌های منفرد برای ریل با استفاده از تراورس ۲۰۱
2ـ ۲ ـ ۲ـ ۱ـ طرح تراورس مدفون ۲۰۱
2ـ ۲ ـ ۲ـ ۲ـ طرح تراورس غیر مدفون ۲۰۷
۲ ـ ۲ـ ۳- روسازی‌های بدون بالاست و تروارس با تکیه گاه های منفرد ریل ۲۱۰
2ـ ۲ ـ ۳ـ ۱ـ دال‌های بتنی یکپارچه بدون تراورس ۲۱۱
2ـ ۲ ـ ۳ـ ۲ـ دال‌های بتنی پیش‌ساخته بدون تراورس ۲۱۲
۲ ـ ۲ـ ۴- روسازی‌های بدون بالاست با تکیه گاه پیوسته ریل ۲۱۴
2ـ ۲ ـ ۴ـ ۱ـ خطوط پیوسته مدفون ۲۱۵
۲ـ ۳ ـ تحویل دالخط ۲۲۲
۲ـ ۴ ـ سیستم‌های تعمیر و نگهداری ۲۲۳
۲ ـ ۴ـ ۱- تعمیر و نگهداری واکنشی **RM** ۲۲۳
۲ ـ ۴ـ ۲- تعمیر و نگهداری پیشگیرانه **PM** ۲۲۴
۲ ـ ۴ـ ۳- نگهداری و تعمیرات موثر **Proactive Maintenance** ۲۲۴
۲ ـ ۴ـ ۴- تعمیر و نگهداری بهره‌ور فراگیر **TPM** ۲۲۵
۲ ـ ۴ـ ۵- منشا خرابی های دال بتنی ۲۲۶
2ـ ۴ ـ ۵ـ ۱ـ تاثیر عوامل محیطی بر خرابی بتن ۲۲۸
2ـ ۴ ـ ۵ـ ۲ـ تاثیر نوع سیمان بر پایایی بتن ۲۲۹
۲ ـ ۴ـ ۶- انواع خرابی روسازی دالخط ۲۳۱
2ـ ۴ ـ ۶ـ ۱ـ خرابی درز ۲۳۱
2ـ ۴ ـ ۶ـ ۲ـ بیرون پریدگی ۲۳۲
2ـ ۴ ـ ۶ـ ۳ـ ترک خوردگی ریزسطحی ۲۳۲
2ـ ۴ ـ ۶ـ ۴ـ ترک خوردگی انقباضی ۲۳۳
2ـ ۴ ـ ۶ـ ۵ـ جداشدگی تراورس از بتن ۲۳۴
۲ ـ ۴ـ ۷- روشهای تعمیر دالخط بتنی ۲۳۴
2ـ ۴ ـ ۷ـ ۱ـ تعمیر موضعی با ملات اپوکسی ۲۳۴

بخش سوم تاسیسات مکانیکی

۱ـ فصل اول ۲۴۱
ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری سیستم جمع‌آوری فاضلاب ۲۴۱
۱ـ ۱ ـ مقدمه ۲۴۳
۱ـ ۲ ـ استانداردها و مراجع ۲۴۳

omoorepeyman.ir

۱ـ ۳ ـ اصطلاحات ۲۴۳
۱ـ ۴ ـ ساختار سیستم تخلیه فاضلاب ۲۴۳
۱ـ ۵ ـ اجزای کلی سیستم تخلیه فاضلاب DWP ۲۴۴
۱ ـ ۵ـ ۱- مجموعه لوله‌کشی سیستم دفع فاضلاب ۲۴۴
۱ ـ ۵ـ ۲- مخزن سیستم دفع فاضلاب ۲۴۵
1ـ ۵ ـ ۲ـ ۱ـ تاسیسات مخزن سیستم دیواترینگ پست ۲۴۶
۱ ـ ۵ـ ۳- شبکه هواکش سیستم دفع فاضلاب ۲۴۷
۱ ـ ۵ـ ۴- محل تخلیه فاضلاب خروجی از سیستم دیواترینگ پست **DWP** ۲۴۷
۱ ـ ۵ـ ۵- انواع و مقدار فاضلاب ۲۴۸
۱ـ ۶ ـ مراحل تحویل‌گیری ۲۴۹
۱ ـ ۶ـ ۱- مدارک لازم جهت درخواست تحویلگیری ۲۴۹
۱ـ ۷ ـ مراحل جهت تحویل تجهیزات ۲۴۹
۱ـ ۸ ـ شرحی از بازرسی و مراحل تحویلگیری ۲۵۰
۱ ـ ۸ـ ۱- کلیات تستها و رویه آزمون‌های سامانه تخلیه فاضلاب ۲۵۰
۱ ـ ۸ـ ۲- سازماندهی ۲۵۰
۱ ـ ۸ـ ۳- شرایط آزمایش ۲۵۰
۱ ـ ۸ـ ۴- آماده سازی قبل از انجام آزمایش ۲۵۱
۱ـ ۹ ـ آزمایشات منفرد تجهیزات ۲۵۲
۱ ـ ۹ـ ۱- شرح آزمایش پمپ‌های لجن کش ۲۵۲
1ـ ۹ ـ ۱ـ ۱ـ کلیات ۲۵۲
1ـ ۹ ـ ۱ـ ۲ـ زمان آزمون ۲۵۳
1ـ ۹ ـ ۱ـ ۳ـ برنامه آزمون ۲۵۳
1ـ ۹ ـ ۱ـ ۴ـ تجهیزات آزمون ۲۵۳
1ـ ۹ ـ ۱ـ ۵ـ موارد ثبت شده و گزارش‌ها ۲۵۳
1ـ ۹ ـ ۱ـ ۶ـ ۲۵۳
1ـ ۹ ـ ۱ـ ۷ـ چیدمان‌های آزمون ۲۵۴
1ـ ۹ ـ ۱ـ ۸ـ شرایط آزمون ۲۵۴
1ـ ۹ ـ ۱ـ ۹ـ سرعت دورانی در طول آزمون ۲۵۴
۱ ـ ۹ـ ۲- شرح آزمایش دمپر ۲۵۴
۱ ـ ۹ـ ۳- شرح آزمایش فن داکتی ۲۵۵
۱ ـ ۹ـ ۴- شرح آزمایش درب یخچالی ۲۵۶
۱ـ ۱۰ ـ آزمایش سامانه تجهیزات سیستم تخلیه فاضلاب ۲۵۶

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۱۰ـ ۱- اندازهگیری دبی هوای فن محوری ۲۵۶
۱ ـ ۱۰ـ ۲- اندازهگیری فشار فن محوری ۲۵۶
۱ ـ ۱۰ـ ۳- اندازهگیری دبی پمپهای لجن کش ۲۵۶
۱ـ ۱۱ ـ نگهداری و تعمیر ۲۵۷
۱ ـ ۱۱ـ ۱- برنامهریزی ۲۵۷
1ـ ۱۱ ـ ۱ـ ۱ـ نگهداری در آب و هوای سرد ۲۵۷
۱ ـ ۱۱ـ ۲- قطعات یدکی پیشنهادی ۲۵۸
۱ ـ ۱۱ـ ۳- مواد مصرفی ۲۵۹
۱ ـ ۱۱ـ ۴- ابزار و ادوات لازم ۲۵۹
۱ ـ ۱۱ـ ۵- رفع آلودگی پمپ ۲۶۰
۱ ـ ۱۱ـ ۶- راهنمای عیبیابیها ۲۶۰
1ـ ۱۱ ـ ۶ـ ۱ـ عملکرد هیدرولیکی ۲۶۰
1ـ ۱۱ ـ ۶ـ ۲ـ عملکرد مکانیکی ۲۶۳
۲ـ فصل دوم ۲۶۵
ضوابط تحویلگیری، بهرهبرداری و نگهداری سیستم تهویه مطبوع ۲۶۵
۲ـ ۱ ـ مبانی سیستم تهویه مطبوع ناویژه(HVAC) ایستگاههای مترو زیرزمینی ۲۶۷
۲ ـ ۱ـ ۱- مقدمه ۲۶۷
۲ ـ ۱ـ ۲- استانداردها و مراجع ۲۶۷
۲ ـ ۱ـ ۳- مبانی سیستم تهویه مطبوع ناویژه(**HVAC**) ایستگاههای مترو زیرزمینی ۲۶۸
۲ـ ۲ ـ اجزای کلی سیستم تهویه مطبوع ناویژه(HVAC) ایستگاههای مترو زیرزمینی ۲۶۹
۲ ـ ۲ـ ۱- سیستم اسپیلت یونیتهای داخلی با کندانسینگ یونیت خارجی **VRF** ۲۷۰
۲ ـ ۲ـ ۲- سیستم تهویه هوای فضاهای غیرعمومی ۲۷۱
۲ ـ ۲ـ ۳- دستهبندی سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی به تفکیک نوع فضاها ۲۷۲
2ـ ۲ ـ ۳ـ ۱ـ فضاهای پرسنلی (شامل اتاقهای اداری، کمکهای اولیه، نمازخانه، آبدارخانه و غذاخوری کارکنان) ۲۷۲
2ـ ۲ ـ ۳ـ ۲ـ فضاهای فنی نوع اول(LV Electrical Room) ۲۷۲
2ـ ۲ ـ ۳ـ ۳ـ فضاهای فنی نوع دوم (MV Electrical Room) ۲۷۲
2ـ ۲ ـ ۳ـ ۴ـ فضاهای فنی نوع سوم(General Technical Room) ۲۷۳
2ـ ۲ ـ ۳ـ ۵ـ فضاهای فنی نوع چهارم (Battery Room) ۲۷۳
2ـ ۲ ـ ۳ـ ۶ـ فضاهای متفرقه ۲۷۳
۲ـ ۳ ـ مراحل تحویل گیری ۲۷۴
۲ ـ ۳ـ ۱- مدارک لازم جهت درخواست تحویل گیری ۲۷۴
۲ـ ۴ ـ مراحل جهت تحویل تجهیزات ۲۷۴

omoorepeyman.ir

۲ـ ۵ ـ شرحی از بازرسی و مراحل تحویل‌گیری ۲۷۵
۲ ـ ۵ـ ۱- کلیات تستها و رویه آزمون‌های سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی ۲۷۵
۲ ـ ۵ـ ۲- سازماندهی ۲۷۵
۲ ـ ۵ـ ۳- شرایط آزمایش ۲۷۶
۲ ـ ۵ـ ۴- آماده‌سازی قبل از انجام آزمایش ۲۷۶
۲ـ ۶ ـ آزمایش تحویل تجهیزات سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی(VRF+ فن‌ها) ۲۷۷
۲ ـ ۶ـ ۱- آزمون عملکرد **VRF** ۲۷۷
2ـ ۶ ـ ۱ـ ۱ـ فرم‌های گزارش ۲۷۷
2ـ ۶ ـ ۱ـ ۲ـ اندازهگیری عملکرد سیستم ۲۷۷
۲ ـ ۶ـ ۲- آزمون عملکرد سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیر عمومی ۲۷۸
۲ـ ۷ ـ بهره‌برداری و نگهداری تجهیزات سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی (VRF+ فن‌ها) ۲۸۱
۲ ـ ۷ـ ۱- بهره‌برداری و نگهداری از سیستم **VRF** ۲۸۱
2ـ ۷ ـ ۱ـ ۱ـ نگهداری پیشگیرانه ۲۸۱
2ـ ۷ ـ ۱ـ ۲ـ جداول کار دستگاه ۲۸۲
2ـ ۷ ـ ۱ـ ۳ـ قطعات یدکی ۲۸۲
2ـ ۷ ـ ۱ـ ۴ـ نیازهای اساسی ۲۸۲
2ـ ۷ ـ ۱ـ ۵ـ تعمیر و نگهداری دستگاهها ۲۸۳
2ـ ۷ ـ ۱ـ ۶ـ دستورالعمل نگهداری سیستم **VRF** ۲۸۳
۲ ـ ۷ـ ۲- بهره‌برداری و نگهداری از سیستم فن‌های فضاهای غیرعمومی ایستگاه ۲۸۵
۳ـ فصل سوم ۲۹۹
ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری سیستم اطفاء آبی ۲۹۹
۳ـ ۱ ـ مبانی سیستم اطفای حریق تونل‌ها و ایستگاه‌های مترو زیرزمینی ۳۰۱
۳ ـ ۱ـ ۱- مقدمه ۳۰۱
۳ ـ ۱ـ ۲- استانداردها و مراجع ۳۰۱
۳ ـ ۱ـ ۳- اصطلاحات ۳۰۲
۳ ـ ۱ـ ۴- مبانی سیستم اطفای حریق آبی ۳۰۲
۳ـ ۲ ـ اجزای کلی سیستم اطفای آبی تونل و ایستگاه‌های متروی زیرزمینی ۳۰۴
۳ ـ ۲ـ ۱- مجموعه لوله‌کشی سیستم اطفای آبی تونل و ایستگاه ۳۰۴
3ـ ۲ ـ ۱ـ ۱ـ عایق‌ها ۳۰۵
۳ ـ ۲ـ ۲- مخزن آب سیستم اطفای آبی تونل و ایستگاه ۳۰۶
۳ ـ ۲ـ ۳- اطفای حریق پرتابل ۳۰۸
۳ ـ ۲ـ ۴- بوستر پمپ سیستم اطفای آبی تونل و ایستگاه ۳۰۸

omoorepeyman.ir

3ـ ۲ ـ ۴ـ ۱ـ مجموعه پمپ‌ها ۳۰۹
3ـ ۲ ـ ۴ـ ۲ـ بخش مکش ۳۱۱
3ـ ۲ ـ ۴ـ ۳ـ بخش دهش ۳۱۱
3ـ ۲ ـ ۴ـ ۴ـ منبع دیافراگمی ۳۱۳
3ـ ۲ ـ ۴ـ ۵ـ تابلوی کنترل و فرمان ۳۱۳
۳ـ ۳ ـ مراحل تحویل‌گیری **۳۱۴**
۳ ـ ۳ـ ۱- مدارک لازم جهت درخواست تحویل‌گیری ۳۱۴
۳ـ ۴ ـ مراحل انجام روند تحویل تجهیزات **۳۱۴**
۳ـ ۵ ـ شرحی از بازرسی و مراحل تحویلگیری **۳۱۵**
۳ ـ ۵ـ ۱- کلیات تستها و رویه آزمون‌های سامانه اطفای حریق آبی ۳۱۵
۳ ـ ۵ـ ۲- سازماندهی ۳۱۵
۳ ـ ۵ـ ۳- شرایط آزمایش ۳۱۵
۳ ـ ۵ـ ۴- آمادهسازی قبل از انجام آزمایش ۳۱۶
۳ـ ۶ ـ آزمایشات منفرد تجهیزات اطفای حریق آبی **۳۱۶**
۳ ـ ۶ـ ۱- آزمون عملکرد ۳۱۶
۳ ـ ۶ـ ۲- آزمون استحکام هیدرواستاتیک ۳۱۷
۳ـ ۷ ـ بهره برداری از سیستم اطفای حریق آبی **۳۱۷**
۳ـ ۸ ـ نگهداری از سیستم اطفای حریق آبی **۳۱۹**
۳ ـ ۸ـ ۱- نگهداری از مجموعه بوسترپمپ ۳۱۹
۳ ـ ۸ـ ۲- نگهداری از مخازن آب اطفای حریق ۳۲۰
بخش چهارم تاسیسات الکتریکی
۱ـ فصل اول **۳۲۹**
ضوابط تحویل‌گیری، بهره برداری و نگهداری سیستم روشنایی **۳۲۹**
۱ـ ۱ ـ تعاریف و اصطلاحات **۳۳۱**
۱ ـ ۱ـ ۱- تجهیزات الکتریکی ۳۳۱
۱ ـ ۱ـ ۲- تاسیسات الکتریکی ۳۳۱
۱ ـ ۱ـ ۳- مدار (مدار الکتریکی) ۳۳۱
۱ ـ ۱ـ ۴- هادی ۳۳۱
۱ ـ ۱ـ ۵- عایق ۳۳۱
۱ ـ ۱ـ ۶- سیم (رشته) ۳۳۱
۱ ـ ۱ـ ۷- کابل ۳۳۱
۱ ـ ۱ـ ۸- ظرفیت الکتریکی کابل ۳۳۲

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۱ـ ۹- توان مدار (وات) ۳۳۲
۱ ـ ۱ـ ۱۰- ولتاژ اسمی ۳۳۲
۱ ـ ۱ـ ۱۱- جریان مجاز ۳۳۲
۱ ـ ۱ـ ۱۲- اضافه جریان ۳۳۲
۱ ـ ۱ـ ۱۳- جریان اضافه بار ۳۳۲
۱ ـ ۱ـ ۱۴- اضافه جریان اتصال کوتاه ۳۳۲
۱ ـ ۱ـ ۱۵- نور (light) ۳۳۲
۱ ـ ۱ـ ۱۶- شار نوری (luminous flux) (لومن) ۳۳۳
۱ ـ ۱ـ ۱۷- زاویه فضایی (استرادیان) ۳۳۳
۱ ـ ۱ـ ۱۸- شدت نور (I) (luminous intensity) (کاندلا) ۳۳۳
۱ ـ ۱ـ ۱۹- شدت روشنایی (illuminance) (لوکس) ۳۳۳
۱ ـ ۱ـ ۲۰- شدت روشنایی افقی ۳۳۳
۱ ـ ۱ـ ۲۱- شدت روشنایی عمودی ۳۳۴
۱ ـ ۱ـ ۲۲- نگهداشت شدت روشنایی (E_m) (maintained illuminance) ۳۳۴
۱ ـ ۱ـ ۲۳- درخشندگی (Luminance) ۳۳۴
۱ ـ ۱ـ ۲۴- بهداشت حرفه ای ۳۳۴
۱ ـ ۱ـ ۲۵- رنگ دهی لامپ ۳۳۴
۱ ـ ۱ـ ۲۶- دمای رنگ نور هم بسته (CCT) (correlated color temperature) ۳۳۴
۱ ـ ۱ـ ۲۷- طیف بسامد نور ۳۳۵
۱ ـ ۱ـ ۲۸- بهره نوری (لومن بر وات) ۳۳۵
۱ ـ ۱ـ ۲۹- بهره الکتریکی (**η**) ۳۳۶
۱ ـ ۱ـ ۳۰- لامپ کم مصرف (پر بازده) ۳۳۶
۱ ـ ۱ـ ۳۱- برچسب انرژی ۳۳۶
۱ ـ ۱ـ ۳۲- لامپ رشته ای ۳۳۶
۱ ـ ۱ـ ۳۳- لامپ تخلیه ۳۳۶
۱ ـ ۱ـ ۳۴- شاخص نمود رنگ (**CRI: color rendering index**) ۳۳۷
۱ ـ ۱ـ ۳۵- چراغ ۳۳۸
۱ ـ ۱ـ ۳۶- چراغ معمولی ۳۳۸
۱ ـ ۱ـ ۳۷- چراغ عمومی (**General Purpose**) ۳۳۸
۱ ـ ۱ـ ۳۸- چراغ ثابت ۳۳۸
۱ ـ ۱ـ ۳۹- چراغ قابل حمل ۳۳۸

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۱ـ ۴۰- چراغ توکار ۳۳۸
۱ ـ ۱ـ ۴۱- اجزاء برق دار ۳۳۹
۱ ـ ۱ـ ۴۲- عایق بندی پایه (**basic insulation**) ۳۳۹
۱ ـ ۱ـ ۴۳- عایق بندی تکمیلی(**supplementary insulation**) ۳۳۹
۱ ـ ۱ـ ۴۴- عایق بندی مضاعف (دوبل) (double insulation) ۳۳۹
۱ ـ ۱ـ ۴۵- عایق بندی تقویت شده (**reinforced insulation**) ۳۳۹
۱ ـ ۱ـ ۴۶- ولتاژ خیلی ضعیف ایمنی (**Safety Extra Low Voltage, SELV**) ۳۳۹
۱ ـ ۱ـ ۴۷- بالاست (**Ballast**) ۳۳۹
۱ ـ ۱ـ ۴۸- راه انداز (**Starter**) ۳۴۰
۱ ـ ۱ـ ۴۹- ایگنیتور (**Ignitor**) ۳۴۰
۱ ـ ۱ـ ۵۰- لامپ بالاست سر خود ۳۴۰
۱ ـ ۱ـ ۵۱- لامپ بخار سدیم فشار کم ۳۴۰
۱ ـ ۱ـ ۵۲- نورافکن ۳۴۰
۱ ـ ۱ـ ۵۳- ارتفاع موثر نصب چراغ (ناحیه اتاق) ۳۴۰
۱ ـ ۱ـ ۵۴- ضریب انعکاس (**ρ**) (**reflectance factor**) ۳۴۱
۱ ـ ۱ـ ۵۵- ضریب خیرگی (**GI : Glare Index**) ۳۴۱
۱ ـ ۱ـ ۵۶- خیرگی آزاردهنده ناشی از بازتابنده چراغ ها (**discomfort glare from electric light**) ۳۴۲
۱ ـ ۱ـ ۵۷- کنتراست (**contrast**) ۳۴۲
۱ ـ ۱ـ ۵۸- یکنواختی (**uniformity**) ۳۴۲
۱ ـ ۱ـ ۵۹- یکنواختی کلی (U_0) (**overall uniformity**) ۳۴۲
۱ ـ ۱ـ ۶۰- یکنواختی حداقل به حداکثر یا حداکثر به حداقل (**diversity**) ۳۴۳
۱ ـ ۱ـ ۶۱- یکنواختی طولی (U_L) (**longitudinal uniformity**) ۳۴۳
۱ ـ ۱ـ ۶۲- سوسو زدن (فلیکر) و اثرات استروبوسکوپیک (**flicker and stroboscopic effects**) ۳۴۳
۱ ـ ۱ـ ۶۳- مسیر تغذیه الکتریکی ۳۴۴
۱ ـ ۱ـ ۶۴- مدار تغذیه روشنایی ۳۴۴
۱ ـ ۱ـ ۶۵- افت ولتاژ ۳۴۴
۱ ـ ۱ـ ۶۶- پایایی، قابلیت اطمینان (**Reliability**) ۳۴۴
۱ ـ ۱ـ ۶۷- ضریب توان ۳۴۴
۱ ـ ۱ـ ۶۸- کیفیت توان (**Power Quality**) ۳۴۴
۱ ـ ۱ـ ۶۹- وسیله قطع و وصل ۳۴۵
۱ ـ ۱ـ ۷۰- وسایل کنترل ۳۴۵

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۱ـ ۷۱- وسایل قطع و وصل و کنترل ۳۴۵
۱ ـ ۱ـ ۷۲- کنترل قطع و وصل دستی ۳۴۶
۱ ـ ۱ـ ۷۳- کنترل قطع و وصل از راه دور ۳۴۶
۱ ـ ۱ـ ۷۴- تجهیزات کاهش دهنده نور (**Dimmer**) ۳۴۶
۱ ـ ۱ـ ۷۵- حسگرهای روشنایی ۳۴۶
۱ ـ ۱ـ ۷۶- درجه آلودگی (در مورد شرایط محیطی) ۳۴۶
۱ـ ۲ ـ استاندارد ها، نشریات و مراجع ۳۴۶
۱ ـ ۲ـ ۱- استاندارد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۳۴۷
۱ ـ ۲ـ ۲- استانداردهای کمیسون بین المللی الکتروتکنیک (**IEC**) ۳۴۹
1ـ ۲ ـ ۲ـ ۱ـ چراغ ها ۳۴۹
1ـ ۲ ـ ۲ـ ۲ـ لامپ ها و تجهیزات جانبی چراغ ها ۳۴۹
۱ ـ ۲ـ ۳- استانداردهای **B.S** ۳۵۰
۱ ـ ۲ـ ۴- ضوابط سازمان برنامه و بودجه کشور ۳۵۰
۱ ـ ۲ـ ۵- سایر استانداردها ۳۵۱
۱ـ ۳ ـ ضوابط تهیه، حمل و نصب سیستم روشنایی ۳۵۱
۱ ـ ۳ـ ۱- طبقه بندی چراغ ها ۳۵۱
1ـ ۳ ـ ۱ـ ۱ـ طبقه بندی بر حسب درجه حفاظت در برابر برق گرفتگی ۳۵۱
1ـ ۳ ـ ۱ـ ۲ـ طبقه بندی بر حسب درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار ۳۵۲
1ـ ۳ ـ ۱ـ ۳ـ طبقه بندی بر حسب جنس سطح نگهدارنده چراغ ۳۵۴
1ـ ۳ ـ ۱ـ ۴ـ طبقه بندی بر حسب شرایط کاربرد ۳۵۴
۱ ـ ۳ـ ۲- تعیین نوع و تعداد چراغ ها در یک طرح روشنایی ۳۵۷
۱ ـ ۳ـ ۳- نکات عمومی در طراحی سیستم روشنایی داخلی ۳۶۲
۱ ـ ۳ـ ۴- ضریب خیرگی ۳۶۳
۱ ـ ۳ـ ۵- مدار روشنایی ۳۶۳
۱ ـ ۳ـ ۶- مشخصات فنی و موارد کاربرد چراغ ها ۳۶۴
1ـ ۳ ـ ۶ـ ۱ـ لامپ ها ۳۶۴
1ـ ۳ ـ ۶ـ ۲ـ بالاست ها ۳۷۴
1ـ ۳ ـ ۶ـ ۳ـ چراغ های روشنایی ۳۷۵
۱ ـ ۳ـ ۷- پدافند غیر عامل ۳۷۵
۱ ـ ۳ـ ۸- اصول و روش های نصب چراغ ها ۳۷۶
۱ ـ ۳ـ ۹- نشانه های ترسیمی الکتریکی ۳۷۸

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۳ـ ۱۰- مشخصات کلی سیستم روشنایی در ایستگاه های مترو ۳۸۲
1ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۱ـ چراغ های روشنایی مترو ۳۸۳
1ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۲ـ نحوه آرایش چراغ ها در فضاهای مختلف ۳۸۳
1ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۳ـ سیستم روشنایی اضطراری ۳۸۴
1ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۴ـ روشنایی ایمنی ۳۸۴
1ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۵ـ عکس ها و علایم شب تاب ۳۸۵
1ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۶ـ انتخاب نوع چراغ از نقطه نظر منبع نور ۳۸۵
1ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۷ـ سایر مشخصات چراغ ۳۸۵
۱ـ ۴ ـ تحویل گیری ۳۸۸
۱ـ ۵ ـ بهره برداری و نگهداری ۳۹۲
۱ ـ ۵ـ ۱- علل کاهش ایمنی ۳۹۲
۱ ـ ۵ـ ۲- مدارک زمان اجرا ۳۹۲
۱ ـ ۵ـ ۳- مطابقت با استانداردها ۳۹۲
۱ ـ ۵ـ ۴- ضوابط نصب ۳۹۳
۱ ـ ۵ـ ۵- عملیات بازرسی ۳۹۳
۱ ـ ۵ـ ۶- بازدید عینی از چراغ ها ۳۹۳
۱ ـ ۵ـ ۷- انجام آزمون ها ۳۹۳
۱ ـ ۵ـ ۸- تجهیزات آزمون ۳۹۴
۱ ـ ۵ـ ۹- گزارش بازرسی ۳۹۴
۱ ـ ۵ـ ۱۰- نشانه گذاری و نصب اطلاعیه های هشدار دهنده ۳۹۴
۱ ـ ۵ـ ۱۱- دوره تناوب بازرسی ۳۹۵
۲ـ فصل دوم ۳۹۵
ضوابط بهره برداری، تحویل گیری و نگهداری کابل ۳۹۵
۲ـ ۱ ـ تعاریف و اصطلاحات ۳۹۷
۲ ـ ۱ـ ۱- هادی (**conductor**) ۳۹۷
۲ ـ ۱ـ ۲- سیم (**wire**) ۳۹۷
۲ ـ ۱ـ ۳- کابل (**cable**) ۳۹۷
۲ ـ ۱ـ ۴- هسته کابل (رشته کابل) (**cable core**) ۳۹۷
۲ ـ ۱ـ ۵- آمیزه پلی وینیل کلراید (**polyvinyl chloride compound (PVC)**) ۳۹۷
۲ ـ ۱ـ ۶- آمیزه لاستیک (**rubber compound**) ۳۹۷
۲ ـ ۱ـ ۷- آمیزه پلی کلروپرن (**polychloroprene (PCP) compound**) ۳۹۷
۲ ـ ۱ـ ۸- آمیزه لاستیکی اتیلن-وینیل استات (**ethylene-vinyl acetate (EVA) compound**) ۳۹۸

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۱ـ ۹- آمیزه لاستیکی اتیلن پروپیلن (**ethylene propylene (EP) compound**) ۳۹۸
۲ ـ ۱ـ ۱۰- پلی وینیل کلراید کراس لینک شده (**crosslinked polyvinyl chloride (XLPVC)**) ۳۹۸
۲ ـ ۱ـ ۱۱- حفاظ فلزی (**metallic screen**) ۳۹۸
۲ ـ ۱ـ ۱۲- غلاف (**Sheath**) ۳۹۸
۲ ـ ۱ـ ۱۳- زره (**Armour**) ۳۹۸
۲ ـ ۱ـ ۱۴- روکش جداکننده (**separation sheath**) ۳۹۹
۲ ـ ۱ـ ۱۵- روکش نهایی (**over sheath**) ۳۹۹
۲ ـ ۱ـ ۱۶- سطح مقطع نامی ۳۹۹
۲ ـ ۱ـ ۱۷- مقاطع کابل ۳۹۹
۲ ـ ۱ـ ۱۸- سطوح ولتاژی ۴۰۰
۲ ـ ۱ـ ۱۹- ولتاژ اسمی (**rated voltage**) ۴۰۰
۲ ـ ۱ـ ۲۰- جریان مجاز کابل (**current-carrying capacities**) ۴۰۱
۲ ـ ۱ـ ۲۱- عایق گرمانرم (**thermoplastic insulation**) ۴۰۱
۲ ـ ۱ـ ۲۲- اضافه جریان ۴۰۱
۲ ـ ۱ـ ۲۳- جریان اضافه بار ۴۰۱
۲ ـ ۱ـ ۲۴- جریان اتصال کوتاه ۴۰۱
۲ ـ ۱ـ ۲۵- جریان باقیمانده ۴۰۱
۲ـ ۲ ـ استانداردها، نشریات و مراجع ۴۰۱
۲ ـ ۲ـ ۱- استاندارد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۴۰۲
۲ ـ ۲ـ ۲- استانداردهای کمیسون بین المللی الکتروتکنیک (**IEC**) ۴۰۳
۲ ـ ۲ـ ۳- استانداردهای **B.S** ۴۰۳
۲ ـ ۲ـ ۴- استانداردهای **DIN VDE** ۴۰۴
۲ ـ ۲ـ ۵- سایر استانداردها ۴۰۴
۲ـ ۳ ـ ضوابط تهیه، حمل و نصب سیم و کابل‌ها ۴۰۴
۲ ـ ۳ـ ۱- مشخصات اصلی کابل ۴۰۴
2ـ ۳ ـ ۱ـ ۱ـ مشخصات کابل های با عایق بندی پلی اتیلن مستحکم (XLPE : Cross-Link Poly Ethylene) ۴۰۵
۲ ـ ۳ـ ۲- عوامل موثر در انتخاب و نصب کابل و سطح مقطع هادی ۴۰۵
۲ ـ ۳ـ ۳- ضخامت عایقی کابل ها ۴۰۷
۲ ـ ۳ـ ۴- رنگ عایق سیم ها و کابل ها ۴۰۸
۲ ـ ۳ـ ۵- نشانه گذاری کابل های فشار ضعیف ۴۰۹
2ـ ۳ ـ ۵ـ ۱ـ شماره گذاری رشته های کابل ۴۱۰

omoorepeyman.ir

2ـ ۳ ـ ۵ـ ۲ـ نشانه گذاری در مسیر کابل ها ۴۱۰
۲ ـ ۳ـ ۶- کدگذاری کابل ها ۴۱۱
۲ ـ ۳ـ ۷- آزمون ها ۴۱۶
2ـ ۳ ـ ۷ـ ۱ـ آزمون های جاری ۴۱۶
2ـ ۳ ـ ۷ـ ۲ـ آزمون های نمونه ای ۴۱۷
2ـ ۳ ـ ۷ـ ۳ـ آزمون های نوعی (الکتریکی) - کابل های فشار ضعیف ۴۱۷
2ـ ۳ ـ ۷ـ ۴ـ آزمون نوعی (غیر الکتریکی) ۴۱۷
۲ ـ ۳ـ ۸- آزمون های الکتریکی پس از نصب ۴۱۸
۲ ـ ۳ـ ۹- بسته بندی، حمل، نگهداری و نصب کابل های فشار ضعیف ۴۱۸
2ـ ۳ ـ ۹ـ ۱ـ بسته بندی ۴۱۸
2ـ ۳ ـ ۹ـ ۲ـ شرایط دما ۴۱۸
2ـ ۳ ـ ۹ـ ۳ـ جابه جایی/حمل و نقل ۴۱۹
2ـ ۳ ـ ۹ـ ۴ـ تخلیه قرقره ۴۱۹
2ـ ۳ ـ ۹ـ ۵ـ حداقل و حداکثر دمای نصب ۴۲۰
2ـ ۳ ـ ۹ـ ۶ـ حداقل شعای خمش ۴۲۰
2ـ ۳ ـ ۹ـ ۷ـ کشش مجاز کابل ۴۲۰
2ـ ۳ ـ ۹ـ ۸ـ توصیه های عمومی درباره کابل کشی ۴۲۲
۲ ـ ۳ـ ۱۰- کابل کشی روی سینی کابل ۴۲۲
۲ ـ ۳ـ ۱۱- کابلشوها، سرکابل ها و مفصل ها ۴۲۲
2ـ ۳ ـ ۱۱ـ ۱ـ کابلشوها ۴۲۳
2ـ ۳ ـ ۱۱ـ ۲ـ سر کابل ۴۲۳
2ـ ۳ ـ ۱۱ـ ۳ـ مفصل ۴۲۴
۲ ـ ۳ـ ۱۲- سیم کشی و کابل کشی ۴۲۴
۲ ـ ۳ـ ۱۳- سطح مقطع هادی فاز، نول یا خنثی (**N**) و حفاظتی (**PE**) ۴۳۳
2ـ ۳ ـ ۱۳ـ ۱ـ سطح مقطع هادی فاز ۴۳۳
2ـ ۳ ـ ۱۳ـ ۲ـ سطح مقطع هادی خنثی یا نول (**N**) ۴۳۴
2ـ ۳ ـ ۱۳ـ ۳ـ سطح مقطع هادی حفاظتی (**PE**)، حفاظتی - خنثی (**PEN**) ۴۳۶
۲ ـ ۳ـ ۱۴- کاهش اثرات ناشی از تداخل امواج الکترومغناطیسی ۴۳۷
۲ـ ۴ ـ تحویل گیری ۴۳۹
۲ ـ ۴ـ ۱- تحویل اولیه کابل ها ۴۳۹
۲ ـ ۴ـ ۲- مدارک فنی ۴۴۰

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۴ـ ۳- آزمون ۴۴۴
۲ـ ۵ ـ بهره برداری و نگهداری ۴۴۴
۲ ـ ۵ـ ۱- علل کاهش ایمنی ۴۴۴
۲ ـ ۵ـ ۲- مدارک زمان اجرا ۴۴۵
۲ ـ ۵ـ ۳- مطابقت با استانداردها ۴۴۵
۲ ـ ۵ـ ۴- ضوابط نصب ۴۴۵
۲ ـ ۵ـ ۵- عملیات بازرسی دوره ای ۴۴۵
۲ ـ ۵ـ ۶- بازدید عینی از سیم و کابل ها ۴۴۶
۲ ـ ۵ـ ۷- انجام آزمون ها ۴۴۶
2ـ ۵ ـ ۷ـ ۱ـ آزمون مقاومت الکتریکی عایق بندی تأسیسات برقی ۴۴۷
2ـ ۵ ـ ۷ـ ۲ـ آزمون مقاومت الکتریکی عایق بندی اعمال شده در کارگاه ۴۴۷
2ـ ۵ ـ ۷ـ ۳ـ آزمون صحت قطب بندی ۴۴۸
2ـ ۵ ـ ۷ـ ۴ـ آزمون کنترل قطع به موقع تغذیه، به صورت خودکار ۴۴۸
2ـ ۵ ـ ۷ـ ۵ـ اندازه گیری جریان های اتصال کوتاه هادی فاز با هادی های خنثی و اتصال زمین ۴۴۸
2ـ ۵ ـ ۷ـ ۶ـ آزمون ارزیابی نحوه کار تجهیزات و فرمان ها، کنترل عملیاتی ۴۴۹
۲ ـ ۵ـ ۸- تجهیزات آزمون ۴۴۹
۲ ـ ۵ـ ۹- گزارش بازرسی ۴۴۹
۲ ـ ۵ـ ۱۰- نشانه گذاری و نصب اطلاعیه های هشدار دهنده ۴۴۹
۲ ـ ۵ـ ۱۱- دوره تناوب بازرسی ۴۴۹
۲ ـ ۵ـ ۱۲- تجهیزات الکتریکی با کاربرد عمومی ۴۵۰
2ـ ۵ ـ ۱۲ـ ۱ـ تابلوهای برق ۴۵۰
2ـ ۵ ـ ۱۲ـ ۲ـ کابل، کانال و باس داکت ۴۵۰
۳ـ فصل سوم ۴۵۱
ضوابط بهره برداری، تحویل گیری و نگهداری تابلوهای برق ناویژه ایستگاهی ۴۵۱
۳ـ ۱ ـ تعاریف و اصطلاحات ۴۵۳
۳ ـ ۱ـ ۱- اصطلاحات عمومی ۴۵۳
3ـ ۱ ـ ۱ـ ۱ـ تابلو قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف (Low-Voltage Switchgear and Controlgear) ۴۵۳
3ـ ۱ ـ ۱ـ ۲ـ Assemblies) ۴۵۳
3ـ ۱ ـ ۱ـ ۳ـ شینه (Busbar) ۴۵۳
3ـ ۱ ـ ۱ـ ۴ـ شینه اصلی (main busbar) ۴۵۳
3ـ ۱ ـ ۱ـ ۵ـ شینه توزیع (distribution busbar) ۴۵۳
3ـ ۱ ـ ۱ـ ۶ـ مدار اصلی (Main Circuit) ۴۵۳

omoorepeyman.ir

3ـ ۱ ـ ۱ـ ۷ـ مدار کمکی (**Auxiliary Circuit**) ۴۵۳
3ـ ۱ ـ ۱ـ ۸ـ واحد عملگر (**Functional Unit**) ۴۵۴
3ـ ۱ ـ ۱ـ ۹ـ واحد ورودی (**incoming unit**) ۴۵۴
3ـ ۱ ـ ۱ـ ۱۰ـ واحد خروجی (**outgoing unit**) ۴۵۴
۳ ـ ۱ـ ۲- ساختار تابلو برق ۴۵۴
3ـ ۱ ـ ۲ـ ۱ـ قسمت ثابت (**fixed part**) ۴۵۴
3ـ ۱ ـ ۲ـ ۲ـ قسمت قابل جدا شدن (**removable part**) ۴۵۴
3ـ ۱ ـ ۲ـ ۳ـ اتصال ثابت (**fixed connection**) ۴۵۴
3ـ ۱ ـ ۲ـ ۴ـ بخش اصلی (**section**) ۴۵۴
3ـ ۱ ـ ۲ـ ۵ـ بخش فرعی (**sub-section**) ۴۵۴
3ـ ۱ ـ ۲ـ ۶ـ خانه (**compartment**) ۴۵۵
۳ ـ ۱ـ ۳- طرح بیرونی تابلوها ۴۵۵
3ـ ۱ ـ ۳ـ ۱ـ تابلو نوع باز (**open-type assembly**) ۴۵۵
3ـ ۱ ـ ۳ـ ۲ـ تابلو جلو بسته (**dead-front assembly**) ۴۵۵
3ـ ۱ ـ ۳ـ ۳ـ تابلو تمام بسته (**enclosed assembly**) ۴۵۵
3ـ ۱ ـ ۳ـ ۴ـ تابلو سلولی (**cubicle-type assembly**) ۴۵۵
3ـ ۱ ـ ۳ـ ۵ـ تابلو چند سلولی (**multi-cubicle-type assembly**) ۴۵۵
3ـ ۱ ـ ۳ـ ۶ـ تابلو نوع میزی (میز پیانویی) (**desk-type assembly**) ۴۵۵
3ـ ۱ ـ ۳ـ ۷ـ تابلو جعبه ای (**box-type assembly**) ۴۵۶
3ـ ۱ ـ ۳ـ ۸ـ تابلو چند جعبه ای (**multi-box-type assembly**) ۴۵۶
3ـ ۱ ـ ۳ـ ۹ـ تابلو دیواری روکار (**wall-mounted surface type assembly**) ۴۵۶
3ـ ۱ ـ ۳ـ ۱۰ـ تابلو دیواری توکار (**wall-mounted recessed type assembly**) ۴۵۶
۳ ـ ۱ـ ۴- سازه (اسکلت) تابلوها ۴۵۶
3ـ ۱ ـ ۴ـ ۱ـ اسکلت (**supporting structure**) ۴۵۶
3ـ ۱ ـ ۴ـ ۲ـ سازه نصب (**mounting structure**) ۴۵۶
3ـ ۱ ـ ۴ـ ۳ـ صفحه نصب (سینی نصب) (**mounting plate**) ۴۵۶
3ـ ۱ ـ ۴ـ ۴ـ محفظه (**enclosure**) ۴۵۶
3ـ ۱ ـ ۴ـ ۵ـ پوشش (**cover**) ۴۵۷
3ـ ۱ ـ ۴ـ ۶ـ در (**door**) ۴۵۷
3ـ ۱ ـ ۴ـ ۷ـ پوشش قابل جدا شدن (**removable cover**) ۴۵۷
3ـ ۱ ـ ۴ـ ۸ـ صفحه پوشش (**cover plate**) ۴۵۷

omoorepeyman.ir

3ـ ۱ ـ ۴ـ ۹ـ دیواره (**partition**) ۴۵۷
3ـ ۱ ـ ۴ـ ۱۰ـ حصار (**barrier**) ۴۵۷
3ـ ۱ ـ ۴ـ ۱۱ـ مانع (**obstacle**) ۴۵۷
3ـ ۱ ـ ۴ـ ۱۲ـ فضای حفاظت شده پوشیده (**enclosed protected space**) ۴۵۷
۳ ـ ۱ـ ۵- شرایط نصب تابلوها ۴۵۸
3ـ ۱ ـ ۵ـ ۱ـ تابلو داخلی (**assembly for indoor installation**) ۴۵۸
3ـ ۱ ـ ۵ـ ۲ـ تابلو بیرونی (**assembly for outdoor installation**) ۴۵۸
3ـ ۱ ـ ۵ـ ۳ـ تابلو نصب ثابت (**stationary assembly**) ۴۵۸
3ـ ۱ ـ ۵ـ ۴ـ تابلو متحرک (**movable assembly**) ۴۵۸
۳ ـ ۱ـ ۶- مشخصه های عایقی ۴۵۸
3ـ ۱ ـ ۶ـ ۱ـ فاصله هوایی (**clearance**) ۴۵۸
3ـ ۱ ـ ۶ـ ۲ـ فاصله خزش (**creepage distance**) ۴۵۸
3ـ ۱ ـ ۶ـ ۳ـ اضافه ولتاژ (**overvoltage**) ۴۵۸
3ـ ۱ ـ ۶ـ ۴ـ اضافه ولتاژ موقت (**temporary overvoltage**) ۴۵۸
3ـ ۱ ـ ۶ـ ۵ـ ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه (**power-frequency withstand voltage**) ۴۵۹
3ـ ۱ ـ ۶ـ ۶ـ ولتاژ ضربه قابل تحمل (**impulse withstand voltage**) ۴۵۹
3ـ ۱ ـ ۶ـ ۷ـ آلودگی (**pollution**) ۴۵۹
3ـ ۱ ـ ۶ـ ۸ـ درجه آلودگی (شرایط محیطی) (**pollution degree**) ۴۵۹
۳ ـ ۱ـ ۷- حفاظت در برابر برق گرفتگی (شوک الکتریکی) ۴۵۹
3ـ ۱ ـ ۷ـ ۱ـ قسمت برق دار (**live part**) ۴۵۹
3ـ ۱ ـ ۷ـ ۲ـ قسمت-رسانای-قابل تماس (**exposed-conductive-part**) ۴۵۹
3ـ ۱ ـ ۷ـ ۳ـ هادی حفاظتی (**protective conductor (PE)**) ۴۶۰
3ـ ۱ ـ ۷ـ ۴ـ هادی خنثی (**neutral conductor (N)**) ۴۶۰
3ـ ۱ ـ ۷ـ ۵ـ هادی مشترک حفاظتی-خنثی (**PEN conductor**) ۴۶۰
3ـ ۱ ـ ۷ـ ۶ـ جریان خطا (**fault current**) ۴۶۰
3ـ ۱ ـ ۷ـ ۷ـ حفاظت پایه (**basic protection**) ۴۶۰
3ـ ۱ ـ ۷ـ ۸ـ عایق بندی پایه (**basic insulation**) ۴۶۰
3ـ ۱ ـ ۷ـ ۹ـ حفاظت خطا (**fault protection**) ۴۶۰
3ـ ۱ ـ ۷ـ ۱۰ـ شخص ماهر (**skilled person**) ۴۶۰
3ـ ۱ ـ ۷ـ ۱۱ـ شخص آموزش دیده (**instructed person**) ۴۶۱
۳ ـ ۱ـ ۸- مشخصه ها ۴۶۱

omoorepeyman.ir

3ـ ۱ ـ ۸ـ ۱ـ مقدار نامی (**nominal value**) ۴۶۱
3ـ ۱ ـ ۸ـ ۲ـ مقدار حدی (**limiting value**) ۴۶۱
3ـ ۱ ـ ۸ـ ۳ـ ولتاژ نامی (**nominal voltage**) ۴۶۱
3ـ ۱ ـ ۸ـ ۴ـ جریان اتصال کوتاه (**short-circuit current (Ic)**) ۴۶۱
3ـ ۱ ـ ۸ـ ۵ـ جریان اتصال کوتاه محتمل (**prospective short-circuit current (Icp)**) ۴۶۱
3ـ ۱ ـ ۸ـ ۶ـ ولتاژ اسمی (**rated voltage (Un)**) ۴۶۱
3ـ ۱ ـ ۸ـ ۷ـ ولتاژ بهره برداری اسمی (**rated operational voltage (Ue)**) ۴۶۲
3ـ ۱ ـ ۸ـ ۸ـ ولتاژ عایقی اسمی (**rated insulation voltage (Ui)**) ۴۶۲
3ـ ۱ ـ ۸ـ ۹ـ ولتاژ ضربه ای قابل تحمل اسمی (**rated impulse withstand voltage (Uimp)**) ۴۶۲
3ـ ۱ ـ ۸ـ ۱۰ـ ۳جریان اسمی (**rated current**) ۴۶۲
3ـ ۱ ـ ۸ـ ۱۱ـ جریان پیک قابل تحمل اسمی (**rated peak withstand current (Ipk)**) ۴۶۲
3ـ ۱ ـ ۸ـ ۱۲ـ جریان قابل تحمل کوتاه مدت اسمی (**rated short-time withstand current (Icw)**) ۴۶۲
3ـ ۱ ـ ۸ـ ۱۳ـ ضریب همزمانی (پراکندگی) اسمی (**rated diversity factor (RDF)**) ۴۶۲
۳ ـ ۱ـ ۹- تجهیزات حفاظت و کنترل ۴۶۲
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۱ـ کلیدهای جداکننده (ایزولاتور- مجزا کننده) (**disconnector**) ۴۶۲
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۲ـ کلید قطع بار (**switch**) ۴۶۳
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۳ـ کلید جدا کننده زیربار (کلید ایزولاتور زیربار) (**switch-disconnector**) ۴۶۳
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۴ـ فیوز (**fuse**) ۴۶۳
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۵ـ کلید فیوز جدا کننده (**fuse-disconnector**) ۴۶۳
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۶ـ کلید فیوز قطع بار (**fuse-switch**) ۴۶۳
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۷ـ کلید فیوز جداکننده زیر بار (**fuse-switch-disconnector**) ۴۶۴
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۸ـ کلید خودکار (کلید اتوماتیک) (**circuit breaker**) ۴۶۴
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۹ـ اضافه جریان (**overcurrent**) ۴۶۴
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۰ـ اتصال کوتاه (**short-circuit**) ۴۶۴
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۱ـ جریان اتصال کوتاه (**short-circuit-current**) ۴۶۴
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۲ـ اضافه بار (**overload**) ۴۶۴
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۳ـ جریان اضافه بار (**overload current**) ۴۶۴
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۴ـ کنتاکتور (مکانیکی) (**(mechanical) contactor**) ۴۶۵
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۵ـ کنتاکتور الکترومغناطیسی (**electromagnetic contactor**) ۴۶۵
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۶ـ کنتاکتور نیمه هادی (کنتاکتور الکترونیکی) (**semiconductor contactor**) ۴۶۵
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۷ـ راه انداز (**starter**) ۴۶۵

omoorepeyman.ir

3ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۸ـ رهاساز (release) ۴۶۵
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۹ـ رله یا رهاساز آنی (instantaneous relay or release) ۴۶۵
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۰ـ رله یا رهاساز اضافه جریان (over-current relay or release) ۴۶۵
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۱ـ رله یا رهاساز اضافه جریان با تاخیر زمانی معین (definite time-delay over-current relay or release) ۴۶۶
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۲ـ رله یا رهاساز اضافه جریان با تاخیر زمانی معکوس (inverse time-delay over-current relay or release) ۴۶۶
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۳ـ رله یا رهاساز حرارتی اضافه بار (thermal overload relay or release) ۴۶۶
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۴ـ رله یا رهاساز مغناطیسی اضافه بار (magnetic overload relay or release) ۴۶۶
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۵ـ رهاساز شنت (shunt release) ۴۶۶
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۶ـ رله یا رهاساز افت ولتاژ (under-voltage relay or release) ۴۶۶
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۷ـ قدرت قطع (breaking capacity) ۴۶۶
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۸ـ مشخصه زمان-جریان (time-current characteristic) ۴۶۷
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۹ـ سلکتیویته (هماهنگی) حفاظت اضافه جریان (over-current selectivity) ۴۶۷
3ـ ۱ ـ ۹ـ ۳۰ـ رده بهره برداری B (utilization category B) ۴۶۷
۳ـ ۲ ـ استانداردها، نشریات و مراجع ۴۷۰
۳ ـ ۲ـ ۱- استاندارد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۴۷۱
۳ ـ ۲ـ ۲- استانداردهای کمیسون بین المللی الکتروتکنیک (IEC) ۴۷۳
3ـ ۲ ـ ۲ـ ۱ـ تابلوها ۴۷۳
3ـ ۲ ـ ۲ـ ۲ـ لوازم داخل تابلوهای فشار ضعیف ۴۷۴
۳ ـ ۲ـ ۳- سایر استانداردها ۴۷۵
۳ـ ۳ ـ ضوابط تهیه، حمل و نصب تابلوهای برق تاسیسات ناویژه ۴۷۶
۳ ـ ۳ـ ۱- ساختمان تابلوها ۴۷۶
۳ ـ ۳ـ ۲- مشخصات فنی ساخت و روش نصب ۴۷۶
3ـ ۳ ـ ۲ـ ۱ـ تابلوهای اصلی توزیع نیروی برق فشارضعیف-انواع ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت ۴۷۶
3ـ ۳ ـ ۲ـ ۲ـ تابلوهای نیم اصلی توزیع نیروی برق فشارضعیف-انواع ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت ۴۸۱
3ـ ۳ ـ ۲ـ ۳ـ تابلو توزیع فرعی نیروی برق فشار ضعیف - نوع دیواری ۴۸۱
3ـ ۳ ـ ۲ـ ۴ـ روش نصب ۴۸۴
۳ ـ ۳ـ ۳- لوازم، وسایل و تجهیزات داخل تابلو ۴۸۵
۳ ـ ۳ـ ۴- اجزای داخلی تابلوهای اصلی ۴۸۷

omoorepeyman.ir

۳ ـ ۳ـ ۵- تابلوهای فرمان وسایل موتوری ۴۸۷
۳ ـ ۳ـ ۶- تابلوهای فرعی روشنایی ۴۸۸
۳ ـ ۳ـ ۷- شرایط بهره‌برداری عادی ۴۸۸
۳ ـ ۳ـ ۸- شرایط بهره‌برداری خاص ۴۸۹
۳ ـ ۳ـ ۹- پلاک‌های مشخصات و نشانه گذاری تابلو ۴۹۰
3ـ ۳ ـ ۹ـ ۱ـ پلاک‌های مشخصات تابلو ۴۹۰
3ـ ۳ ـ ۹ـ ۲ـ نشانه‌گذاری‌ها ۴۹۱
۳ ـ ۳ـ ۱۰- آزمایش تابلوهای فشار ضعیف ۴۹۱
۳ ـ ۳ـ ۱۱- نشانه های ترسیمی الکتریکی در نقشه تابلوهای فشار ضعیف ۴۹۱
۳ـ ۴ ـ تحویل گیری ۴۹۳
۳ ـ ۴ـ ۱- سیستم برق‌رسانی و تابلوهای برق ۴۹۳
۳ ـ ۴ـ ۲- تابلوهای برق فشار ضعیف ۴۹۴
3ـ ۴ ـ ۲ـ ۱ـ تابلوی اصلی روشنایی ۴۹۵
3ـ ۴ ـ ۲ـ ۲ـ تابلوی فرعی روشنایی ۴۹۵
3ـ ۴ ـ ۲ـ ۳ـ تابلوی **DWP (Dewatering Post)** ۴۹۶
3ـ ۴ ـ ۲ـ ۴ـ تابلوی **FFP (Fire Fighting Panel)** ۴۹۶
3ـ ۴ ـ ۲ـ ۵ـ تابلوی تهویه اتاق‌های اداری، بلیط فروشی و تغذیه اسپلیت یونیت‌ها ۴۹۷
3ـ ۴ ـ ۲ـ ۶ـ تابلوی برق آسانسورها و پله‌های برقی ۴۹۷
۳ـ ۵ ـ بهره‌برداری و نگهداری ۴۹۸
۳ ـ ۵ـ ۱- علل کاهش ایمنی ۴۹۸
۳ ـ ۵ـ ۲- مدارک زمان اجرا ۴۹۸
۳ ـ ۵ـ ۳- مطابقت با استانداردها ۴۹۹
۳ ـ ۵ـ ۴- ضوابط نصب ۴۹۹
۳ ـ ۵ـ ۵- عملیات بازرسی ۴۹۹
۳ ـ ۵ـ ۶- بازدید عینی از تابلوها ۴۹۹
۳ ـ ۵ـ ۷- انجام آزمون‌ها ۵۰۰
3ـ ۵ ـ ۷ـ ۱ـ آزمون تداوم هادی حفاظتی و هم‌بندی‌های اصلی و اضافی ۵۰۰
3ـ ۵ ـ ۷ـ ۲ـ آزمون مقاومت الکتریکی عایق‌بندی تأسیسات برقی ۵۰۱
3ـ ۵ ـ ۷ـ ۳ـ آزمون مقاومت الکتریکی عایق‌بندی اعمال شده در کارگاه ۵۰۱
3ـ ۵ ـ ۷ـ ۴ـ آزمون صحت قطب‌بندی ۵۰۱
3ـ ۵ ـ ۷ـ ۵ـ آزمون کنترل قطع به موقع تغذیه، به صورت خودکار ۵۰۱

omoorepeyman.ir

3ـ ۵ ـ ۷ـ ۶ـ اندازه گیری جریان‌های اتصال کوتاه هادی فاز با هادی‌های خنثی و اتصال زمین ۵۰۲
3ـ ۵ ـ ۷ـ ۷ـ آزمون ارزیابی نحوه کار تجهیزات و فرمان‌ها، کنترل عملیاتی ۵۰۲
۳ ـ ۵ـ ۸- تجهیزات آزمون ۵۰۲
۳ ـ ۵ـ ۹- گزارش بازرسی ۵۰۳
۳ ـ ۵ـ ۱۰- نشانه‌گذاری و نصب اطلاعیه‌های هشدار دهنده ۵۰۳
۳ ـ ۵ـ ۱۱- دوره تناوب بازرسی ۵۰۳
۳ ـ ۵ـ ۱۲- تجهیزات الکتریکی با کاربرد عمومی ۵۰۴
3ـ ۵ ـ ۱۲ـ ۱ـ تابلوهای برق ۵۰۴
3ـ ۵ ـ ۱۲ـ ۲ـ رله‌های حفاظتی ۵۰۵
3ـ ۵ ـ ۱۲ـ ۳ـ کلیدهای اتوماتیک ۵۰۵
پیوست الف- چیدمان آزمون (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد) **۵۰۶**
پیوست ب- چیدمان آزمون **NSPH** (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد) **۵۱۸**
پیوست پ- فواصل زمانی کالیبراسیون (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد) **۵۲۲**
پیوست ت- تجهیزات اندازه‌گیری (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد) **۵۲۷**
پیوست ج- گزارش نتایج آزمون (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد) **۵۳۴**
پیوست چ- روش‌های آزمون ویژه (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد) **۵۳۹**
پیوست ح- آزمون پمپ با ناظر (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد) **۵۴۱**

omoorepeyman.ir

فهرست جداول

جدول ۱—۱ انتخاب بازرس بر اساس نوع کاربری سازه ۵

جدول ۱—۲ چک لیست سازه مترو جهت تحویل به بهره‌بردار ۶

جدول ۱—۳ رابطه بین سرعت پالس و کیفیت بتن ۲۷

جدول ۱—۴ ریسک خوردگی ۳۵

جدول ۱—۵ فواصل زمانی پیشنهادی برای بازرسی اجزای سازه ۴۸

جدول ۱—۶ کدهای درجه‌بندی وضعیت سازه‌ای ۶۷

جدول ۲—۱ چک لیست موارد حائز اهمیت در اجزای سطح زمین ۸۵

جدول ۲—۲ چک لیست موارد حائز اهمیت در گالری‌های پله و راهروهای دسترسی ۸۷

جدول ۲—۳ چک لیست موارد حائز اهمیت در سالن فروش بلیط ۸۹

جدول ۲—۴ چک لیست موارد حائز اهمیت در سکوی مسافری ۹۰

جدول ۲—۵ چک لیست موارد حائز اهمیت در فضاهای اداری و خدماتی اداری ۹۵

جدول ۲—۶ چک لیست موارد حائز اهمیت در فضاهای تاسیساتی و تجهیزاتی ۹۶

جدول ۲—۷ چک لیست موارد حائز اهمیت پوشش سنگی کف و دیوار ۹۸

جدول ۲—۸ سنگ های مناسب برای مصارف گوناگون ۱۰۰

جدول ۲—۹ چک لیست موارد حائز اهمیت در پوشش آجری دیوار ۱۰۰

جدول ۲—۱۰ چک لیست موارد حائز اهمیت در پوشش کاشی و سرامیک ۱۰۲

جدول ۲—۱۱ چک لیست موارد حائز اهمیت در پوشش موزائیک ۱۰۴

جدول ۲—۱۲ چک لیست موارد حائز اهمیت در پوشش کف و دیوار بتن ۱۰۴

جدول ۲—۱۳ چک لیست موارد حائز اهمیت برای شیشه های مورد استفاده ۱۰۶

جدول ۲—۱۴ چک لیست موارد حائز اهمیت در پوشش سقف کاذب ۱۰۸

جدول ۲—۱۵ انتخاب نوع بازرس ۱۱۵

جدول ۲—۱۶ جدول تعمیر و نگهداری اجزای ایستگاه ۱۳۸

جدول ۱—۱لیست آزمون‌ها و ضوابط پذیرش ادوات روسازی ۱۴۹

جدول ۱—۲ فرم کنترل مشخصات کیفی و هندسی مسیر ۱۵۲

جدول ۱—۳مشخصات عمومی سوزن کراس اُور ۱۵۳

جدول ۱—۴فعالیتهای کنترل روسازی بالاستی ۱۵۷

جدول ۱—۵چک لیست فعالیتهای خطوط ۱۵۸

جدول ۱—۶جدول خرابی ادوات ریلی در هفته ۱۶۵

omoorepeyman.ir

جدول ۱—۷نوع و میزان عملیات نگهداری مورد نیاز قطعات مختلف در سیستمهای روسازی ریلی بدون بالاست ۱۸۰
جدول ۱—۸دلائل خرابی سریع سازه‌های بتنی ۱۸۱
جدول ۱—۹تاثیر نوع سیمان بر سرعت نفوذ یون کلر ۱۸۵
جدول ۱—۱۰ حدود مجاز تعمیر و نگهداری خط ۱۸۶
جدول ۱—۱۱ مقادیر مجاز پارامتر **J** برای سرعتهای مختلف ۱۹۰
جدول ۱—۱۲طبقه بندی بر اساس **W5** ۱۹۱
جدول ۱—۱۳ طبقه بندی خطوط براساس **CTR** ۱۹۲
جدول ۱—۱۴ مقدار انحراف معیارها برای خط در محاسبه **TGI** ۱۹۳
جدول ۱—۱۵ طبقه بندی خط با استفاده از شاخص **TGI** ۱۹۳
جدول ۱—۱۶ برخی از انواع متداول ماشین‌های اندازه‌گیری خط ۱۹۴
جدول ۲—۱ طبقه‌بندی انواع روسازی‌های بدون بالاست به لحاظ ساخت ۲۰۰
جدول ۲—۲ مقایسه مقاومت خمشی انواع روسازی‌های بدون بالاست ۲۰۱
جدول ۲—۳چک لیست روسازی بتنی مترو جهت تحویل به بهره‌بردار ۲۲۲
جدول ۲—۴ نوع و میزان عملیات نگهداری مورد نیاز قطعات مختلف در سیستم‌های روسازی ریلی بدون بالاست ۲۲۶
جدول ۲—۵ دلائل خرابی سریع سازه‌های بتنی ۲۲۷
جدول ۲—۶ تاثیر نوع سیمان بر سرعت نفوذ یون کلر ۲۳۰
جدول ۱—۱حداقل شیب لوله‌های افقی فاضلاب ۲۴۴
جدول ۱—۲حداقل اندازه سیفون‌های لوله‌ای برای لوازم بهداشتی ۲۴۵
جدول ۱—۳راهنمای پیشنهادی برای تعمیر و نگهداری پیشگیرانه در کاربردهای معمول ۲۵۷
جدول ۱—۴فهرست پیشنهادی قطعات یدکی برای واحدهای پمپاژ ۲۵۹
جدول ۳—۱ مشخصات جریان در سیستم لوله‌های قائم و شلنگ در استاندارد **NFPA** ۳۰۳
جدول ۳—۲ سیستم‌های اتش‌نشانی فضاهای مختلف ۳۰۴
جدول ۳—۳ چک لیستهای بازرسی و نگهداری پیشگیرانه بوسترپمپ ۳۲۱
جدول ۳—۴ چک لیست بازرسی و نگهداری پیشگیرانه منابع آب ۳۲۵
جدول ۱—۱ دمای رنگ تقریبی برخی از متداول ترین منابع نوری ۳۳۵
جدول ۱—۲ بهره نوری و طول عمر نامی برخی از متداول ترین منابع نوری ۳۳۵
جدول ۱—۳ محدوده شاخص نمود رنگ ۳۳۷
جدول ۱—۴ شاخص نمود رنگ تقریبی برای برخی از متداول ترین منابع نوری ۳۳۷

omoorepeyman.ir

جدول ۱—۵میزان حفاظت تعیین شده به وسیله اولین رقم مشخصه برابر استاندارد ۲۸۶۸ ایران و **IEC 60529** ۳۵۳
جدول ۱—۶میزان حفاظت تعیین شده به وسیله دومین رقم مشخصه برابر استاندارد ۲۸۶۸ ایران و **IEC 60529** ۳۵۳
جدول ۱—۷نشانه های مشخصات الکتریکی و طبقه بندی چراغ های روشنایی بر اساس استاندارد **IEC60598-1** ۳۵۵
جدول ۱—۸ضرایب انعکاس سطوح مختلف ۳۵۹
جدول ۱—۹تعیین ضریب انعکاس برای استفاده در روش طراحی لومن منطقه ای (نوع دوم) ۳۵۹
جدول ۱—۱۰شدت روشنایی بر حسب لوکس در فضاهای مختلف در ایستگاه های مترو ۳۶۱
جدول ۱—۱۱ شدت روشنایی کلی روی سطوح کار ۳۶۲
جدول ۱—۱۲حداکثر ضریب خیرگی در فضاهای مختلف ۳۶۳
جدول ۱—۱۳مشخصات لامپ های فلورسنت فشرده ۳۶۷
جدول ۱—۱۴ مقایسه انواع لامپ های روشنایی ۳۶۸
جدول ۱—۱۵دمای رنگ برخی لامپ‌ها ۳۷۰
جدول ۱—۱۶ اندیس نمود رنگ برای لامپ های مختلف ۳۷۱
جدول ۱—۱۷ مشخصات فنی لامپ های رشته ای ۳۷۲
جدول ۱—۱۸ مشخصات فنی لامپ های فلورسنت ۳۷۲
جدول ۱—۱۹ فنی لامپ های فلورسنت فشرده (کم مصرف-پربازده) ۳۷۳
جدول ۱—۲۰مشخصات فنی لامپ های بخار سدیم ۳۷۳
جدول ۱—۲۱ مشخصات فنی لامپ های بخار جیوه ۳۷۴
جدول ۱—۲۲ مشخصات فنی لامپ های متال هالید ۳۷۴
جدول ۱—۲۳ نشانه های ترسیمی برای تاسیسات روشنایی برابر استاندارد۶۰۶۱۷-۸،۱۱ **IEC** ۳۷۹
جدول ۱—۲۴ نوع چراغ متناسب با ماهیت هر فضا ۳۸۳
جدول ۱—۲۵ شدت روشنایی (لوکس) روشنایی اضطراری ۳۸۴
جدول ۱—۲۶ درجه حفاظت چراغ ها بر اساس محل نصب آنها ۳۸۶
جدول ۲—۱ حداکثر دمای نامی ۴۰۵
جدول ۲—۲ضخامت نامی عایق ۴۰۷
جدول ۲—۳داده های نشانه ۴۱۰
جدول ۲—۴مشخصات نشانه گذاری ۴۱۱

omoorepeyman.ir

جدول ۲—۵ نشانه های شناسایی سیم ها و کابل های برق با حداکثر ولتاژ ۴۵۰/۷۵۰ ولت مطابق استاندارد **CENELEC HD 361** ۴۱۲
جدول ۲—۶ نشانه های شناسایی سیم ها و کابل های برق با حداکثر ولتاژ ۴۵۰/۷۵۰ ولت مطابق استاندارد **CENELEC HD 361** ۴۱۳
جدول ۲—۷ راهنمای شناسایی سیم ها و کابل های برق با حداکثر ولتاژ ۴۵۰/۷۵۰ ولت مطابق استاندارد **CENELEC HD 361** ۴۱۴
جدول ۲—۸ نشانه های شناسایی سیم و کابل های برق با حداکثر ولتاژ ۴۵۰/۷۵۰ ولت، مطابق استاندارد **DIN VDE** ۴۱۶
جدول ۲—۹ کشش مجاز مربوط به کابل‌ها ۴۲۱
جدول ۲—۱۰آرایش کابل های چند مداره داخل سینی کابل ۴۳۲
جدول ۲—۱۱حداقل سطح مقطع هادی ۴۳۴
جدول ۲—۱۲حداقل قطر سطح مقطع هادی‌های جریان ضعیف ۴۳۴
جدول ۲—۱۳حداقل مقطع هادی خنثی ۴۳۵
جدول ۲—۱۴حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی ۴۳۶
جدول ۲—۱۵مشخصات اصلی کابل های فشار ضعیف و متوسط (ارائه شده توسط خریدار) ۴۴۰
جدول ۲—۱۶مشخصات فنی و داده های تضمین شده برای کابل های فشار ضعیف (ارائه شده توسط فروشنده) ۴۴۱
جدول ۲—۱۷مشخصات فنی نمونه برای کابل **xple** ۰,۶ کیلو ولت ۴۴۳
جدول ۳—۱ انتخاب نوع و ضخامت رنگ برای تابلو ۴۷۷
جدول ۳—۲حداکثر ابعاد تابلوی اصلی توزیع فشار ضعیف ۴۷۹
جدول ۳—۳نشانه های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار ضعیف ۴۹۲
جدول ۳—۴قدرت پله‌برقی و آسانسورها براساس ارتفاع و ظرفیت آنها ۴۹۸

omoorepeyman.ir

فهرست اشکال

شکل ۱—۱ نمودار فرآیند بازرسی سازه ۱۰

شکل ۱—۲ ارتباط بین فعالیت های مختلف در فرآیند تعمیر و نگهداری سازه ۱۵

شکل ۱—۳ فعالیت های اصلی در تعمیر و نگهداری ۱۶

شکل ۱—۴ انجام مغزه گیری از دیوار تونل ۱۸

شکل ۱—۵تنظیمات کلی آزمایش مغزه‌گیری از بتن ۱۹

شکل ۱—۶ بازرسی چشمی و تکمیل فرم های برداشت ۲۱

شکل ۱—۷ بازرسی پوشش تونل با استفاده از بالابر ۲۱

شکل ۱—۸ استفاده از دوربین برای بازرسی چشمی ۲۲

شکل ۱—۹ بازرسی به روش چکش‌زنی ۲۴

شکل ۱—۱۰ انجام چکش‌زنی برروی سطوح فوقانی تونل ۲۴

شکل ۱—۱۱ چکش‌زنی مکانیزه ۲۵

شکل ۱—۱۲ طرح شماتیک روش شبه چکش‌زنی ۲۵

شکل ۱—۱۳ انجام آزمایش التراسونیک برروی سطوح ۲۶

شکل ۱—۱۴ دستگاه آزمایش اولتراسونیک بتن ۲۷

شکل ۱—۱۵ انتشار الف)مستقیم ب) نیمه مستقیم پ) غیر مستقیم ۲۸

شکل ۱—۱۶ (الف، ب و پ) نمودارهای نشان دهنده رابطه بین مقاومت، سن و مدول گسیختگی بتن ۳۰

شکل ۱—۱۷ (الف و ب)دستگاههای آزمایش اولتراسونیک سبک و قابل حمل(درجا و در آزمایشگاه) ۳۱

شکل ۱—۱۸ استفاده از روش‌های صوتی برای پایش مکانیزه سازه ۳۲

شکل ۱—۱۹ به کارگیری دمانگاری مادون قرمز در بازرسی تونل ۳۳

شکل ۱—۲۰ بازرسی به روش نیم سلول ۳۴

شکل ۱—۲۱ نمونه ای از تنظیمات روش اندازه‌گیری پتانسیل به روش نیم سلولی ۳۵

شکل ۱—۲۲ چکش انعکاسی ۳۷

شکل ۱—۲۳ (الف و ب)نمونه‌ای از آندوسکوپ و تنظیمات مربوطه ۳۸

شکل ۱—۲۴ آزمایش بازگشت ضربه ۳۹

شکل ۱—۲۵ ساختار عمومی آزمایش بازگشت ضربه ۳۹

شکل ۱—۲۶ برخی تجهیزات مورد نیاز در آزمایش بازگشت ضربه ۳۹

شکل ۱—۲۷ ایجاد ترک‌های کششی به دلیل توزیع غیریکنواخت نیروی فشار برروی پوشش تونل ۴۰

شکل ۱—۲۸ اصول عملیاتی ژئورادار ۴۱

omoorepeyman.ir

شکل ۱—۲۹ نمایی عمومی از خروجی ژئورادار ۴۱
شکل ۱—۳۰ تکنیک ژئورادار ۴۲
شکل ۱—۳۱ بازرسی پوشش تونل با استفاده از ژئورادار الف) داربست متحرک ب) وسایط نقلیه ۴۲
شکل ۱—۳۲ ماشین عکسبرداری ۴۳
شکل ۱—۳۳ چگونگی عملکرد ماشین عکسبرداری پوشش تونل ۴۴
شکل ۱—۳۴ قطار بازرسی ۴۴
شکل ۱—۳۵ تجهیزات قطار بازرسی ۴۴
شکل ۱—۳۶ مشخصات سیستم بازرسی و شناسایی ۴۵
شکل ۱—۳۷ وقوع پدید ترک‌خوردگی در سقف تونل ۵۰
شکل ۱—۳۸ نمونه ای از ترک های طرحدار ۵۱
شکل ۱—۳۹ ریزش بتن در اثر پدیده پوسته‌شدگی ۵۲
شکل ۱—۴۰ پدیده قلوه‌کن شدن بتن ۵۳
شکل ۱—۴۱ شوره‌زدگی بتن ۵۴
شکل ۱—۴۲ نمونه بتن لانه زنبوری ۵۵
شکل ۱—۴۳ ریزش سقف تونل به دلیل نشت آب ۵۵
شکل ۱—۴۴ وضعیت ظاهری سطح بتن زمانی که زمان حمل و نقل یا ترکیب بسیار طولانی باشد ۵۶
شکل ۱—۴۵ تصویر ترک ایجاد شده در اثر نشست بتن ۵۶
شکل ۱—۴۶ تصویر کلوخگی در بتن ۵۶
شکل ۱—۴۷ ترک‌خوردگی ناشی از خم‌شدگی چارچوب ۵۷
شکل ۱—۴۸ ترک‌خوردگی ناشی از فرونشست پوشش چوبی ۵۷
شکل ۱—۴۹ تصویر خوردگی شدید ناشی از حملات شیمیایی ۵۷
شکل ۱—۵۰ تصویر شماتیک تاثیر آتش برروی بتن ۵۸
شکل ۱—۵۱ ترک ناشی از نشست بستر در ستون وسط ۵۸
شکل ۱—۵۲ترک ناشی از تنش های خمشی و برشی ۵۸
شکل ۱—۵۳ ترک در ستون‌ها و تیرها ناشی از زلزله ۵۹
شکل ۱—۵۴ ترک ناشی از تقویت ناکافی ۵۹
شکل ۱—۵۵ ترک ناشی از ترکیبب نامناسب سیمان ۵۹
شکل ۱—۵۶ فرونشست بتن ۶۰
شکل ۱—۵۷ ترک ناشی از خوردگی میلگرد تقویت‌کننده ۶۰

omoorepeyman.ir

شکل ۱—۵۸ ترک ناشی از سردشدگی و گرم‌شدگی متناوب..... ۶۰
شکل ۱—۵۹ اثر تغییر وضعیت بستر **a**) دمای پایین **b**) رطوبت پایین..... ۶۱
شکل ۱—۶۰ تاثیر وضعیت جوی..... ۶۱
شکل ۱—۶۱ عدم ترکیب یکنواخت در بتن..... ۶۱
شکل ۱—۶۲ ترکیدگی ناشی از کلوخگی و رطوبت بالا..... ۶۱
شکل ۱—۶۳ خوردگی تیر فولادی در سقف سازه..... ۶۲
شکل ۱—۱ انواع پابندهای رایج در خطوط راه‌آهن..... ۱۴۸
شکل ۱—۲ نحوه تعیین پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه شاخص..... ۱۹۱
شکل ۲—۱شکل حالت‌های مختلف قرارگیری لایه‌های تکیه‌گاهی در خطوط بدون بالاست..... ۱۹۹
شکل ۲—۲ طبقه‌بندی انواع خطوط بدون بالاست..... ۲۰۰
شکل ۲—۳خط بدون بالاست بردین ـ گلوون طرح رهدا..... ۲۰۲
شکل ۲—۴ مقطع خط بدون بالاست بردین ـ گلوون طرح رهدا..... ۲۰۲
شکل ۲—۵خط بدون بالاست طرح رهدا سنبرگ..... ۲۰۳
شکل ۲—۶خط بدون بالاست طرح رهدا برلین (انواع توسعه یافته)..... ۲۰۳
شکل ۲—۷ روسازی خط بدون بالاست طرح رهدا ۲۰۰۰..... ۲۰۴
شکل ۲—۸خط بدون بالاست طرح‌هایت کمپ..... ۲۰۵
شکل ۲—۹ مقطع نمونه روسازی خط با دال بتنی زوبلین..... ۲۰۵
شکل ۲—۱۰ سیستم والو..... ۲۰۶
شکل ۲—۱۱ اجرای آرماتور دال بستر سیستم والو..... ۲۰۶
شکل ۲—۱۲ نصب تراورسها در بستر سیستم والو..... ۲۰۶
شکل ۲—۱۳ روسازی بتن آسفالتی در دست ساخت..... ۲۰۷
شکل ۲—۱۴ مقطع عرضی طرح ساتو..... ۲۰۸
شکل ۲—۱۵ تراورس فلزی **Y** شکل..... ۲۰۹
شکل ۲—۱۶ طرح **ATD**..... ۲۰۹
شکل ۲—۱۷ نمونه های طرح **BTD**..... ۲۱۰
شکل ۲—۱۸ نمونه های طرح والتر..... ۲۱۰
شکل ۲—۱۹طرح خط چمنی..... ۲۱۱
شکل ۲—۲۰طرح خط بتنی **HOCHTIEF/SCHRECK-MIEVES/LONGO**..... ۲۱۲
شکل ۲—۲۱نمونه اجرا شده دال خط شینکانس..... ۲۱۳

omoorepeyman.ir

شکل ۲—۲۲دال خط شینکانسن ۲۱۳
شکل ۲—۲۳ سیستم **IPA** ایتالیا ۲۱۴
شکل ۲—۲۴ مقطع طرح ریل مدفون **ERC** ۲۱۶
شکل ۲—۲۵مقطع شیار طرح ریل مدفون **ERC** در خطوط معمولی ۲۱۶
شکل ۲—۲۶ ماشین روسازه سازه لرزشی ۲۱۷
شکل ۲—۲۷طرح اینفوندو ۲۱۷
شکل ۲—۲۸ تصویری از سیستم خط قابی شکل کوکن ۲۱۹
شکل ۲—۲۹تصویری از سیستم خط قابی شکل کوکن ۲۱۹
شکل ۲—۳۰ جزییات ریل قاشقی، نوار دو لایه **CDM** و پر کننده‌های جان ریل ۲۲۰
شکل ۲—۳۱ جزئیات مهار پیوسته ریل فونیکس ۲۲۱
شکل ۲—۳۲نصب پر کننده‌های جان ۲۲۱
شکل ۲—۳۳ قاب خط مونتاژ شده آماده اجرای روسازی آسفالتی ۲۲۱
شکل ۲—۳۴خرابی درز در دال بتنی ۲۳۲
شکل ۲—۳۵ بیرون پریدگی روسازی بتنی ۲۳۲
شکل ۲—۳۶ خرابی ترکخوردگی ریز سطحی/ شن زدگی رویه های بتنی (از راست به چپ: **L**، **M** و **H**) ۲۳۳
شکل ۲—۳۷ خرابی ترکخوردگی انقباضی ۲۳۳
شکل ۲—۳۸ ترک عرضی در سطح تماس تراورس و بتن ۲۳۴
شکل ۱—۱ نمونه پمپ‌های لجن کش نصب شده در ایستگاه‌های مترو ۲۵۲
شکل ۱—۲نمونه دمپر نصب شده قبل و بعد از نصب فنهای داکتی تخلیه هوای مخزن دیواترینگ ۲۵۴
شکل ۱—۳نمونه اگزاست فن‌های نصب شده جهت تهویه مخزن سیستم تخلیه فاضلاب ۲۵۵
شکل۲—۱نمای کندانسینگ یونیت خارجی سیستم **VRF** ۲۷۰
شکل۲—۲دیاگرام فلو شماتیک سیستم ***VRF*** ۲۷۱
شکل ۲—۳ نمونه شماتیک ازمایش فن‌ها ۲۸۰
شکل ۳—۱ نمایی از یک مجموعه بوستر پمپ آتش‌نشانی در ایستگاه‌های مترو ۳۱۲
شکل۱—۱ ارتفاع موثر نصب چراغ ۳۴۱
شکل۱—۲ نمایی از قرار گرفتن تجهیزات قطع و وصل و کنترل ۳۴۵
شکل ۱—۳ خلاصه فناوری های تولید لامپ ۳۷۱
شکل ۲—۱ انواع مقاطع کابل ۴۰۰
شکل ۲—۲راهنمای رنگ عایق رشته های مختلف کابل ۴۰۸

omoorepeyman.ir

شکل ۲—۳..... ۴۱۵
شکل ۲—۴تخلیه قرقره..... ۴۲۰
شکل ۲—۵ آرایش صحیح کابل..... ۴۲۸
شکل ۲—۶ آرایش صحیح کابل..... ۴۲۸
شکل ۲—۷ کابل برای طول مسیر مشترک کمتر از ۳۵ متر..... ۴۳۸
شکل ۲—۸ کابل برای مسیر مشترک بیش از ۳۵ متر..... ۴۳۸
شکل ۲—۹ جدا سازی کابل‌ها..... ۴۳۹
شکل ۳—۱ تابلو برق ایستاده یا سلولی..... ۴۶۷
شکل ۳—۲ تابلو برق دیواری..... ۴۶۸
شکل ۳—۳ کنسول کنترل یا تابلو برق پیانویی..... ۴۶۸
شکل ۳—۴ بخش های مختلف یک تابلو برق فشار ضعیف (نمونه)..... ۴۶۹
شکل ۳—۵ اجزای مختلف یک تابلو برق ایستاده (نمونه)..... ۴۷۰
شکل ۳—۶نمای تابلوی تمام بسته ایستاده قابل فرمان و دسترسی از جلو..... ۴۷۹
شکل ۳—۷ نمای تابلوی ایستاده تمام بسته قابل فرمان و دسترسی از جلو..... ۴۸۰
شکل ۳—۸نمای تابلو ایستاده توزیع برق نوع قابل فرمان از جلو و دسترسی از پشت..... ۴۸۱
شکل ۳—۹ جعبه و اسکلت تابلوی دیواری..... ۴۸۳
شکل ۳—۱۰تابلوی دیواری توکار..... ۴۸۳
شکل ۳—۱۱ تابلوی دیواری روکار..... ۴۸۴

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مقدمه

در این سند گزارشات مربوط به ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری ساختمان و تاسیسات به تفکیک مورد بررسی قرارگرفته است.

سند حاضر در کل شامل ۱۰ فصل می باشد که در ۴ بخش تفکیک شده است، و هر بخش دارای فصل بندی جدا می‌باشد.

۴ بخش شامل موارد ذیل می باشد :

بخش اول: سازه و ابنیه مترو

بخش دوم: روسازی

بخش سوم : تاسیسات مکانیکی

بخش چهارم : تاسیسات الکتریکی

به منظور سهولت در بهره‌برداری از این سند، فصل های مذکور به تفکیک و در بخشهای مجزا شامل تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری ارائه گردیده است.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بخش اول مجموعه ساز و ابنیه مترو

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱ــ فصل اول

ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری تونل و هواکش های میان تونلی، ابنیه ساختمان‌های دپو و محوطه

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱ـ ۱ ـکلیات

هدف: هدف از ارائه این دستورالعمل ارائه چارچوب و برنامه مشخص جهت تحویل، بهره‌برداری و نگهداری ابنیه سازه‌های زیرزمینی مرتبط با مترو (ایستگاه‌ها، تونل و هواکش‌های میان تونلی، ابنیه ساختمان های دپو و محوطه) است.

گستره: دستورالعمل ارائه شده برای سازه‌های زیرزمینی و با نگاه ویژه برای سازه‌های زیرزمینی مترو تدوین گردیده است. سازه‌های مشمول این دستورالعمل عبارت است از:

الف) ابنیه ایستگاه‌های مترو

ب) تونل مترو

ج) هواکش‌های میان تونلی

د) ابنیه ساختمان های دپو و محوطه

۱ـ ۲ ـتعاریف

۱ ـ ۲ـ ۱-بازرس

شخص حقیقی یا حقوقی است که دارای پروانه اشتغال به کار و صلاحیت لازم از وزارت راه و شهرسازی و دارای گرید از سازمان برنامه و بودجه بوده و بر مبنای قرارداد منعقده با مسئول نگهداری سازه، مسئولیت بازرسی از سازه مطابق الزامات این دستورالعمل را دارد. حقیقی یا حقوقی بودن بازرس باید مطابق جدول زیر باشد. بازرس باید نتیجه بازرسی را به صورت کتبی به مسئول نگهداری ساختمان اعلام نماید.

جدول ۱—۱ انتخاب بازرس بر اساس نوع کاربری سازه

گروه	نوع کاربری سازه	بازرس
۱	ساختمان‌های مسکونی چهار طبقه و کمتر و با حداکثر هشت واحد	حداقل یک بازرس حقیقی
۲	ساختمان‌های مسکونی بیش از چهار طبقه یا بیش از هشت واحد	بازرس حقوقی
۳	ساختمان‌های اداری و تجاری چهار طبقه و کمتر و با حداکثر هشت واحد	حداقل یک بازرس حقیقی
۴	ساختمان‌های اداری و تجاری بیش از چهار طبقه یا بیش از هشت واحد	بازرس حقوقی
۵	ساختمان‌های با حیطه عملکردی ناحیه مانند شعبات فرعی بانک‌ها، مراکز آموزشی، درمانگاه‌ها، خوابگاه‌ها و سالن‌های ورزشی ساده	بازرس حقوقی
۶	ساختمانهای با حیطه عملکردی منطقه مانند فروشگاه‌های بزرگ، بیمارستان‌ها، مراکز فرهنگی، ایستگاه‌های فرعی مترو، ساختمان‌های پست، پلیس، آتشنشانی، شعب اصلی بانک‌ها، مهمان‌پذیرها و هتل‌های کوچک	بازرس حقوقی
۷	ساختمان‌های با حیطه عملکردی شهری و فراشهری مانند فرودگاه‌ها، استادیوم‌ها، دانشگاه‌ها، مراکز اصلی مخابرات، مراکز تحقیقاتی، ایستگاه‌های اصلی مترو، بناهای یادبود و هتل‌های بزرگ	بازرس حقوقی

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۲ـ ۲-تناوب دوره بازرسی

حداکثر زمان بین دو بازرسی متوالی است که طی آن باید کلیه موارد موضوع این دستورالعمل توسط بازرس مورد بازدید مجدد قرار گرفته و گزارش آن به مسئول نگهداری سازه ارائه شود.

۱ ـ ۲ـ ۳- تعمیر و نگهداری

مجموع اقدامات لازم در طول عمر مفید سازه جهت بهره‌برداری ایمن با حداکثر کارایی ممکن متناسب با کاربری سازه اطلاق می‌گردد.

۱ ـ ۲ـ ۴-عمر مفید سازه

دوره زمانی است که سازه قابلیت بهره‌برداری مناسب و ایمن خود را حفظ کرده باشد.

۱ـ ۳ ـتحویل سازه

جهت تحویل سازه می بایست از کفایت سازه‌ای و انطباق سازه با طرح معماری اطمینان حاصل شود. این موضوع مستلزم نظارت پیوسته از آغاز روند مطالعات و طراحی تا پایان عملیات اجرایی می‌باشد. فرم زیر نمونه‌ای از چک لیست سازه مترو جهت تحویل ایستگاه می‌باشد.

جدول ۱ـ۲ چک لیست سازه مترو جهت تحویل به بهره‌بردار

شرح	نیاز است	دارد	ندارد	ناقص	توضیحات
مدارک تحویلی					
نامه ابلاغ قرارداد					
آیا کلیه صورتمجالس مربوطه تهیه و ابلاغ شده است؟					
ابلاغیه افزایش مقادیر پیمان و الحاقیه ها					
صورتجلسه طبقه بندی خاک توسط کمیسیون					
صورت جلسه نقاط نقشه برداری تحویلی مصوب					
لیست قسمت هایی که موضوع تحویل می باشد به همراه کروکی کارگاهی مربوط به قسمتی از کار مورد تایید برای تحویل(مشخص کردن موقعیت ها در key plan اصلی)					
صورت جلسه و نقشه تجهیز کارگاه مصوب					

omoorepeyman.ir

شرح	نیاز است	دارد	ندارد	ناقص	توضیحات
کلیه نقشه های چون ساخت، همراه با مشخصات مربوطه و اعمال هرگونه تغییرات ضمن کار به همراه ارائه مختصات جدید اجرا شده مهر و امضاء شده همراه با لوح فشرده					
دستورکارهای مصوب و تائید شده اجرای کار به همراه ارائه لیست آنها					
گزارش طرح اختلاط مصوب					
مدارک و مستندات صورتمجالس ابلاغی					
انجام موفقیت آمیز همه آزمایشهای تعیین شده					
گواهی صلاحیت آزمایشگاه‌ها					
آزمایش‌های میلگرد، مش (کشش، جنس و...)					
آزمایش‌های کالیبراسیون دوربین های نقشه برداری					
آزمایش‌های کالیبراسیون دستگاه های بتن ساز (بچینگ)					
آزمایش‌های سیمان					
آزمایش‌های مصالح سنگی					
آزمایش‌های آب					
آزمایش‌های کشش نیلینگ و راد خودحفار					
آزمایش‌های مقاومت شاتکریت					
آزمایش‌های مقاومت تزریق دوغاب					
آزمایش‌های مقاومت بتن					
آزمایش های جوش برحسب مورد					
آزمایش تراکم خاک جهت خاکریزی‌ها					
آزمایش‌های آسفالت					
صورتجلسه صحت اجرای هر قسمت از کار					
صورتجلسه صحت انجام عملیات اجرایی برابر نقاط مبنا و نشانه					
صورتجلسه صحت انجام عملیات اجرایی حفاری و سازه نگهبان					
صورتجلسه صحت انجام عملیات اجرایی عایق بندی رطوبتی و عدم نشت آب					
صورتجلسه صحت انجام عملیات اجرایی سازه اصلی و لاینینگ و کارهای بتنی					
صورتجلسه صحت انجام عملیات اجرایی کارهای فلزی					
صورتجلسه صحت انجام عملیات اجرایی کارهای بنایی					

omoorepeyman.ir

شرح	نیاز است	دارد	ندارد	ناقص	توضیحات
صورتجلسه صحت انجام عملیات اجرایی و نازک کاری دیوار					
صورتجلسه صحت انجام عملیات اجرایی سقف های کاذب					
صورتجلسه صحت انجام عملیات اجرایی کف سازی					
صورتجلسه صحت انجام عملیات اجرایی ریل گذاری و روسازی					
ارائه گواهی لازم					
گواهی تأیید کیفی متریال های اجرایی اعم از آجر، بلوک، سرامیک، موزاییک، کاشی، چسب، بولت، قطعات فلزی مدفون و.. .					
تهیه لیست نواقص اجرایی ساختمانی					
حصول اطمینان از آمادگی و نبودن اشکال اساسی در کارها یا بخش(بر حسب مورد) برای تحویل					
گزارشات و محاسبات فاز ۲ ابلاغی					

ردیف	شرح	نیاز است	دارد	ندارد	ناقص	توضیحات
۱	مدارک مطالعات فاز ۱ و ۲					
۱-۱	اسناد مطالعات فاز ۱ ابلاغی					
۱-۲	گزارشات محاسبات مطالعات فاز ۲ ابلاغی					
۱-۳	نقشه های اجرایی ابلاغی					
۱-۴	روش های اجرای ابلاغی					

آیتم هایی که وجود آن در سند نیاز نیست در توضیحات دلیل آن مشخص شود.

سرناظر نسبت به اخذ نتایج آزمایشات و گواهی های لازم از QC/QA اقدام کند.

۱ـ ۴ ـبازرسی

با عنایت به اهمیت ساختمان‌های دپو و تونل های مترو لازم است تا ساز و کار مشخصی جهت کنترل آنها پیاده سازی شود تا به صورت مداوم نسبت به صحت عملکرد این ابنیه در دراز مدت اطمینان حاصل شود.

توسعه شبکه حمل ونقل شهری در کلان شهرهای ایران به عنوان مهم ترین چالش شهری در دهه های اخیر مطرح است. افزایش قابل توجه زمان جابجایی، افزایش تصادفات، آلودگی هوا و نزدیک شدن میزان آلودگی هوا به مرزهای تهدید سلامت انسانی، از تبعات سیستم حمل و نقل ناپایدار در مناطق شهری است. در این میان مترو به عنوان یکی از مهم ترین زیرساخت‌های شهری موثر در ایجاد یک سیستم حمل و نقل پایدار به شمار می‌رود. اهمیت این سازه ها بدین جهت است که از یک طرف نقش حیاتی در روان سازی ترافیک و ایمنی سیر داشته و از طرف دیگر به منظور تداوم سرویس دهی آنها،

omoorepeyman.ir

حفظ پایداری سازه های مرتبط نیز موضوعی نیازمند توجه می‌باشد. از منظر حفظ پایداری نیز سیستم سازه‌ای مترو به عنوان یک سازه با رفتاری پیچیده به حساب آمده و عملکرد سازه‌ای آن دارای عدم قطعیت‌های بسیاری در مقایسه با سایر زیرساخت‌های شهری از جمله پل‌ها و ساختمان‌ها می‌باشد. اهمیت چنین سازه‌ای، مدیران شهری را بر آن می دارد تا ساز و کار مشخصی جهت کنترل آنها پیاده سازی شود تا به صورت مداوم نسبت به صحت عملکرد این ابنیه در دراز مدت اطمینان حاصل شود.

تجربه جهانی در سه دهه گذشته نشان می‌دهد که مدیریت تعمیر و نگهداری که بواسطه آن استفاده از منابع و امکانات طی یک برنامه مدون و علمی بهینه شود، نه تنها می‌تواند کیفیت سیستم مترو را به لحاظ بهره‌برداری ارتقا دهد بلکه هزینه های مصرف شده در این بخش را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد داد. افزایش ظرفیت، افزایش عمر و کاهش عدم بهره‌برداری از یک سو و از سوی دیگر ایمنی سیر و حرکت قطارها عبوری در گرو یک روش نگهداری صحیح می‌باشد. بنابراین روش منطقی نگهداری بایستی با در نظر گرفتن کلیه ابعاد اقتصادی و فنی مسئله صورت گیرد و مدیریت صحیح نگهداری سازه‌ها بدون اطلاع و شناخت عوامل و پارامترهای مؤثر در خرابی آن، روشهای کنترل کیفی و در نهایت انتخاب روشهای نگهداری درست، میسر نیست. تجارب و علوم جدید در زمینه نگهداری سازه ها نمایانگر ضرورت ساخت و پیاده سازی سامانه ای می‌باشد که بتواند نیازهای فوق را برآورده سازد.

به منظور حفظ شرایط مطلوب سازه و دستیابی به اهداف پیش‌بینی شده در زمان بهره‌برداری از آن، به کارگیری یک برنامه نگهداری صحیح و مؤثر امری اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد. بازرسی اولین و یکی از مهمترین بخش های فرآیند نگهداری سازه ها می باشد. به طورکلی عواملی همچون ایمنی، قابلیت بهره برداری، طول عمر و هزینه ها مهمترین فاکتورهای مؤثر در تعریف اهداف و تعیین سیاست‌های بازرسی سازه‌ها می‌باشند. می‌توان گفت که هدف از بازرسی سازه، در وهله اول ارزیابی وضعیت سازه‌ای و شرایط فیزیکی سازه با تعیین موقعیت خرابی ها و سپس اولویت بندی معایب و تعمیرات می‌باشد.

عملیات بازرسی بنا به دلایل زیر می‌بایست با یک روش مشخص و بر اساس یک مبنای واحد، فواصل زمانی تعیین شده انجام شود:

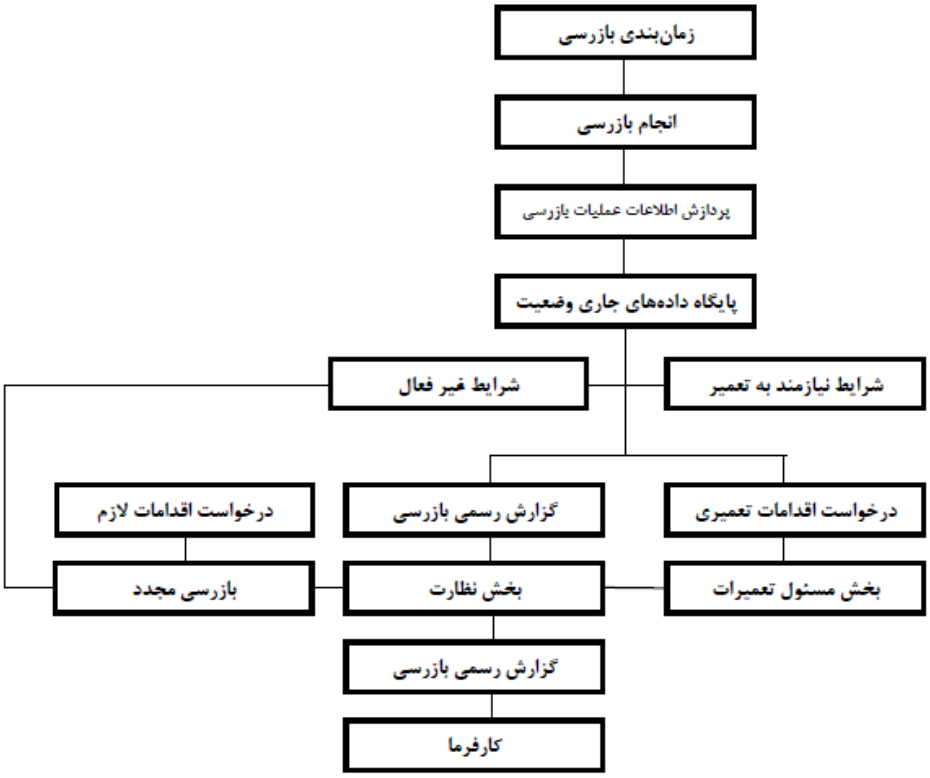
۱. تشخیص معایب قبل از اینکه منجر به انجام تعمیرات زیاد و هزینه‌بر شوند.
۲. شناسایی شرایطی که منجر به عملکرد نادرست می‌شوند.
۳. شناسایی خطراتی که ایمنی را تحت تأثیر قرارداده و یک تهدید جدی برای عملکرد پیوسته سازه می‌باشند.
۴. ایجاد یک مبنا و مرجع مناسب جهت برآورد هزینه ها و انجام اقدامات مورد نیاز در بازرسی های بعدی.

۱ ـ ۴ـ ۱-اصول بازرسی

علاوه بر آنکه بازرسی مشخص کننده خرابی ها با توجه به وضعیت سازها می‌باشد، می تواند معایبی را که در نتیجه فرآیند طراحی و یا ساخت یک سازه به وجود آمده، مشخص نماید. این معایب ممکن است به خاطر فقدان یا کمبود هزینه

omoorepeyman.ir

لازم به وجود آمده باشند. لذا می‌بایست موقعیت کلیه معایب شناسایی شود و همچنین باید دانست که این معایب چه مشکلاتی ایجاد می‌کنند. پس از اولویت‌بندی معایب، نگهداری‌های مورد نیاز اعم از نگهداری جاری و یا نگهداری اضطراری سازه قابل تعیین خواهد بود. به منظور دستیابی به مدیریت بهینه تعمیرات تعیین شده می‌بایست فرآیند ذخیره و بازیابی اطلاعات، برآورد مالی، آموزش پرسنل و بازرسی‌های بعدی همگی با روشی کامل و اصولی انجام پذیرند. به عبارت دیگر با داشتن یک سیستم مدیریت مدون، به سهولت می‌توان به راهکارهای مؤثر و ساماندهی شده جهت بازرسی و نگهداری سازه‌ها دسترسی پیدا نمود. در شکل زیر نمودار یک سیستم بازرسی به طور شماتیک نشان داده شده است.



شکل ۱-۱ نمودار فرآیند بازرسی سازه

عوامل مؤثر در تعیین نوع عملکرد و اقدامات بازرسی سازه به شرح ذیل می‌باشد:

الف- طراحی سازه

ب- کیفیت ساخت و اجرای سازه

ج- بودجه بازرسی

د- امکانات سیستم بازرسی

در ادامه این اقدامات تشریح می‌شوند.

الف- طراحی سازه

عدم آگاهی نسبت به چگونگی طراحی سازه مورد بازرسی، می‌تواند بر روی بازرسی های آتی اثر منفی داشته باشد. به عنوان مثال ممکن است یک سری معایب در سازه به دلیل طراحی نامناسب و غیراصولی شکل گرفته باشند. با علم بر این

omoorepeyman.ir

موضوع می‌توان نوع اقدامات مقتضی در بازرسی‌های بعدی را مشخص نمود و بالعکس، در صورت عدم آگاهی یا درک غلط، ممکن است بازرسی‌های بعدی دچار انحراف و سردرگمی شوند. البته دانستن روش‌های طراحی به تنهایی در ایجاد یک دید کلی از شرایط سازه و تشخیص روند شکل گیری و ایجاد معایب آتی سازه که در زمان طراحی قابل پیشگیری بوده‌اند، مؤثر است. بنابراین جهت بررسی و ارزیابی دقیق معایب می‌بایست اطلاعات اجرایی سازه نیز در دسترس باشد. طراحی سازه های مترو باید به گونه ای انجام شود که قابلیت تغییر و تجدید نظر را دارا باشد تا بتوان با توجه به شرایط، پارامترهایی همچون قابلیت نگهداری، ظرفیت بهره‌برداری و طول عمر سازه را در آن تأثیر داد.

ب- کیفیت ساخت و اجرای سازه

کیفیت ساخت و اجرای سازه به میزان قابل توجهی شیوه‌های بازرسی آتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در حقیقت مصالح ساخت سازه تعیین کننده‌های اصلی نوع و تناوب بازرسی های بعدی می‌باشند. به عنوان مثال سازه ای با قاب فلزی بدون پوشش، نسبت به یک سازه زیرزمینی بتنی با پوشش بتن مسلح، دوره های بازرسی بیشتری نیاز دارد، زیرا که آرماتورها در بتن کمتر نمایان بوده و بنابراین نسبت به یک پوشش فلزی حفاظت نشده، پتانسیل کمتری برای الکترولیز و خوردگی دارند.

پ- بودجه بازرسی

باید اذعان داشت که بودجه بازرسی نقش بسزایی در عملکرد بازرسی‌ها دارد، زیرا که بدون هزینه کافی، با هیچ کدام از روشهای بازرسی، هر چند که بسیار خوب هم انجام شود، نمی‌توان به طور کامل و مؤثر به تعیین و تشخیص موقعیت و طبقه بندی معایب سازه پرداخت و یا از وقفه‌های محتمل در عملکرد سیستم جلوگیری نمود. به عبارتی فقدان بودجه بازرسی منجر به جلوگیری از تعیین نوع و زمان انجام بازرسی می‌شود. به همین منظور بایستی منابع مالی لازم در جهت پاسخ به این نیاز، مشخص شده و بکار گرفته شوند.

ت- امکانات سیستم بازرسی

در واقع امکانات سیستم بازرسی شامل مجموعه داشته‌ها یا کاستی‌هایی است که هر کدام به نحوی در عملکرد بازرسی تأثیرگذار هستند و می‌تواند شامل موارد ذیل باشد:

- تجربه پرسنل
- صلاحیت و مهارت پرسنل
- دوره‌های آموزشی
- امکانات پشتیبانی پرسنل مانند فعالیت‌های آزمایشگاهی
- سیستم تشخیص معایب
- سیستم اولویت‌بندی معایب
- سیستم مستندسازی و بایگانی

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۴ـ ۲-انواع بازرسی و جدول زمان بندی انجام بازرسی ها

پیش از بیان انواع بازرسی‌ها و نیز ارائه زمانبندی برای انجام عملیات بازرسی لازم است تا ارتباط میان فعالیت‌های تعمیر و نگهداری و بازرسی سازه مشخص شود. به این منظور این بخش به معرفی اجمالی فعالیتهای نگهداری سازه‌ها می‌پردازد.

۱ـ ۴ ـ ۲ـ ۱ـانواع فعالیت‌های تعمیر و نگهداری

عموماً عبارت "نگهداری" به اقدامات جاری اطلاق می‌شود که برای اطمینان از عملکرد ایمن و مورد انتظار سازه انجام می‌شود. در واقع این کار شامل بازرسی، نگهداری، تعمیر و نوسازی بخشهای مختلف سازه می‌باشد. بنابراین به صورت جامعتر، عبارت تعمیر و نگهداری می‌تواند به عنوان یک فرآیند چند جزئی که منجر به برآورده شدن تمام شرایط لازم برای کاربرد ایمن سازه‌های موجود در طی دوره بهره‌برداری از آنها می‌شود، در نظر گرفته شود.

به طور کلی فعالیت‌های تعمیر و نگهداری شامل موارد ذیل می شوند:

۱- بازرسی: تعیین و ارزیابی شرایط واقعی سازه

۲- نگهداری: حفظ شرایط اسمی سازه

۳- تعمیر: بازگرداندن سازه به شرایط اسمی

جهت انجام به موقع و مؤثر فعالیتهای تعمیر و نگهداری، لازم است استراتژی مشخصی تعیین و برنامه ریزی برای انجام این فعالیتها در چارچوب آن انجام گیرد. به طور کلی برنامه های تعمیر و نگهداری را می توان به ۲ گروه تقسیم کرد:

تعمیر و نگهداری پیشگیرانه

تعمیر و نگهداری ضروری

فعالیتهای پیشگیرانه برای حفظ شرایط سازه و اجزای آن در حالت فعلی و ممانعت از ایجاد ناکارآیی سازه‌ای انجام می‌شود، این فعالیتها به ۲ گروه زیر تقسیم می‌شوند:

الف- فعالیتهای برنامه‌ریزی شده: به فعالیتهایی نظیر شستشوی پوشش سازه نظیر تونل اطلاق می‌شود که در فواصل زمانی مشخص انجام می‌شوند.

ب- فعالیتهای واکنشی: فعالیت‌هایی نظیر برداشتن کاشی‌های افتاده یا بازکردن آبروها که در صورت نیاز و بر اساس شناسایی انجام شده در فرآیند بازرسی انجام می‌گیرند. بدون انجام "تعمیر و نگهداری ضروری"، سازه مورد نظر ناامن خواهد بود و لذا در صورتی که به دلیلی این فعالیت‌ها انجام نگیرد، نیاز به انجام اقداماتی نظیر محدود کردن ظرفیت بهره‌برداری خواهد بود تا ایمنی سیستم تأمین شود.

omoorepeyman.ir

۱ـ ۴ ـ ۲ـ ۲ـانواع بازرسی

فواصل زمانی بازرسی‌ها بایستی با توجه به شرایط کاربری و محیطی تونل، سازه و ابنیه، سن تونل و سازه و نیز عمر مفید تجهیزات مکانیکی و الکتریکی آن تعیین گردند. به عنوان مثال برای تونل‌های قدیمی‌تر زمان بازرسی‌ها باید کاهش یابد. به عنوان نمونه انواع بازرسی‌ها و تناوب انجام آنها برای تونل‌های راه و راه آهن در ذیل ارائه شده است.

الف) بازرسی‌های پذیرش

انجام این بازرسی‌ها در زمان تحویل تونل و سازه‌های جدید، نوساز یا تازه تعمیر از پیمانکار ساخت یا تعمیر و نگهداری تونل‌ها ضروری است. با توجه به کمبود اطلاعات اولیه از تونل های موجود راه و راه-آهن ایران و جهت تکمیل و تدقیق اطلاعات موجود انجام این نوع بازرسی‌ها اولین گام در فرآیند تعمیر و نگهداری تونل‌ها می‌باشد.

هدف از انجام این نوع بازرسی‌ها، آشکار کردن هر گونه نقص، خرابی یا خساراتی است که در حین مرحله ساخت و اجرای تونل و سازه و یا پس از انجام عملیات تعمیر و نگهداری سنگین، ایجاد شده است. این بازرسی‌ها مبنایی برای تحویل گرفتن یا نگرفتن تونل و سازه و کنترل قابل قبول بودن کارهای انجام شده در زمان ساخت یا تعمیرات می‌باشد. در بازرسی پذیرش باید تمام قسمتهای سازه، کنترل چشمی شده و در صورت لزوم اقدامات تکمیلی و بررسی اجزای تونل نیز انجام گیرد.

ب) بازرسی های دوره ای

اساس این بازرسی ها بر مشاهده استوار است و شامل بازرسی چشمی دقیق از تمامی بخشهای نمایان و قابل مشاهده آن می‌باشد. بدین ترتیب کلیه عیوب ظاهری و مشخص قسمتهایی نظیر پوشش ظاهری تونل، سقف، کف، دیواره‌ها، روشنایی، تهویه، علائم و تابلوهای ایمنی مورد بررسی قرار می‌گیرند. فاصله زمانی بین این بازرسی‌ها به شرح زیر است:

برای بخشهای سازه‌ای تونل و ابنیه در فواصل زمانی حداکثر ۲ ساله

برای تجهیزات مکانیکی و الکتریکی در فواصل زمانی حداکثر ۱ ساله

ج) بازرسی‌های تناوبی

این بازرسی‌ها بر اساس سنجش و اندازه‌گیری دقیق انجام می‌شود و شامل معاینه نزدیک و تفصیلی کلیه اجزا و قسمتهای مختلف تونل از جمله تجهیزات اطفاء حریق، وسایل ارتباطی، سیم‌کشی‌ها و مدارهای الکتریکی، فن‌ها و موتورهای تهویه، پمپ‌های تخلیه و زهکشی می‌باشد. تمامی مناطق پوشیده، محصور و یا غیرقابل دسترس مانند بخشهای مرتفع تونل، محفظه‌های تهویه، مجاری زهکشی و کانالهای تأسیساتی، نیز بایستی مورد معاینه قرار گیرند. جهت ایجاد دسترسی ممکن است نیاز به برداشتن موضعی قسمتهایی از پوشش یا پرداخت نهایی تونل باشد. میتوان از آزمایش‌های غیرمخرب مانند التراسونیک و دمانگاری و یا روشهای مخرب نظیر گمانه زنی و مغزه‌گیری استفاده نمود. فاصله زمانی بین این بازرسی‌ها به شرح زیراست:

- بین ۱ تا ۶ سال برای بخشهای سازه‌ای تونل و ابنیه

omoorepeyman.ir

- بین ۱ تا ۳ سال برای تجهیزات مکانیکی و الکتریکی

اولین بازرسی تناوبی بر روی سازه همان بازرسی پذیرش است. نتیجه کار بازرسی تناوبی، تهیه گزارش تفصیلی و کاملی از وضعیت ابنیه و شناسایی هر گونه نقص یا عیبی در سازه‌ها می‌باشد.

د) بازدیدهای جاری (بازرسی‌های سطحی)

شامل بازدیدهای عمومی روزانه، هفتگی و ماهیانه است که توسط پرسنل نگهداری مربوطه انجام می‌شود. این نوع بازرسی به صورت چشمی و به منظور شناسایی نواقص و خرابیهای مشهود بخشهای قابل دسترسی تونل و شناسایی خطرات بالقوه انجام می‌گیرد.

ه) بازرسی‌های ویژه

این بازرسیها معمولاً در چند حالت زیر انجام می‌شوند:

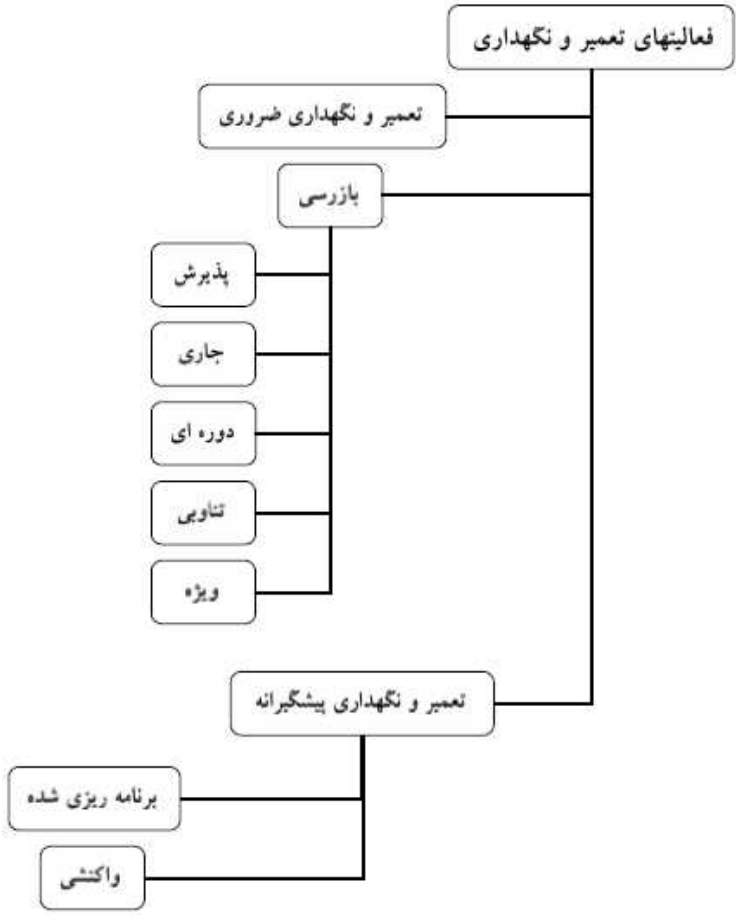
- جهت بررسی یک مشکل خاص در تونل، سازه و یا تونلهای مشابه.
- بعد از وقوع حوادثی نظیر تصادفات جاده ای، سیل، زلزله، آتش‌سوزی در مجاورت یا داخل تونل به منظور تعیین خسارتهای احتمالی وارده به تونل و سازه و تجهیزات آن.

هدف از انجام این نوع بازرسی‌ها، فراهم کردن اطلاعات دقیقی در مورد علت و گستره هر گونه خرابی و یا آسیبی است که بر اثر وقوع سوانح یا حوادث طبیعی ایجاد شده یا در حین بازرسی‌های قبلی شناسایی شده و یا در تونلهایی با شرایط سازه‌ای یا محیطی مشابه مشاهده شده است. عموماً بازرسی‌های ویژه روی بخش‌های خسارت دیده و یا در معرض خرابی تونل انجام می‌شود. در حین بازرسی، باید خرابیها و نواقص مشاهده شده تشریح شود و آثار هر نوع خرابی یا نقص بر روی هر بخش از تونل و نیز بر روی ایمنی کل تونل ارزیابی شود. جهت تعیین درجه خرابی و عواقب آن و ارائه توصیه‌هایی برای تعمیر نواحی معیوب باید از نتایج بررسیهای انجام شده روی بخشهای مختلف سازه و اندازه‌گیری‌ها و آزمایشات میدانی استفاده نمود.

آزمایشات و بررسی‌های لازم باید توسط افراد متخصص و با بکارگیری ابزار و تجهیزات لازم انجام شود. در ادامه مهمترین فعالیتهای تعمیر و نگهداری در قالب دیاگرامی در شکل زیر ارائه و در شکل بعد نیز ارتباط بین فعالیتهای مختلف در فرآیند تعمیر و نگهداری ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۴ـ ۳-فرآیند بازرسی



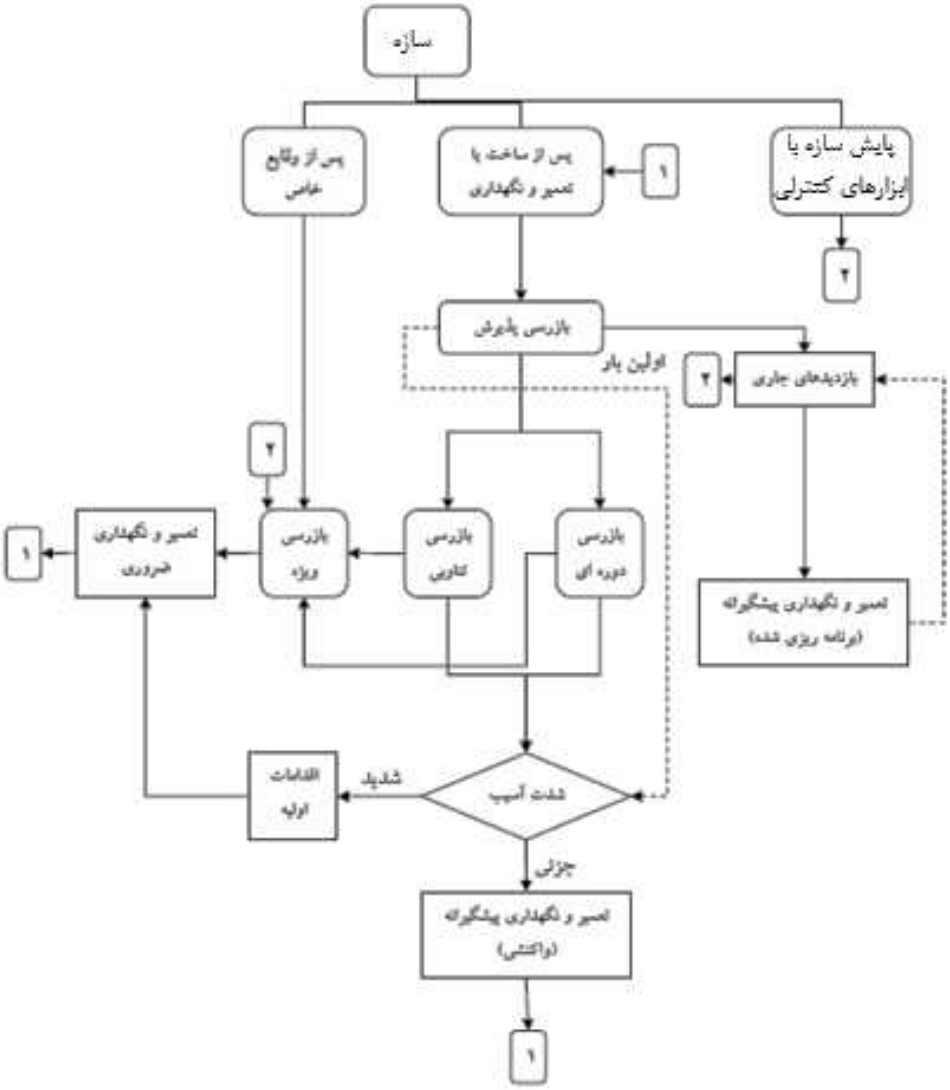
شکل ۲ـ۲ ارتباط بین فعالیت های مختلف در فرآیند تعمیر و نگهداری سازه

۱ـ ۴ ـ ۳ـ ۱ـبازرسی اجزای سازه

یکی از مهمترین اقدامات در فرایند بازرسی سازه، تعیین اجزایی است که نیاز به بازرسی دارند در این قسمت بخشی از اجزاء سازه که نیاز به بازرسی دارند، معرفی می‌شوند. بازرسی اجزای سازه ای می تواند شامل ارزیابی وضعیت موارد ذیل باشد:

- دیوارهای ماسونری و سازه ای
- سقف
- کف
- فونداسیون

omoorepeyman.ir



شکل ۳ـ۱ فعالیت های اصلی در تعمیر و نگهداری

- کانالها و مجاری زهکشی
- درزهای انبساط
- جان‌پناه ها و نرده ها
- راه پله ها
- درزگیرها و بندکشی‌ها
- ادوات و اتصالات اجزای الحاقی به سازه
- پیاده روها در تونل
- دهانه های تونل
- پوشش تونل
- سازه های فلزی الحاقی به سازه اصلی

omoorepeyman.ir

- مخازن

۱ ـ ۴ـ ۴-روش‌های مختلف بازرسی

عوامل مختلفی وضعیت صحت و ایمنی سازه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برخی تونل‌ها و سازه‌ها به علت عمر زیاد، فرسایش و یا روشهای نادرست ساخت درمعرض معایب سازه‌ای عمده‌ای قرارمی‌گیرند. نمونه معایبی که در اغلب تونلها قابل مشاهده می‌باشند، به شرح زیر است:

- بتن لانه زنبوری یا بتنی با کیفیت ضعیف
- ترک و شکاف
- درزهای بین بتن ریزی‌های متوالی
- میلگردهای نمایان، بی‌حفاظ و گاهی زنگ زده
- تراوش آب از درزها یا اتصالات
- زهکشهای مسدود یا معیوب

لزوماً شرایط جغرافیایی موجب ایجاد این معایب نمی‌شوند، زیرا کیفیت مواد بکار رفته و روش ساخت تونل نیز در شکل‌گیری خرابی ها مؤثر می باشند. به منظور شناسایی معایب موجود در تونل و تعیین شدت آنها می‌بایست از شیوه های مناسب و مؤثر استفاده شود. امروزه روشهای زیادی جهت نیل به این هدف مورد استفاده قرار می‌گیرد که به طور کلی می‌توان آنها را به ۲ دسته زیر تقسیم کرد:

۱. روش‌های مخرب
۲. روش‌های غیر مخرب

در ادامه به بررسی هر کدام از این روشها پرداخته می‌شود، با این توضیح که انتخاب و بکارگیری هر روش در بازرسی تونل به عوامل زیر بستگی دارد:

- هدف از انجام بازرسی.
- میزان دسترسی به امکانات.
- تعداد افراد متخصص موجود.
- توانایی مالی سازمانی که مسئول امر بازرسی است.

omoorepeyman.ir

۱ـ ۴ ـ ۴ـ ۱ـروش های مخرب

وجود فضای خالی در قسمت فوقانی پوشش بتنی سازه‌های زیرزمینی یکی از شایعترین مشکلاتی است که به علت بتن‌ریزی نادرست و غیر مؤثر به وجود می‌آید. به عنوان مثال طاق تونل ممکن است به طورکامل پر نشده باشد و فضاهای خالی قابل توجهی به عمق ۲۰ تا ۵۰ سانتیمتر بین سطح سنگ (یا خاک) و رویه بتنی باقی بماند. تکنیک گمانه زنی و مغزه‌گیری یکی از روشهای مخرب است که به وسیله آن می توان وضعیت اتصال بین پوشش تونل و سنگ پشت آن، ساختار سنگ و میزان مقاومت پوشش را تعیین نمود. در این روش حفره هایی به صورت شعاعی در هر قسمت که محتمل به وجود فضای خالی بوده و یا دارای نشانه‌ای از ترک یا کشش باشد، ایجاد شده و نمونه گیری انجام می‌شود و بدین ترتیب امکان انجام آزمایش در محل و یا در آزمایشگاه فراهم می آید. در شکل ۱ـــ۴) نحوه گمانه‌زنی و نمونه‌گیری از دیواره تونل نشان داده شده است.

شکل ۱ـ۴ انجام مغزه گیری از دیوار تونل

معمولاً مغزه‌گیری در بتن از سازه‌های درجا و جهت تعیین خواصی چون چگالی، مقاومت کششی، مقاومت فشاری، کربوناسیون و نفوذپذیری انجام می‌گیرد. قطر مغزه باید تا حد امکان بزرگ انتخاب شود تا از عدم اعمال تاثیر معکوس بر روی مصالح دانه ای و به تبع آن بر نتایج حاصل از آزمایش اطمینان حاصل شود لذا استفاده از مغزه های به قطر ۱۵۰ میلیمتر معمول می‌باشد. البته استفاده از مغزه هایی به قطر ۱۰۰ میلیمتر نیز در عمل متداول است. نسبت قطر به طول (L/D) معمولاً در حدود ۲ تا ۲/۵ انتخاب می‌شود. مته مغزه‌گیری الماسه با سیستم خنک‌کنندگی آب بوده و بر روی پایه مخصوص قرار داده می‌شود. البته امکان پیچ نمودن مته به سطح مورد بررسی نیز وجود دارد. تنظیمات کلی آزمایش درشکل زیر نمایش داده شده است. در صورتی که نفوذپذیری بتن پوشش تعیین نشده باشد، پس از انجام عمل مغزه‌گیری و خارج نمودن نمونه، وجود سوراخ با استفاده از اره چرخان الماسه پرداخته و مسطح می‌شود. در استفاده از این روش همواره باید توجه داشت که مغزه‌گیری به میلگردهای مسلح کننده برخورد نکند. در برخی موارد که اعمال چنین آسیب

omoorepeyman.ir

هایی به تونل غیر قابل اجتناب می‌باشد، باید در خصوص میزان کاهش مقاومت سازه ای تونل و تاثیر آن بر عملکرد تونل اعمال نظر و قضاوت کارشناسی نمود.

شکل ۵ـ تنظیمات کلی آزمایش مغزه‌گیری از بتن

با استفاده از نمونه های بتنی گرفته شده از پوشش تونل امکان انجام بررسی های زیر به وجود می آید:

- آزمایش مقاومت فشاری بتن
- بررسی طرح اختلاط از نظر وزنی و حجمی
- بررسی مواردی همچون کربناسیون، تخلخل، واکنشهای قلیایی سنگدانه‌ها و درصد کلر
- آزمایش تراکم در محل بر روی حفره‌های ایجاد شده

یکی از محدودیتهای روشهای مخرب، زمانبر بودن آنها می‌باشد. به عنوان مثال در روش گمانه‌زنی، چیزی حدود ۳۰ تا ۴۰ دقیقه برای انجام نمونه گیری از یک بخش وقت صرف می‌شود. به علاوه در برخی موارد به دلیل عدم مناسب بودن نمونه ها، بایستی گمانه‌زنی مجدداً تکرار شود.

۱ـ ۴ ـ ۴ـ ۲ـروش‌های غیرمخرب

لازمه دستیابی به یک نگهداری خوب و قابل قبول و همچنین تعیین روشهای تعمیر، دسترسی به اطلاعات بیشتر از وضعیت سازه می باشد. در پاسخ به این نیاز تکنیک های غیرمخرب جهت تعیین ساختار زیرسطحی و شرایط سازه گسترش

omoorepeyman.ir

پیدا کرده اند. بازرسی غیرمخرب از لحاظ لغوی به معنی ایجاد امکان بازرسی بدون خرابکردن سازه مورد آزمایش می‌باشد. به طور کلی روشهای غیرمخرب دارای مزایای زیر می‌باشند:

- جمع آوری سریع اطلاعات
- ارزیابی دقیق بر اساس تحلیل کمی اطلاعات
- عدم وارد آمدن خسارت به سازه
- حداقل اختلال در عملکرد سیستم
- افزایش بازدهی بازرسی

با استفاده از بررسیهای غیرمخرب در سازه های بتنی می توان ضخامت و ساختار شاتکریت و بتنهای درجا یا پیش ساخته را تعیین نمود. همچنین در سازه‌هایی که دارای پوشش فلزی می‌باشند، می‌توان ضخامت پوشش فلزی و همچنین خوردگی و سایر معایب را مشخص نمود. امروزه تکنیک‌ها و روشهای غیرمخرب گوناگونی جهت بازرسی مورد استفاده قرار می‌گیرند که در ادامه به شرح چند نمونه از آنها پرداخته می‌شود. در ادامه تعدادی از مهمترین روشهای ارزیابی غیرمخرب مورد استفاده در سازه های زیرزمینی معرفی می‌گردند.

الف) بازرسی چشمی

بازرسی چشمی را شاید بتوان مهمترین تکنیک از میان روشهای مختلف بارزسیهای غیرمخرب دانست. بازرسی چشمی یک دید اولیه نسبت به وضعیت آسیب در سازه یا سیستم ارائه میدهد و کمک زیادی به تعیین یک روش بازرسی مکمل فراهم می‌کند از اهمیت زیادی برخوردار است. بازرسی چشمی می‌تواند اطلاعاتی راجع به سازه از قبیل روش ساخت، وضعیت آب و هوایی، حملات شیمیایی، آسیبهای مکانیکی، زوال فیزیکی سازه، استفاده نامناسب از سازه، و برخی خطاهای دیگر کسب کرد. با استفاده از بازرسی چشمی تغییرات سازه ای و معایب سطحی مانند ترک خوردگی قابل مشاهده می‌باشند.

omoorepeyman.ir

شکل ۶– بازرسی چشمی و تکمیل فرم های برداشت

یکی از مشکلات این روش این است که در برخی موارد بازرسی چشمی از یک موقعیت دوردست مشکل است و بنابراین استفاده از داربست یا ماشین بالابر در جاهای مرتفع ضروری می‌باشد که بالطبع موجب اتلاف وقت می‌شود. مشکل دیگر این است که بازرسی بایستی در یک بازه زمانی محدود، با توجه به تردد وسایل نقلیه، انجام شود. به علاوه بخش های غیرقابل مشاهده در سازه مانند سطح پشتی پوشش با این روش قابل بررسی نمی باشند.

شکل ۷– بازرسی پوشش تونل با استفاده از بالابر

omoorepeyman.ir

مهندسی که برای بازرسی چشمی اقدام می‌کند، باید با برخی از ابزارآلات مخصوص بازرسی چشمی تجهیز شود. برخی از این ابزارها عبارت اند از: خطکش یا نوار اندازه‌گیری، مارکر، دماسنج، بادسنج. برخی ابزارآلات برای مشاهدات دقیقتر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد؛ دوربین دوچشمی، تلسکوپ، بورسکوپ، اندوسکوپ از جمله این تجهیزات هستند. برای پایش نقاطی که دسترسی به آنها سخت است، می‌توان از فیبرهای نوری که گرانتر هستند، استفاده کرد. میکروسکوپ اندازه ترک یا گیج اندازه‌گیر طول ترک نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، با این وجود استفاده از ذره‌بین یا میکروسکوپ قابل حمل دستی در این مورد می‌تواند بکار گرفته شود. یک دوربین قدرتمند با قابلیت زوم کافی و میکرولنز و سایر تجهیزات جانبی مانند فیلتر پلاریزه شده می‌تواند روند مستندسازی تصویری و یا شناسایی تغییر رنگ بتن را تسهیل کند. علاوه بر اینها، مجموعه کاملی از نقشه های مرتبط که نمای کلی طرح، ارتفاع و جزئیات سازه ها را نشان میدهد نیز مورد نیاز است.

شکل ۸ـ استفاده از دوربین برای بازرسی چشمی

باید توجه شود که تمامی مشاهدات باید به دقت ثبت شوند و بر روی نقشه نقاط و مشخصه‌های حساس باید علامتگذاری شوند. برخی آسیب‌هایی که نتایج مشاهدات نیاز به ثبت دارند عموما شامل موارد زیر می‌شود.

omoorepeyman.ir

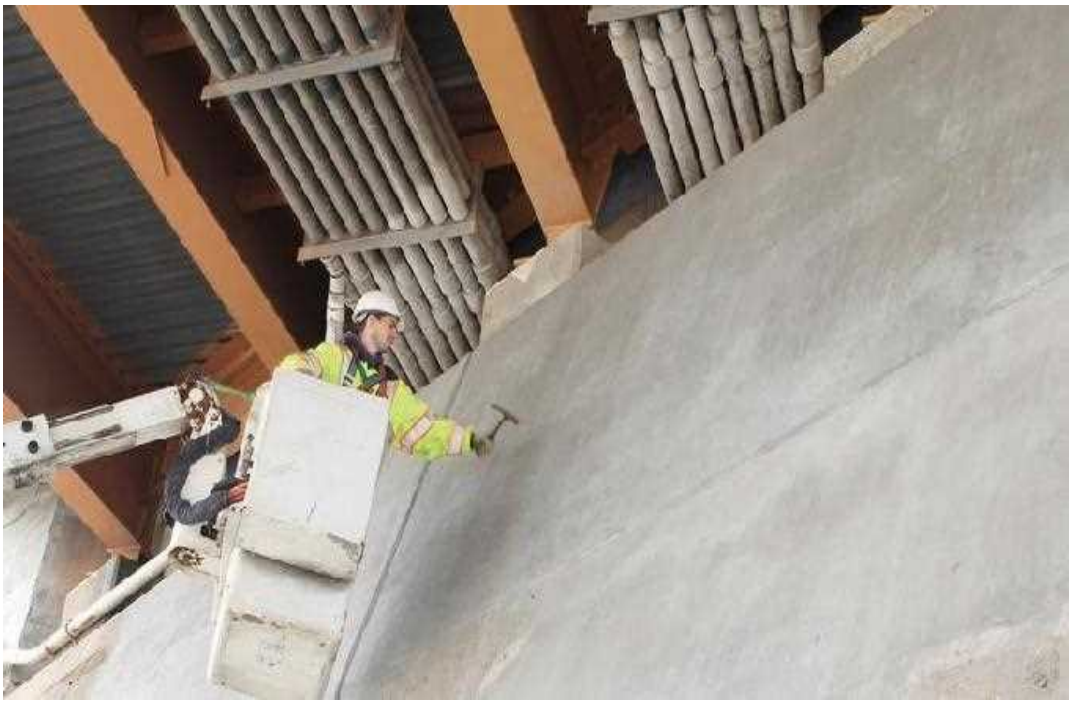
- ترک‌خوردگی، که انواع مختلفی دارد و به شدت به مکانیزم ایجادکننده آن وابسته است.
- پوسته پوسته شدگی و حفره شدگی.
- آلودگی های سطحی.
- حرکتهای جزئی و جابه‌جایی‌ها.
- رشد خزه‌ها و جلبک‌ها.
- خلل و فرج سطحی.

ب) چکش زنی

این بازرسی بر روی تمام سطوح نمایان اجزای سازه و تونل انجام می‌شود. با انجام چکش‌زنی می‌توان خرابیهای پنهان مانند پوسته‌شدگیهای سطحی را مشخص نمود. در این روش یک بالابر هیدرولیکی به صورت یک پل در عرض تونل قرار می‌گیرد و ۲ یا ۳ تکنیسین که روی بالابر هستند، توسط چکش به سطح ضربه میزنند تا بتوانند به صورت شنیداری مناطقی را که بتن معیوب می‌باشد، تشخیص دهند. در شکل ۱—۹) چگونگی انجام این نوع بازرسی نشان داده شده است. در اثر برخورد چکش با سطح قسمت سازه‌ای، صدایی تولید می‌شود که می‌تواند نشانه‌ای از وجود یک خرابی پنهان باشد. به عنوان مثال صدای زنگدار در اجزای فلزی یا صدای بم قوی در اجزای بتنی، نشان دهنده مصالح خوب در زیر سطح مورد بررسی می‌باشد. برعکس یک صدای پوکی نشان‌دهنده خرابی زیرسطحی می‌باشد. چنین صدایی در بتن دلالت بر وجود تورق یا سستی آن دارد. صدای پوکی در چوب نیز ممکن است ناشی از پوسیدگی گسترده باشد. هنگامی که خرابی شناسایی شد، اطراف سطح خرابی می‌بایست علامتگذاری شود تا وسعت منطقه آسیب دیده مشخص گردد. در چنین مواردی یک تخریب جزئی به منظور تعیین ضخامت و عمق منطقه معیوب انجام می‌شود.

این روش برای سطوح بتنی و چوبی به کار میرود، البته ممکن است برای فولاد به ویژه در قسمتهایی که خوردگی واضح است، قابل استفاده باشد. محدودیت عمده این روش میزان عمق دسترسی آن است زیرا که حداکثرعمق بین ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر از پوشش را می‌توان مورد بازرسی قرار داد و جهت تهیه اطلاعات در عمق بیشتر ممکن است نیاز به استفاده از روشهای مخرب باشد. یکی از مشکلات این روش این است که میزان صحت و دقت و بازدهی بازرسی انجام شده تا حد زیادی به تجربه و نیروی انسانی وابسته است. از سوی دیگر به منظور معاینه قسمت های فوقانی تونل، بازرس باید در یک وضعیت بدنی رو به بالا قرار بگیرد که موجب می شود تا در حین چکش‌زنی، نیروی فیزیکی زیادی به وی وارد شود و در نتیجه بازدهی بازرسی کاهش می‌یابد.

omoorepeyman.ir

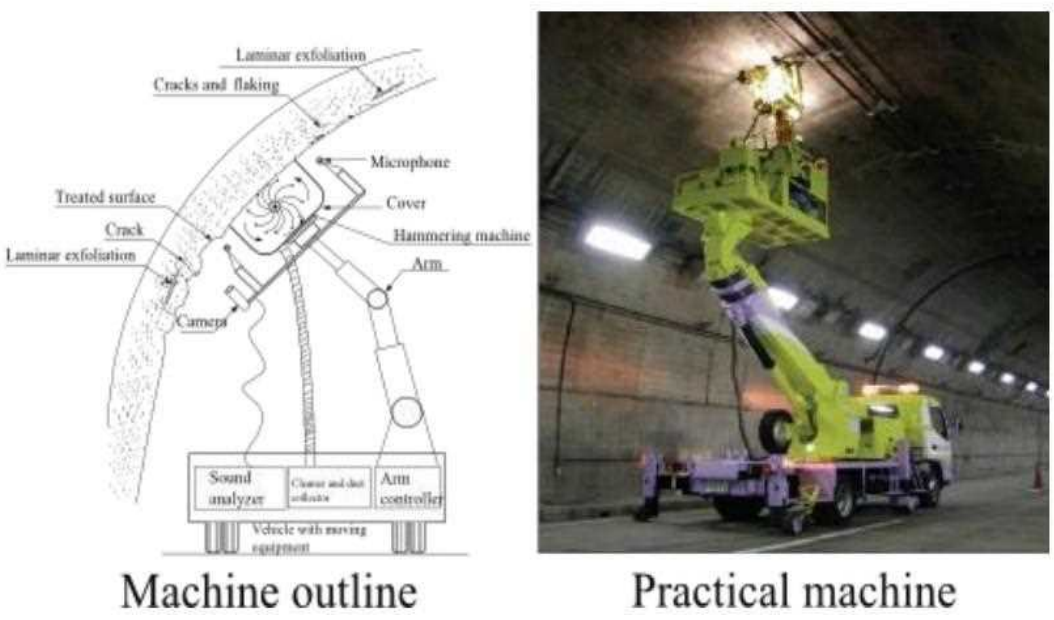


شکل ۹- بازرسی به روش چکش‌زنی

شکل ۱۰- انجام چکش‌زنی برروی سطوح فوقانی تونل

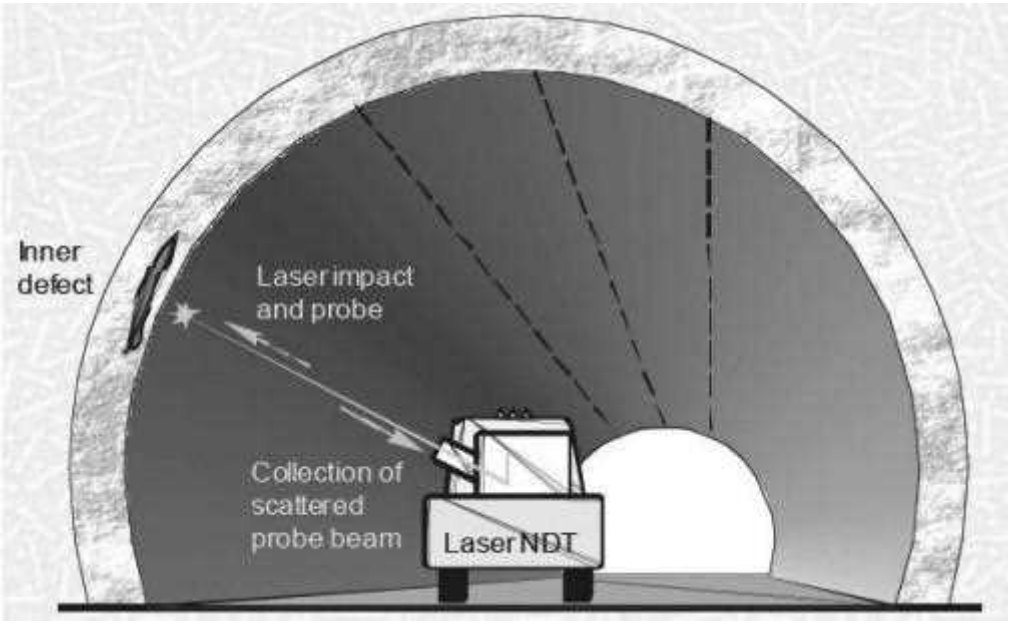
البته اخیراً با استفاده از ماشینهای مخصوص، این فرایند مکانیزه شده و بخش مهمی از مشکلات این روش از بین رفته است (شکل زیر). اما به دلیل هزینه های ناشی از روش خودکار چکش‌زنی و در صورت عدم استفاده از این روش، افت کارایی ناشی از خستگی نیروی انسانی عاملی مهم در کاهش کارایی روش است.

omoorepeyman.ir



شکل ۱۱– چکش‌زنی مکانیزه

مکانیزم عیب یابی در چکش زنی مبنای برخی دیگر از مدل های پایش نیز قرار گرفته است. به عنوان مثال در روش بازرسی شبه‌چکش‌زنی از اشعه‌ی لیزر برای تشخیص عیوب داخلی در بتن استفاده می‌شود. در این روش دستگاه بر روی یک وسیله‌ی نقلیه سوار می‌شود و با حرکت در طول تونل و ارسال امواج لیزر و پایش امواج بازگشتی، پایش صورت می‌گیرد.



شکل ۱۲– طرح شماتیک روش شبه چکش‌زنی

پ) فراصوت (التراسونیک)

omoorepeyman.ir

التراسونیک یک روش صوتی است که در سازه های بتنی، چوب و فلزات جهت تعیین خواص فیزیکی مانند مقاومت و مدول الاستیسیته و نیز تعیین موقعیت و وسعت معایبی همچون ترک‌های مویی، حفرات، گسستگی آرماتورها، ضخامت و عمق ترک‌خوردگی بکار می‌رود. این تکنیک در سازه‌های بتنی جهت تعیین وضعیت بتن در عمق کاربرد زیادی دارد. شکل زیر نحوه انجام آزمایش التراسونیک بر روی یک سطح بتنی را نشان می‌دهد.

اساس کار التراسونیک بدین گونه است که ابتدا با استفاده از یک فرستنده یک پالس با فرکانس مشخص به داخل ماده مورد نظر فرستاده می‌شود و پس از بازگشت پالس ارسالی با محاسبه زمان انتقال آن در داخل جسم، مسافت طی شده و سرعت انتشار قابل اندازه‌گیری خواهد بود. این پالس ها از حفره های بزرگ هوا در داخل مواد عبور نمی‌کنند و بدین ترتیب به راحتی می‌توان موقعیت چنین حفره هایی را تعیین نمود. سرعت پالس های اولتراسونیک منتشر شونده درون مواد جامد بستگی به چگالی و خواص الاستیک ماده مورد نظر دارد. بنابراین نحوه انتقال پالس های مذکور، اطلاعاتی در خصوص میزان یکپارچگی بتن مسلح، پیش تنیده یا بتن وزنی فراهم می‌آورد. فناوری اولتراسونیک زمان انتقال موج های صوتی بین یک فرستنده و گیرنده در سازه بتنی را اندازه‌گیری می‌نماید. شکل زیر نمونه ای از این دستگاه ها را نمایش می‌دهد. سرعت پالس در صورت مشخص بودن طول مسیر اندازه‌گیری قابل مشاهده می‌باشد.

شکل ۱۳- انجام آزمایش التراسونیک برروی سطوح

omoorepeyman.ir

شکل ۱۴ دستگاه آزمایش اولتراسونیک بتن

پس از تعیین و ارزیابی سرعت پالس، امکان تعیین موارد کیفی زیر در بتن وجود خواهد داشت:

۱- میزان یکپارچگی مواد و مصالح بتن

وجود حفره، ترک یا سایر موارد مضر در بتن

تغییر در کیفیت بتن در اثر گذشت زمان

کیفیت بتن در مقایسه با مقاومت سازه ای مورد انتظار نمونه ای از رابطه بین سرعت پالس و کیفیت بتن در جدول زیر نمایش داده شده است.

جدول ۳ رابطه بین سرعت پالس و کیفیت بتن

سرعت طولی پالس(km/h)	کیفیت بتن
4/5	عالی
3/5 -4/5	خوب
3/0 -3/5	مشکوک
2/0 -3/0	ضعیف
2/0	بسیار ضعیف

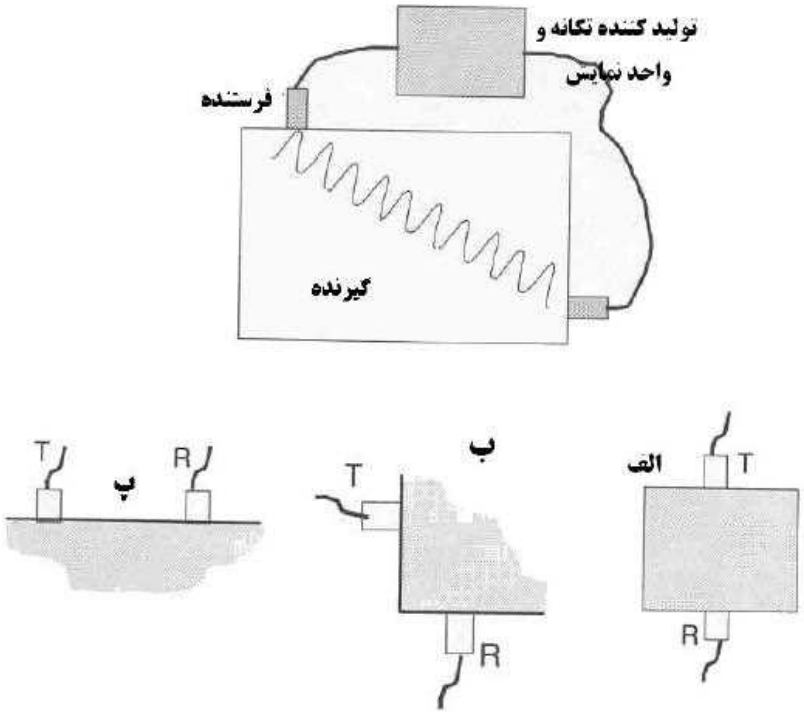
سرعت پالس به سه شیوه مطابق شکل زیر قابل اندازه گیری می‌باشد. سه روش نام برده عبارتند از:

- انتشار مستقیم
- انتشار تقریباً مستقیم
- انتشار غیر مستقیم یا سطحی

اصول اندازه‌گیری با سه روش فوق در شکل زیر نمایش داده شده است. وسیله مورد استفاده زمان انتشار پالس از فرستنده به گیرنده را محاسبه می‌نماید. در مواردی که وجوه اعضا در دسترس قرار دارند (مانند دال های بتنی، تیرها،

omoorepeyman.ir

ستونها) روش مستقیم با عنایت به مشخص بودن مسیر انتشار و انتقال، بهترین روش اندازه‌گیری محسوب می‌شود. اندازه‌گیری بدین روش، مسیر ارجح جهت تعیین و ردیابی حفرات بتن محسوب می‌شود. در برخی موارد که تمامی وجوه اعضای تونل در معرض دسترس قرار ندارد، روشهای غیر مستقیم مورد استفاده قرار میگیرد. شناسایی مسیر انتشار در این روش با مشکلاتی همراه می‌باشد، با این حال تنظیم حسگرها در این روش، ساختار ارجح جهت تعیین عمق ترک‌ها می‌باشد. در هر دو حالت در صورت سالم بودن بتن، پالس با تاخیر بیشتری به گیرنده می‌رسد.



شکل ۱۵ـ انتشار الف)مستقیم ب) نیمه مستقیم پ) غیر مستقیم

در فلزات که نسبت به بتن دارای درجه همگونی بیشتری هستند، از این روش جهت ارزیابی و تعیین میزان خرابی و ناخالصی استفاده می‌شود. باریکه اولتراسونیک در محل شکل‌گیری خرابی منعکس می‌شود و زمان صرف شده در این بین امکان تعیین موقعیت دقیق آن را فراهم می‌سازد. سرعت پالس (V) ارتعاشات طولی اولتراسونیک در یک محیط الاستیک از رابطه زیر بدست می‌آید

$$V = \left[\frac{E(1-\upsilon)}{p(1+\upsilon)(1-2\upsilon)} \right]^{1/2}$$

که در آن:

E: مدول الاستیک دینامیک

p: چگالی

υ: نسبت پواسون لایه الاستیک می‌باشد.

omoorepeyman.ir

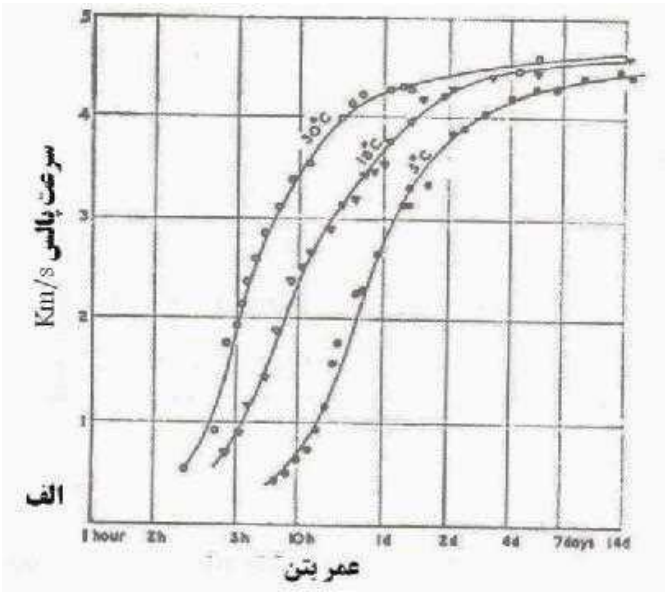
در بتن پالسهای ارتعاشی معمولاً دارای فرکانس (حدود ۵۰ کیلو هرتز) پایینی هستند. در این حالت با فرض ابعاد جانبی بزرگتر از طول موج پالس ارتعاشی (حدود ۲۰۰ میلیمتر) رابطه فوق قابل استفاده می‌باشد. بدیهی است که اندازه گیری سرعت پالس ارزیابی کیفیت و وضعیت بتن را ممکن می‌سازد.

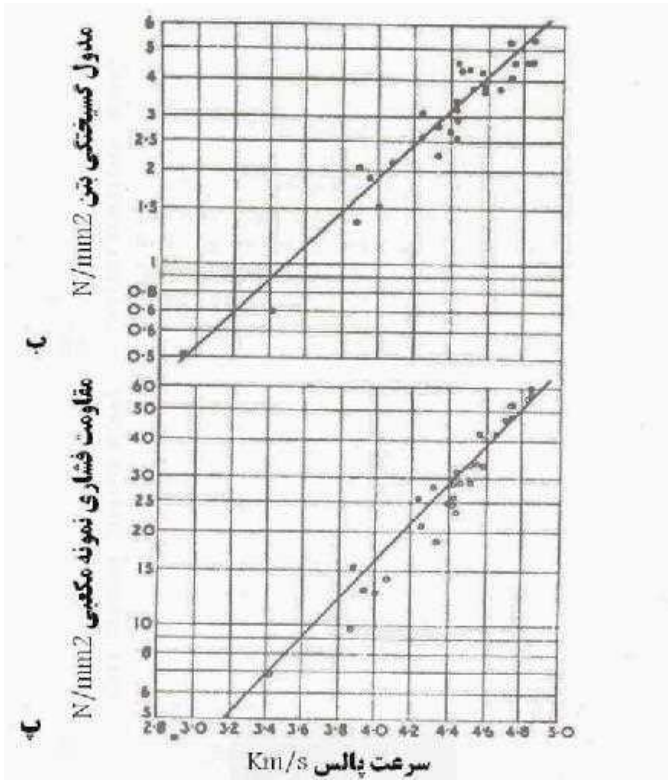
دقت اندازه‌گیری سرعت پالس بستگی به دقت اندازه گیری طول انتشار و زمان انتشار دارد. معمولاً دقت برابر ±۱٪ مورد نیاز می باشد. به علاوه جهت اندازه گیری مناسب لازم است که تماس مناسبی بین سطح حسگرها و سطح بتن ایجاد شود. بنابراین قبل از اندازه‌گیری، سطح بتن با استفاده از سنگهای کربوراندوم به خوبی پرداخت شود. معمولاً از یک ماده واسط جهت اطمینان از ایجاد اتصال مناسب حسگرها و سطح مورد آزمایش استفاده می‌شود.

وجود میلگردهای تقویت‌کننده به میزان قابل ملاحظه ای بر سرعت پالس تاثیرگذار می‌باشد که تولیدکننده دستگاه‌های اندازه گیری باید آن را مد نظر قرار دهد. اگرچه بیشتر دستگاه های موجود و در دسترس کیفیت کلی بتن را مورد ارزیابی قرار می‌دهند، برخی از تولیدکنندگان در دستگاه های خود اطلاعاتی از قبیل مقاومت نمونه مکعبی، وزن و مدول گسیختگی بتن را نیز قرار می‌دهند. روابط کلی در شکل زیر (الف، ب و پ) نمایش داده شده است. اطلاعات گردآوری شده به این روش، تصویری کلی از وضعیت سازه را در اختیار بازرس قرار می‌دهد و او را در برنامه ریزی و تصمیم‌گیری‌های خاص (در صورت نیاز) کمک می‌نماید.

ابزار و دستگاههای نوین، سبک وزن و قابل حمل می‌باشند. کار و عملیات با آنها آسان بوده و درجه بالای دقت و پایداری در آنها مشاهده می‌شود. نمونه‌ای از این وسایل در شکل ۱—۱۷) (الف) نمایش داده شده است.

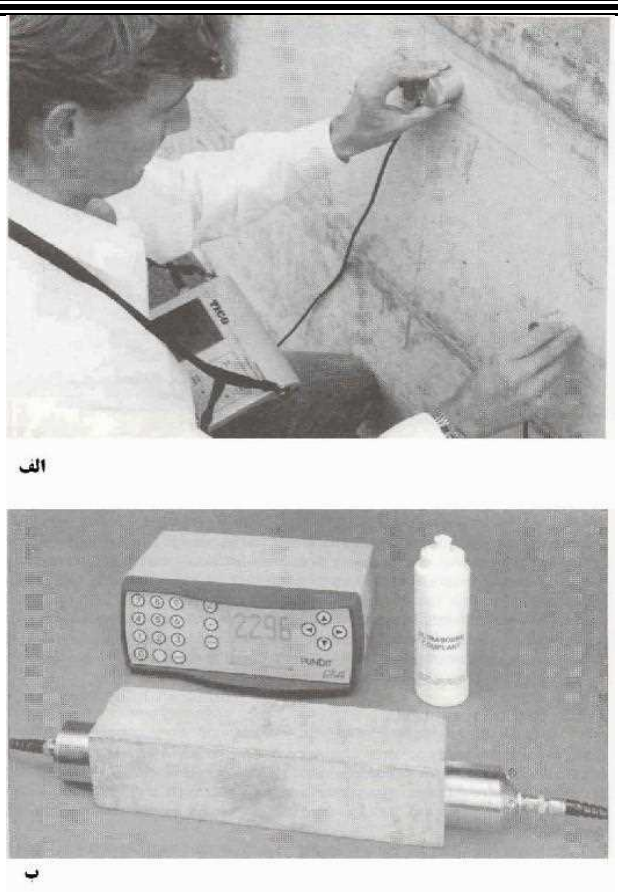
omoorepeyman.ir





شکل ۱۶ (الف، ب و پ) نمودارهای نشان دهنده رابطه بین مقاومت، سن و مدول گسیختگی بتن

امور پیمان
omoorepeyman.ir



شکل ۱۷ (الف و ب)دستگاههای آزمایش اولتراسونیک سبک و قابل حمل(درجا و در آزمایشگاه)

پیاده سازی این روش نیز در سالهای اخیر توسعه ی زیادی پیدا کرده و به صورت مکانیزه امکان پیاده سازی این روش نیز وجود دارد که این موضوع امکان پایش فراگیر و با سرعت بالا را فراهم می‌کند.

omoorepeyman.ir

شکل ۱۸- استفاده از روش‌های صوتی برای پایش مکانیزه سازه

این روش دارای محدودیت‌هایی است که در زیر آمده اند:

- اگر ترکها با آب پر شده باشند، عمق ترک قابل اندازه‌گیری نیست.
- جهت ایجاد تماس مناسب بین دستگاه و سطح جسم نیاز به استفاده از یک ژل اتصال می‌باشد، که بکارگیری آن در بعضی سازه‌ها امکان‌پذیر نیست.

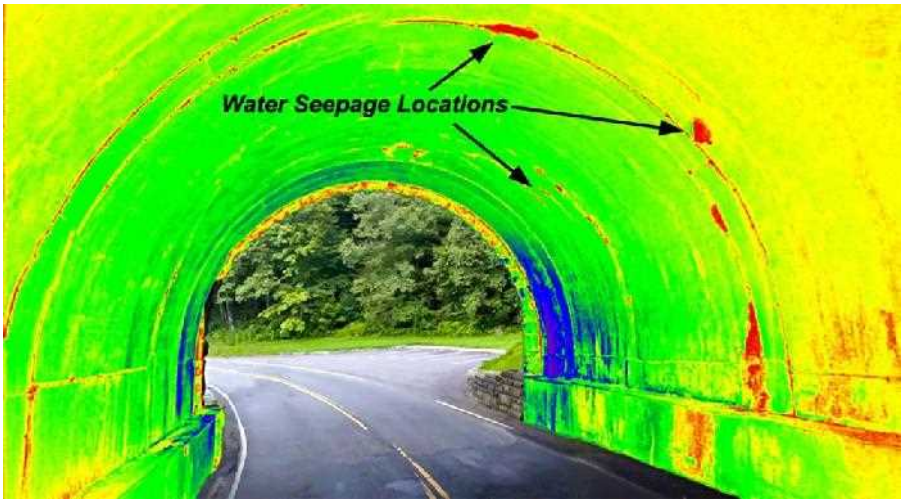
ت) دمانگاری (ترموگرافی)

دمانگاری 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 می‌باشد. این روش با شناسایی مشکلات بالقوه ای که اغلب در سازه‌ها پنهان هستند، جهت کاهش گستردگی بازرسی‌ها و پیش از انجام بررسی‌های بیشتر با استفاده از سایر روش‌ها، بکار می‌رود. ترموگرافی در مواردی که نیاز به دریافت اطلاعات بدون ایجاد خرابی یا شکستگی می‌باشد، نقش مهمی ایفا می‌کند. به طور کلی این روش قابلیت بررسی و کنترل موارد زیر را دارا می‌باشد:

- پیوستگی یک لایه نازک به زیر لایه
- رطوبت
- تراکم مواد

omoorepeyman.ir

ترموگرافی در تونل‌ها به عنوان بخشی از بازرسی جهت تشخیص معایبی نظیر تورق سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۱—۱۹).



شکل ۱—۱۹ به کارگیری دمانگاری مادون قرمز در بازرسی تونل

البته بکارگیری این روش نیازمند وجود شرایط دمایی مناسب است. به عنوان مثال اختلاف دمای بین تونل و محیط باید بیشتر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد. امتیاز اصلی دمانگاری نرخ سریع نفوذ و امکان بررسی بدون نیاز به داربست گذاری یا بالابرهای دسترسی می‌باشد.

اگرچه تکنیک مذکور یک ابزار قدرتمند در مراحل ابتدایی بازرسی است، ولی محدودیتهای زیر را نیز دارا می باشد:

با توجه به اینکه نیازمند شرایط حرارتی مناسب است، لذا تعیین زمان کنترل و بازرسی جهت صحت انجام از اهمیت بالایی برخوردار است. بر روی سطوح خیلی صیقلی مانند فلز جلا خورده، شیشه یا سرامیکهای لعابی کارایی ندارد. در بسیاری از مناطق، درک دقیق از اصول دمانگاری و قضاوت مهندسی به منظور تفسیر اطلاعات، امری اجتناب‌ناپذیر است.

ث) بازرسی نیم سلول

خوردگی و فرسایش میلگردهای تقویتی در اعضای بتن مسلح یکی از دلایل اصلی خرابی‌های موضعی و عمومی سازه محسوب می‌شود. خوردگی فولاد یک پدیده الکترو شیمیایی می‌باشد که در حضور اکسیژن و رطوبت به وقوع می‌پیوندد. خوردگی فولاد در دو مرحله اساسی صورت می‌پذیرد. در مرحله اول در غیاب کلریدها، محیط قلیایی بتن از خوردگی بیشتر فولاد جلوگیری نموده و یک لایه متراکم و نازک اکسید بر روی سطح میلگردها به وجود می‌آید. لایه نازک مذکور مانع خوردگی بیشتر میلگردهای فولادی می‌شود. لایه محافظ مذکور تا زمان دخالت کلریدها قادر به ایفای نقش می‌باشد. با این حال حضور کلریدها به صورت نمک‌های حل شده در آب باران و روان‌آب سطحی، فولاد را حتی در صورت وجود لایه محافظ تحت حمله و خوردگی قرار می‌دهد. پس از شکل‌گیری این وضعیت، یک نیم سلول شیمیایی تشکیل می‌شود و آب منفذی بتن در آن نقش الکترولیت را بازی می‌نماید. الکترون در قطب مثبت (آندها) در نواحی خورده شده تشکیل شده و نهایتا در قطب منفی (کاتدها) مصرف می‌شود. در نتیجه این امر اختلاف پتانسیلی در میلگردهای تقویتی ایجاد

omoorepeyman.ir

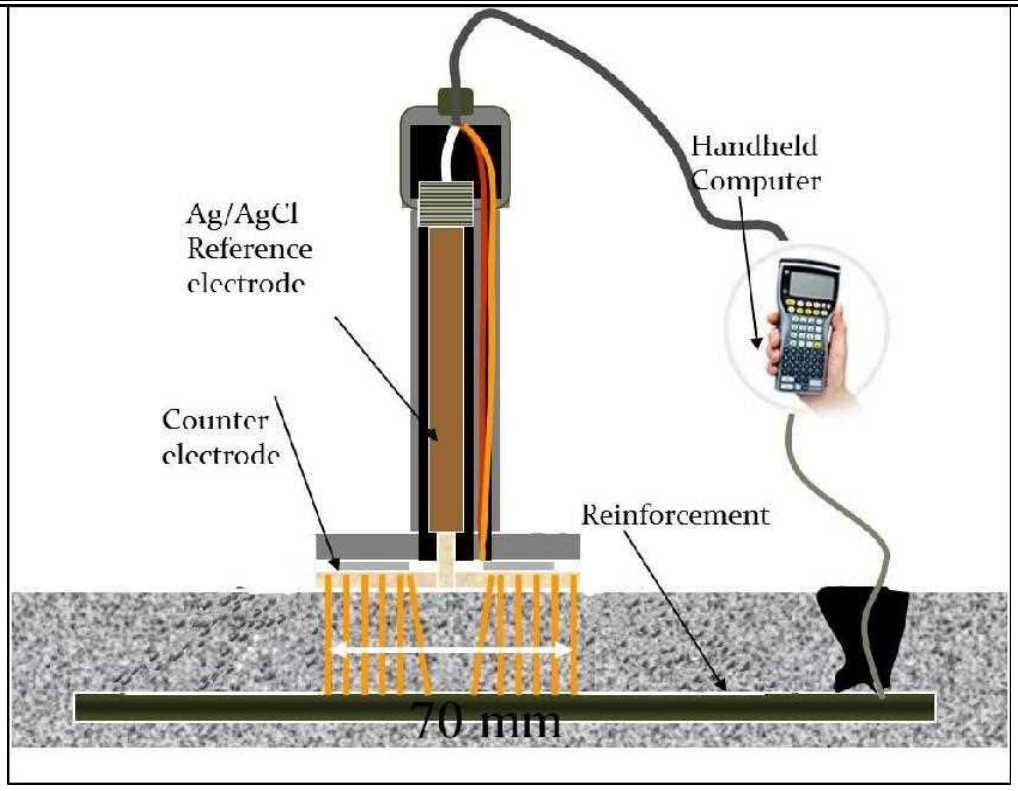
می‌شود که قابل اندازه‌گیری بوده و جهت تعیین و تشخیص نواحی خورده شده یا دارای پتانسیل خوردگی قابل استفاده و اندازه‌گیری می‌باشد (شکل ۱—۲۰).

شکل ۱—۲۰ بازرسی به روش نیم سلول

نام بازرسی نیم سلول از این واقعیت سرچشمه می‌گیرد که نیمی از سلول باتری را میلگردهای تقویت‌کننده فولادی و بتن مجاور آن تشکیل می‌دهد. نیم‌سلول‌های جدید از نوع کلرید نقره بوده و پایداری و عملکرد آنها به اثبات رسیده است. در این نوع باتری‌های نیم سلولی مشکلات الکترولیت و آلودگی الکترولیتی به میزان زیادی کاهش یافته است. نمونه‌ای از ساختار و تنظیمات اندازه‌گیری میدان پتانسیل توسط یک الکترود نیم‌سلولی، درشکل ۱—۲۱) نمایش داده شده است.

نوک الکترود مورد استفاده اشباع بوده و بصورت یک چرخ یا میله اندازه‌گیر پیش‌بینی می‌شود. سطح بتنی تحت بازرسی می‌تواند به شکل قائم یا افقی (در قسمت تحتانی یا فوقانی سازه) باشد. سطح مورد نظر به نواحی مناسبی جهت انجام بازرسی تقسیم شده و هر ناحیه نیز به شبکه‌هایی با اضلاع عمود بر یکدیگر تقسیم می‌شود. در این مرحله اندازه‌گیری بر روی خطوط شبکه ترسیم شده انجام پذیرفته و در تقاطع خطوط قرائت ثبت می‌شود. پس از قرائت و ثبت مقادیر پتانسیل، خروجی بصورت نقشه شبکه‌بندی شده عددی قابل نمایش می‌باشد. در نقشه مذکور مقادیر پتانسیل به میلیمتر نمایش داده می‌شوند. این نقشه قابل تبدیل به نقشه رنگی خطوط هم پتانسیل نیز می‌باشد.

omoorepeyman.ir



شکل ۲۱ نمونه ای از تنظیمات روش اندازه‌گیری پتانسیل به روش نیم سلولی

پس از انجام اندازه‌گیری در تمام سطح، ارزیابی و تعیین احتمال خوردگی فولاد قابل انجام می‌باشد. خروجی آزمایش بصورت یک نقشه به همراه توجه به جزییات قرارگیری میلگردها و انجام ارزیابی مربوطه، محاسبه ریسک خوردگی را ممکن می‌سازد. ریسک مربوط به مقادیر قرائت شده پتانسیل (E ،ASTM C 876-80) در جدول زیر گنجانده شده‌اند.

جدول ۴ ریسک خوردگی

مقادیر پتانسیل	ریسک خوردگی
E>-200 mV	<5%
-200mV<E<-350mV	بطور صریح مشخص نمی‌باشد
E<-350 mV	99%

اعداد و مقادیر مذکور در جدول فوق به عنوان راهنمای تقریبی محسوب شده و مقدار واقعی بستگی به میزان رطوبت بتن دارد. بنابراین معمولاً در عمل از ترازهای هم‌پتانسیل سه بعدی، چه بصورت تمام مقطع یا بخشی از منطقه دارای میلگردهای تقویتی، استفاده می‌شود. در برخی موارد نیز یک میلگرد نمونه از سطح مقطع بتن خارج شده و در منفی‌ترین ناحیه مشخص شده در نمودار هم‌پتانسیل مورد بررسی و آزمایش قرار می‌گیرد. با انجام این کار ارتباط بین پتانسیل اندازه‌گیری شده و میزان واقعی خوردگی میلگردها مشخص می‌شود. پس از استخراج میلگرد موارد زیر باید مد نظر قرار گیرند:

omoorepeyman.ir

- مناطق و نقاط به رنگ نارنجی یا قهوه‌ای نمایانگر خرابی پوشش محافظ میلگردها و شروع پدیده خوردگی می‌باشد.
- جدایی و لایه‌ای شدن فولاد، فرسایش شدید فولاد را نمایان می‌سازد.
- وجود ترک‌های موازی با محل قرارگیری میلگردها، نشان‌های از وجود جدایی و لایه‌ای شدن فولاد می‌باشد.

چندین ابزار و وسیله جهت اندازه‌گیری میزان خوردگی میلگردها در بازار موجود می‌باشد. هر دستگاه دارای مزایای مخصوص به خود می‌باشد. یادآور می‌شود که روش ایزو پتانسیل تنها قادر به نمایش خوردگی بتن در نقطه مورد آزمایش بوده اطلاعاتی در خصوص سینماتیک مساله یا نرخ خوردگی فراهم نمی‌آورد.

ج) چکش انعکاسی یا چکش اشمیت

یکی از مهم‌ترین و حائز اهمیت‌ترین کمیت‌های نمایانگر کیفیت بتن، مقاومت فشاری آن می‌باشد. این کمیت بصورت مستقیم در محل قابل اندازه‌گیری نبوده، اما ارزیابی آن با استفاده از اندازه‌گیری سختی سطحی با استفاده از چکش انعکاسی قابل انجام می‌باشد. چکش انعکاسی در قالب یک واحد ساخته می‌شود. نمونه‌ای از این دستگاه در شکل زیر نمایش داده شده است.

قسمت نوک این واحد (واحد اعمال ضربه) باید بصورت قائم یا افقی در برابر سطحی مسطح از بتن قرار داده شده و فشار داده می‌شود. فشار خارجی منجر به فشرده شدن یک فنر داخلی می‌شود. این فنر بصورت خودکار یک جرم را بالا برده و رها می‌سازد. جرم مذکور در ابتدا به قسمت حساس به ضربه دستگاه و سپس به بتن برخورد می‌نماید. با انجام این عمل، انرژی برخورد تعیین گشته و میزان برگشت فنر بستگی به سختی بتن دارد. مقادیر برگشت بصورت یک مقیاس بر روی دستگاه مشخص می‌شوند. باید توجه داشت که این روش تقریبی و نسبی می‌باشد و مقادیر مطلق بستگی به تغییرات موضعی در خواص سطحی ناشی از وجود حفرات یا ذرات دانه‌ای دارد. بنابراین تعداد قابل ملاحظه اندازه‌گیری در یک محل مشخص جهت تعیین مقادیر میانگین و انحراف از معیار و سپس تعیین کمیت مورد نظر نیاز می‌باشد. اخیراً ابزار فوق مجهز به یک سیستم دیجیتال به همراه یک چاپگر و قابلیت اتصال و انتقال اطلاعات به یک رایانه شخصی جهت پردازش متعاقب اطلاعات و داده‌ها شده است. در این راستا مقادیر مطلق مقاومت فشاری با دقت بیشتری از روی مقادیر انعکاسی قابل تعیین و ارزیابی می‌باشد.

از آنجا که کالیبراسیون بسیاری از چکش‌های انعکاسی بر اساس آزمایش بر روی نمونه‌های مکعبی ۲۰۰ میلیمتری می‌باشد، در بیشتر موارد ضرب نمودن مقادیر سختی در ضریب شکل، جهت ارزیابی تاثیر اندازه‌ها و ابعاد دیگر مورد نیاز می‌باشد. از آنجا که مقادیر مقاومت فشاری بدست آمده به این روش محدود به وضعیت سطحی بتن بوده و همواره قابل تعمیم به تمامی سازه تونل نمی‌باشد، احتیاط و دقت زیادی هنگام استفاده از مقاومت‌های تعیین شده جهت ارزیابی مقاومت کلی سازه باید مدنظر قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

شکل ۲۲ چکش انعکاسی

چ) آندوسکوپی

استفاده از این وسیله از قدیم در بازرسی دیوارهای متخلخل معمول بوده و قابل بهره‌گیری در بازرسی و بررسی وجود حفرات و منافذ در داکت‌های پیش تنیدگی نیز می‌باشد. وسیله اصلی از یک لوله بازرسی انعطاف‌پذیر به قطر۶ میلیمتر و طول ۱۰۰۰ میلیمتر تشکیل می‌شود. لوله مذکور در یک انتها متصل به نوک بازرسی (قسمت تصویربرداری) و در انتهای دیگر متصل به دستگاه آندوسکوپ می‌باشد. نمونه‌ای از دستگاه مذکور در شکل نمایش داده شده است. سایر ملحقات دستگاه معمولاً جهت ارتقا روشنایی سیستم و اتصال آن به رابط تلویزیون یا ابزار و وسایل تصویربرداری می‌باشد.

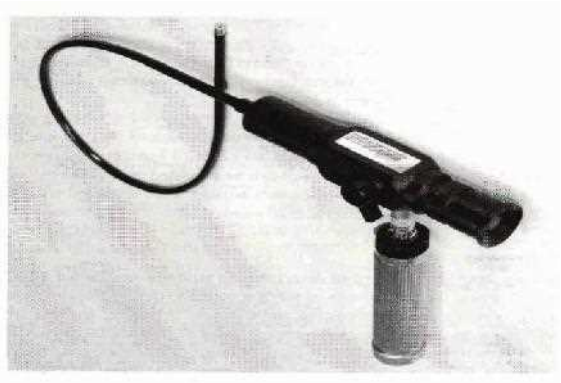
محل بازرسی باید به دقت و در محل‌هایی که عدم وجود دوغاب کافی یا تجمع آب وجود دارد، انتخاب شود. چنین محله‌ایی معمولاً در نقاط مرتفع روی تکیه‌گاه‌ها، نقاط کم ارتفاع در وسط دهانه و در انتهای داکت‌ها قابل مشاهده هستند.

معمولاً اندکی دست‌خوردگی در بتن، ناشی از حفر سوراخی به قطر 25 میلیمتر در آن، به وجود می‌آید. هسته بتنی برداشته شده و سوراخی کوچک درون داکت پیش‌تنیدگی جهت داخل نمودن لوله بازرسی حفر می‌شود.

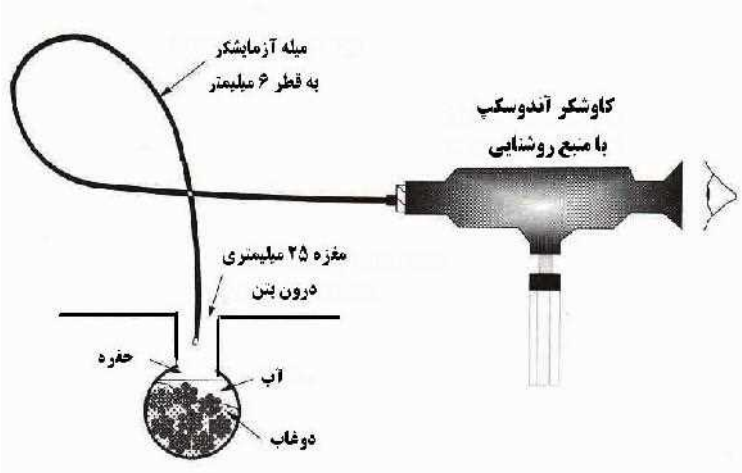
در صورت مشاهده سوراخ یا منفذ، امکان اندازه‌گیری حجم آن نیز توسط "ابزار تخمین حجم منافذ(VVE[1]) بر اساس قانون ساده Boyles بصورت P2V=2P1V1 قابل محاسبه می‌باشد. در این موارد وجود هرگونه جریان هوا منجر به اختلال در نتایج می‌شود و بنابراین ایجاد خلأ مکشی هنگام اندازه‌گیری اجباری می‌باشد.

[1] VVE: Void Volume Estimator

omoorepeyman.ir



الف



ب

شکل ۲۳ (الف و ب)نمونه‌ای از آندوسکوپ و تنظیمات مربوطه

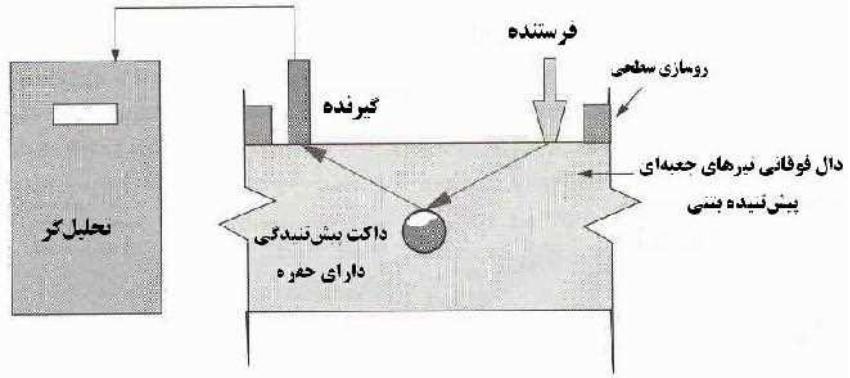
ه) بازگشت ضربه

در این روش ضربه چکش به سطح بتن با استفاده از یک مبدل ضربه یا سرعت اعمال شده و موج منتجه کوبش در سطح بتنی منتشر می‌شود. در صورت برخورد با هرگونه عدم پیوستگی، موج منعکس شده و توسط گیرنده مخصوص به واحد تحلیل سیگنال هدایت می‌گردد. شکل زیرساختار عمومی آزمایش بازگشت ضربه را نشان می‌دهد.

سیگنال‌ها در یک واحد پردازش سیگنال قابل حمل، تحلیل شده و نتیجه کار به صورت نمودار فاصله در برابر فرکانس برای هر نقطه اعمال ضربه ارائه می‌گردد. سپس نتایج در یک لوح فشرده ضبط شده تا متعاقباً توسط یک رایانه شخصی تحلیل گشته و نمودار برای کل تونل به دست آید. در صورت مشخص بودن سرعت موج در مصالح مورد نظر، عمق خرابی‌ها قابل تعیین و محاسبه می‌باشد. بهره‌گیری از آن در دامنه فرکانسی یا زمانی جهت تشخیص منافذ درون بتن یا انفصال اطراف میلگردهای فولادی مفید می‌باشد.

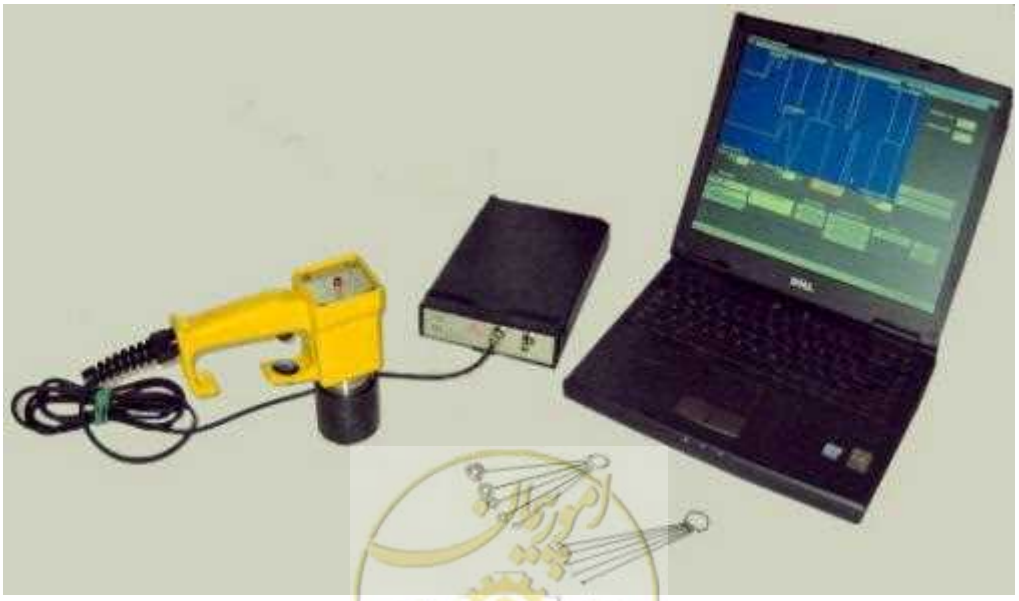
omoorepeyman.ir

شکل ۲۴ آزمایش بازگشت ضربه



شکل ۲۵ ساختار عمومی آزمایش بازگشت ضربه

شکل ۱—۲۶) برخی تجهیزات مورد استفاده در این روش را نشان می‌دهد.

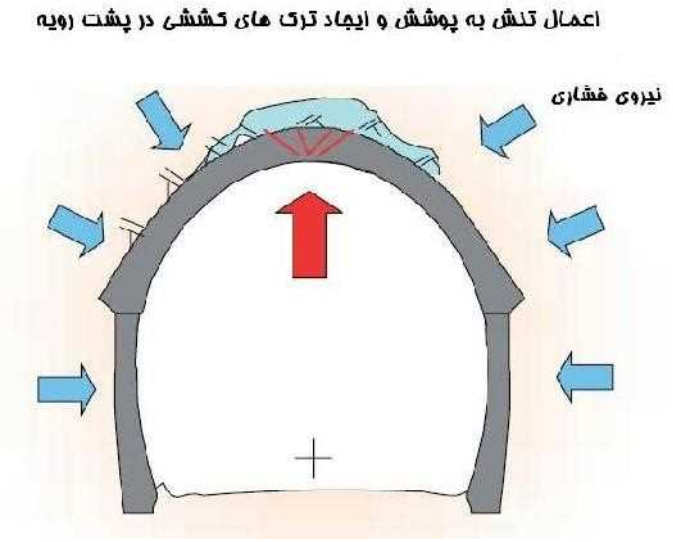


شکل ۲۶ برخی تجهیزات مورد نیاز در آزمایش بازگشت ضربه

omoorepeyman.ir

خ) ژئو رادار (GPR)

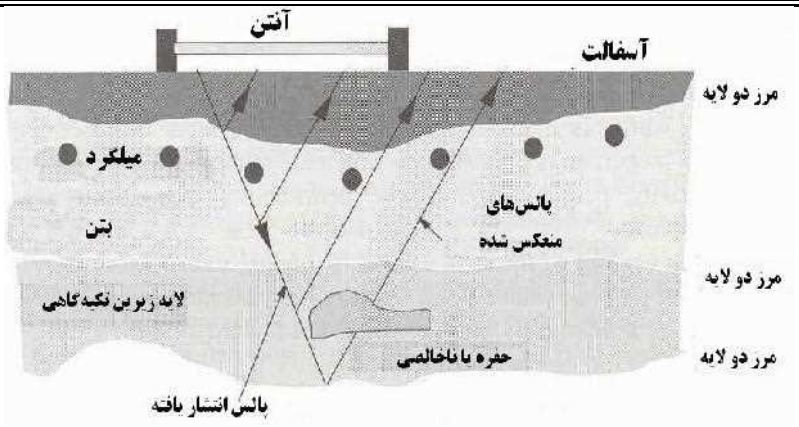
پوشش تونل با توزیع یکنواخت فشار اعمالی به مقطع حفاری شده، جهت تثبیت و پایداری تونل بکار می‌رود. ممکن است به دلیل مشکلات ساخت یا وجود حفره‌های بزرگ ایجاد شده در پشت پوشش، ضخامت آن دستخوش تغییر شده و در بخش‌های مختلف یکسان نباشد. در نتیجه نیروی فشاری به طور یکنواخت بر پوشش داخلی اعمال نمی‌شود و کشش موضعی به وجود می‌آید که متعاقباً ممکن است موجب تشکیل ترک‌های کششی شود (شکل ۱—۲۷). جهت اجتناب از این مشکل لازم است که در زمان بازرسی تونل، ضخامت پوشش و حفره‌های محتمل موجود بین پوشش و زمین مورد بررسی قرار گیرد.



شکل ۱—۲۷ ایجاد ترک‌های کششی به دلیل توزیع غیریکنواخت نیروی فشار برروی پوشش تونل

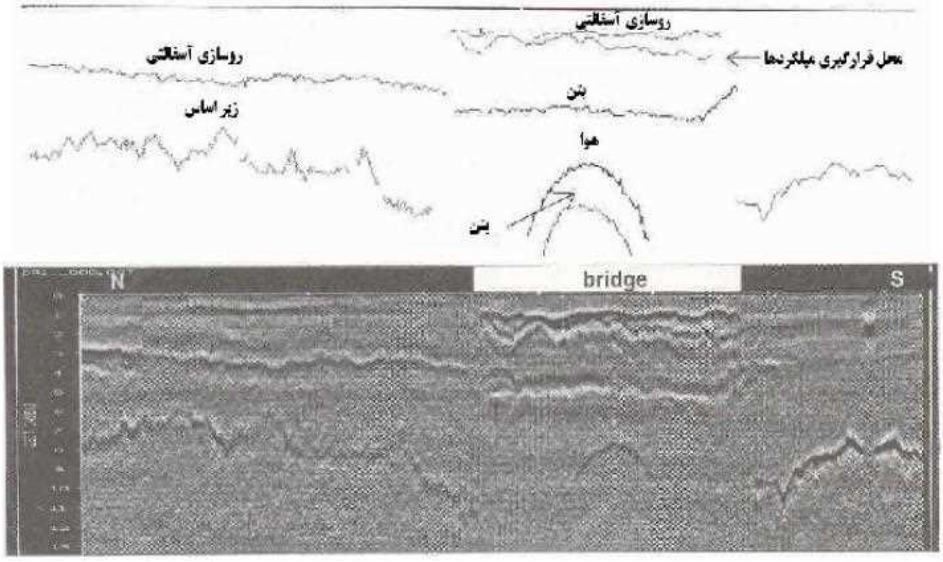
اساس کار ژئورادار استفاده از امواج الکترومغناطیسی جهت تشخیص ناهنجاری‌های پوشش تونل می‌باشد. روش مذکور بر اساس انتشار یک سیگنال الکترومغناطیسی قرار دارد که از یک آنتن مخصوص ارسال و دریافت می‌شود. در هنگام برخورد با موانع و مصالح با خصوصیات مختلف، قسمتی از انرژی به سطح منعکس شده و قسمتی نیز از سطح مشترک مربوطه مطابق شکل زیر عبور می‌نماید. بدین صورت امکان نمایش مرزها و نمایش ساختار و تنظیمات داخلی زیر سطوح تونل امکان‌پذیر می‌باشد. ارزیابی داده‌ها بر اساس قضاوت کارشناسی انعکاس‌ها و تصاویر نام برده قرار دارد. در این روش نتایج بسیار مناسبی قابل حصول می‌باشد.

omoorepeyman.ir



شکل ۲۸ـ اصول عملیاتی ژئورادار

عملیات اندازه‌گیری بر روی شبکه‌ای از پیش تعریف شده انجام می‌پذیرد. در این حال الگویی از گمانه‌های الکترومغناطیسی قابل حصول می‌باشد. در برخی موارد، استفاده از اطلاعات اضافی و تکمیلی از گمانه‌های معمول یا عملیات مغزه‌گیری جهت فراهم‌آوری اطلاعات تکمیلی برای پردازش و تفسیر داده‌های رادار مورد نیاز می‌باشد. آنتن مورد استفاده در این روش بسیار خشن و قابل حمل می‌باشد. انتقال و جابجایی آن در طول تونل با استفاده از ابزار و وسایل دستی یا با استفاده از قطار امکان‌پذیر است. جمع‌آوری و پردازش داده‌ها سریع و در صورت نیاز قابل نمایش هم‌زمان می‌باشد. نمایی عمومی از خروجی این روش در شکل زیر نمایش داده شده است.



شکل ۲۹ـ نمایی عمومی از خروجی ژئورادار

ژئو رادار یکی از رایج ترین و بهترین روشهای غیرمخرب است که می‌تواند در جهت نیل به این هدف مورد استفاده قرار گیرد. این روش در نمونه‌برداری سریع از بخش‌های زیادی از تونل جهت تعیین ساختار و وضعیت بی‌همتا است.

omoorepeyman.ir

شکل ۳۰ تکنیک ژئورادار

به طورخلاصه ژئو رادار دارای قابلیت‌های زیر می‌باشد:

- تشخیص تورق پوشش درهر عمقی از آن
- مکان‌یابی فضاهای خالی پنهان
- تعیین ضخامت پوشش
- مشخص کردن حفره‌ها و رطوبت در داخل و پشت پوشش

بررسی‌ها را می‌توان توسط داربست‌های متحرک و یا با استفاده از وسایط نقلیه انجام داد. با این تکنیک تیم کنترل قادر به جمع‌آوری اطلاعات در قسمت فوقانی پوشش درسرتاسر تونل در مقاطع طولی و عرضی خواهد بود. با به کارگیری این روش می‌توان کنترل‌های طولی را با سرعت بین ۴ تا ۸ کیلوتر بر ساعت انجام داد.

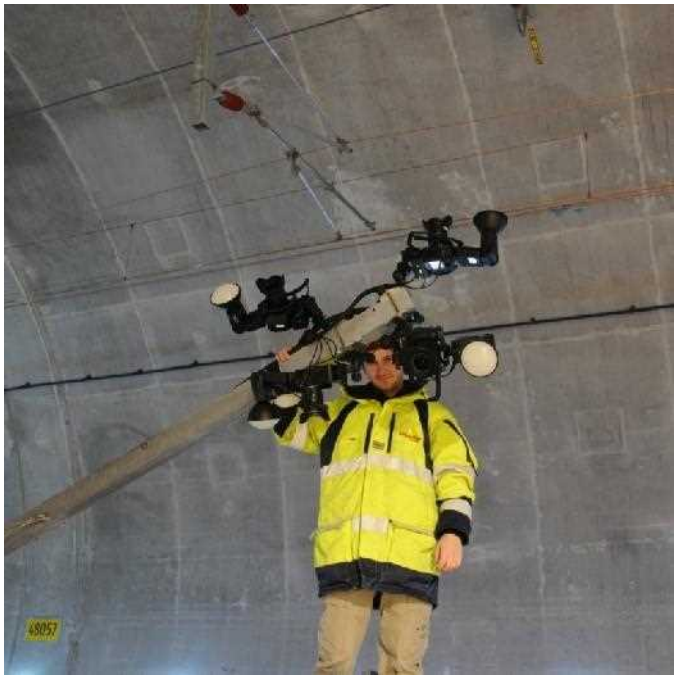
(الف) (ب)

شکل ۳۱ بازرسی پوشش تونل با استفاده از ژئورادار الف) داربست متحرک ب) وسایط نقلیه

omoorepeyman.ir

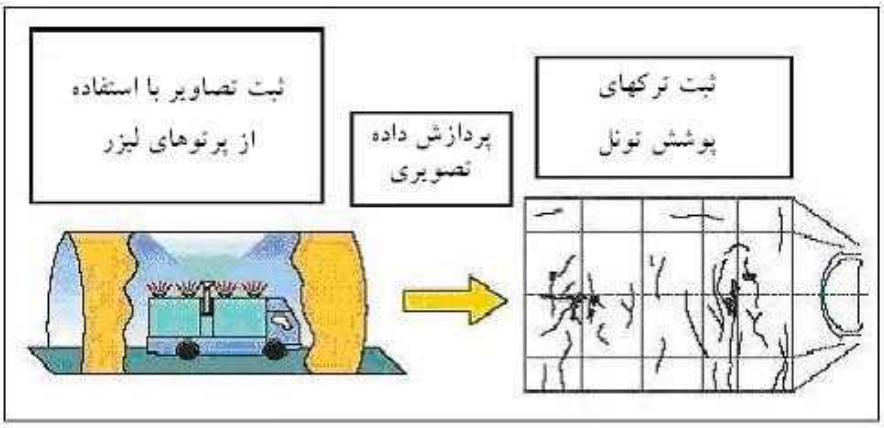
د) ماشین عکسبرداری پوشش تونل

می‌توان گفت که اولین مرحله در بازرسی تونل معاینه سطح پوشش تونل با مشاهده چشمی است که به منظورکنترل اعوجاج و معایبی همچون ترک‌های نمایان و ثبت آنها انجام می‌شود. این بررسی مستلزم پیاده‌روی و ثبت مداوم اطلاعات توأم با هم می‌باشد که به وقت و نیروی زیادی نیاز است. با توجه به این قضیه و در جهت اتوماتیک کردن بازرسی می‌توان از ماشین عکسبرداری لیزری از پوشش تونل استفاده نمود. این ماشین شامل یک سیستم عکسبرداری و یک پردازنده می‌باشد (شکل ۱—۳۲). سیستم عکسبرداری با استفاده از پرتوهای لیزری قادر به عکسبرداری از ترکهایی با عرض mm ۱ و بیشتر بر روی سطح پوشش می‌باشد. اطلاعات بازرسی توسط یک کامپیوتر پردازش می‌شود. این ماشین قابلیت حرکت بر روی جاده و نیز خط آهن را دارا بوده و میتواند با سرعت ۳/۵ کیلومتر بر ساعت عکس بگیرد. شکل ۱—۳۳) نحوه کار ماشین را به طور شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۱—۳۲ ماشین عکسبرداری

omoorepeyman.ir

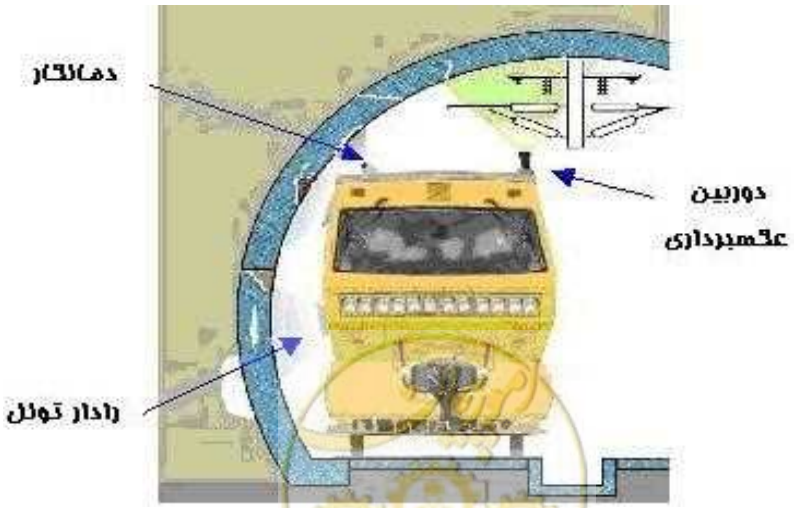


شکل ۳۳ چگونگی عملکرد ماشین عکسبرداری پوشش تونل

ذ) قطار بازرسی

شرکت ژاپنی Takenaka یک سیستم بازرسی عبوری برای تونل‌های بتنی ابداع نموده است. با حرکت یک وسیله نقلیه ریلی که تجهیزات بازرسی روی آن قرار گرفته است. در داخل تونل، امکان کنترل و ارزیابی فراهم می‌آید. در شکل ۱—۳۴) قسمتهای مختلف این قطار بازرسی نشان داده شده است.

شکل ۳۴ قطار بازرسی



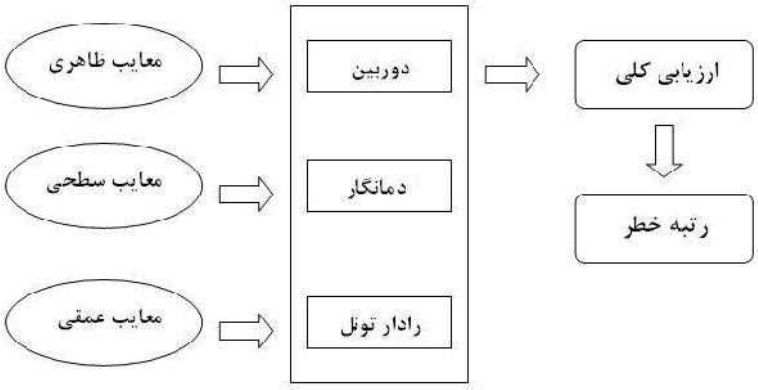
شکل ۳۵ تجهیزات قطار بازرسی

omoorepeyman.ir

همان طور که در شکل فوق نیز دیده می‌شود، تجهیزات سه گانه زیر بر روی قطار بازرسی قرار گرفته‌اند:

- دوربین عکسبرداری با دقت بالا جهت بررسی معایب سطحی بتن مانند ترک‌خوردگی.
- ترموگراف جهت بررسی معایب موجود در لایه‌های سطحی بتن مانند ترک‌خوردگی.
- یک رادار جهت بررسی معایب عمقی بتن مانند حفره‌های پشت یا داخل بتن.

درحالی که قطار با سرعت Km/h ۵ در داخل تونل حرکت می‌کند دوربین فوقانی، ترموگراف و رادار، بازرسی غیرمخرب وغیر تماسی بتن را در سمت حرکت قطار انجام می‌دهند. داده‌های هر کدام از این تجهیزات به یک برنامه شناسایی و ارزیابی وارد می‌گردد و درجه خطر یا فوریت تعمیر هر متر مربع از بتن در سه سطح بحرانی، اضطراری و بدون عیب تعیین می‌شود. بدین ترتیب با توجه به خروجی سیستم میتوان اقدامات تعمیری مناسب را انجام داد. شکل ۱—۳۶) نحوه عملکرد این سیستم را نشان می‌دهد.



شکل ۱—۳۶ مشخصات سیستم بازرسی و شناسایی

۱ـ ۴ ـ ۴ـ ۳ـسیستم‌های بازرسی روباتیک تونل

استفاده از سیستم‌های روباتیک در ساخت، به یک زمینه تحقیقاتی رایج تبدیل شده و مطالعات بسیاری مزایای استفاده از آن و پروسه بازرسی پروژه های زیرزمینی را با نتایج منصفانه و بازدهی بالا بیان کرده‌اند. همچنین آنها با استفاده از بازرسی در محیط‌های زیرزمینی به جای استفاده از بازرس‌ها، ایمنی را افزایش داده‌اند. بر همین اساس بازرسی دستی یا توسط انسان با روش‌های دیگری از جمله روش‌های مکانیکی، روباتیک با استفاده از دوربین، لیزر و سنسورها جایگزین شده است. در ادامه چند مورد مثال از به کارگیری روبات در بازرسی از تونل بیان شده که به اختصار در ذیل بیان می‌شود. یک روبات کوچک سیار مورد استفاده قرار می‌گیرد که به یک دوربین CCD مجهز است. روبات در یک فاصله ثابتی از دیوار با استفاده از چرخ‌های مختلف الشکل قرار می‌گیرد و تعدادی عکس گرفته می‌شود. دوربین دارای یک دستگاه ضد ویبره برای تثبیت عکس‌های گرفته شده است. روبات داخل تونل رفته و شروع به بازرسی می‌کند، اما اطلاعات بعد از جمع‌آوری همه عکس‌ها پردازش می‌شوند و بازرسی شامل شناسایی ترک ها با استفاده از یک الگوریتم کامپیوتری می‌باشد. یک روبات سیار که به ۲۱ سنسور التراسونیک و ۶ دوربین ویدیویی مجهز شده که سنسورها در یک بشقاب نیم حلقه‌ای شکل قرار می‌گیرند مورد استفاده قرار می‌گیرد. بازرسی شامل اسکن پوشش تونل برای بررسی تغییر شکل‌ها می‌شود. نتایج

omoorepeyman.ir

آزمایشگاهی نشان می‌دهد که سیستم می‌تواند هنگامی که با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه حرکت می‌کند هر ۱۴ میلی متر تغییر شکلها را شناسایی کند.

یک سیستم ساخته شده با یک دستگاه روبات کنترل از راه دور. این سیستم از یک تراک هشت تنی بعنوان ماشین پایه، یک سیستم اندازه گیری عرضی تونل، اندازه گیری الکترونیکی فاصله (EDM)، یک وسیله به کارگرفته شده برای تعیین محل ضربه، یک یونیت ضربه با پنج چکش که ضربه می‌زند و تجهیزات آن که روی بازوی دستگاه قرار دارند، یک بالابر که روبات را تا سقف بالا می‌برد و یک کامپیوتر که همه این اجزا را کنترل می‌کند، تشکیل شده است. در این سیستم روش بازرسی بر اساس صدای ضربه عمل می‌کند که ضرباتی را چکش هیدرولیکی به دیواره بتنی وارد می‌کند و صدای ایجاد شده را به سیگنال تبدیل کرده و به تجزیه و تحلیل آنها می‌پردازد. این سیستم قادر است که تورق و حفرات را در پوشش دیواره بتنی پیدا کند. عملیات این سیستم را سه نفر اجرا می‌کنند؛ یک نفر سرکارگر (رئیس) یک نفر اپراتور و یک نفر راننده. این سیستم دارای یک کامپیوتر با صفحه لمسی است که روی دسته کنسول اپراتور قرار گرفته است.

یک مثال دیگر استفاده از دو لیزر برای بازرسی چکش مانند جهت شناسایی عیوب در سازه های بتنی در تونل‌های انتقال استفاده میکند. این دستگاه روی یک چرخ موتوری واقع شده و تکنیک آن بر اساس شناسایی لرزه‌های طبیعی لایه بتنی بین سطح و داخل عیوب می‌باشد. این سیستم توانایی شناسایی انواع مختلف عیوب داخلی از جمله حفره، ترک‌خوردگی و کرموشدگی را دارد. دقت آن در تعیین مکان عیب، در حدود ۱ الی ۳ سانتی متر و عمق ۵ سانتی متر است.

۱ ـ ۴ـ ۵-عملیات بازرسی

۱ـ ۴ ـ ۵ـ ۱ـبازرسی اجزای سازه ای

بازرسی اجزای سازهای می‌تواند شامل ارزیابی وضعیت موارد ذیل باشد:

- دیوارهای ماسونری و سازه‌ای
- سقف
- کف
- فونداسیون
- کانالها و مجاری زهکشی
- درزهای انبساط
- جان‌پناه ها و نرده‌ها
- راه پله‌ها
- درزگیرها و بندکشی‌ها
- ادوات و اتصالات اجزای الحاقی به سازه
- پیاده‌روها در تونل

omoorepeyman.ir

- دهانه‌های تونل
- پوشش تونل
- سازه‌های فلزی الحاقی به سازه اصلی
- مخازن

تشخیص نقایص سازه‌ای به وسیله بازرسی چشمی و تکنیک‌های غیرمخرب انجام می‌گیرد. بازرسی چشمی می‌بایست بر روی تمام سطوح نمایان اجزای سازه‌ای صورت پذیرد. ابعاد تمامی خرابی‌های شناسایی شده باید اندازه‌گیری شده و همراه با موقعیت آنها ثبت شود. به عنوان مثال:

- اندازه‌گیری طول، عرض و عمق پوسته‌شدگی شدید در سطح بتن.
- اندازه‌گیری طول و عرض ترک‌های شدید.
- اندازه‌گیری طول، عرض و عمق خوردگی اجزای فولادی.

بازرسان می‌بایست برای انجام بازرسی دقیق، واریزه‌ها، شوره‌زدگی یا سایر مواد خارجی را از سطح قسمت مورد بازدید پاک نمایند. وقتی خرابی مشخص گردید، بایستی شدت آن نیز تعیین گردد که در ادامه به آن پرداخته شده است. علاوه بر بازرسی چشمی، اجزای سازه‌ای می بایست به طور متناوب برای تشخیص خرابی‌های پنهان با استفاده از تکنیک چکش‌زنی مورد ارزیابی قرار گیرند. درا ثر برخورد چکش با سطح قسمت سازه‌ای، صدایی تولید می‌شود که میتواند نشانه‌ای از وجود یک خرابی پنهان باشد.

صدای زنگدار (در عناصر فلزی) یا صدای بم قوی (در عناصر بتنی) نشان دهنده مصالح خوب در زیر سطح مورد بررسی می‌باشد. برعکس یک صدای پوکی نشان‌دهنده خرابی زیرسطحی می باشد. چنین عیبی در بتن دلالت بر وجود تورق دارد و یا نشان‌دهنده این است که بتن سست بوده و میتواند متورق شود. صدای پوکی در چوب نیز ممکن است ناشی از پوسیدگی گسترده باشد.

هنگامی که خرابی شناسایی شد، اطراف سطح خرابی می‌بایست علامت‌گذاری شود تا وسعت منطقه آسیب‌دیده مشخص گردد. این روش برای سطوح بتنی و چوبی عملی می‌باشد. همچنین روش فوق ممکن است برای فولاد نیز مورد استفاده قرار گیرد، به خصوص در جایی که خوردگی واضح باشد.

برای سطوح بتنی یا مصالح بنایی که قابل دسترسی هستند، ممکن است روش‌های غیر مخرب نظیر آزمایش التراسونیک استفاده شود. این آزمایش یک روش صوتی است که می‌تواند موقعیت و وسعت ترک‌های مویی یا خرابی‌ها، حفرات، گسستگی آرماتورها و ضخامت بتن را تعیین نماید. استفاده از این روش باعث کاهش تجهیزات مورد نیاز برای تقویت بنیادی سازه و نیز تعمیرات آتی خواهد بود. برای بازرسی صحیح تونل اطلاع از تمام سیستمهای عایق بندی که در زمان ساخت تونل نصب شده است، بسیار مهم است. در زیر انواع نواقص و خرابی‌های بتن، فولاد، مصالح بنایی و سازه‌های چوبی مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

- زمانبندی پیشنهادی برای بازرسی از اجزای سازه

omoorepeyman.ir

با توجه به بررسی‌های انجام شده بر روی زمان‌بندی انجام عملیات بازرسی بر روی اجزای مختلف سازه‌های زیرزمینی و تونل در کشورهای مختلف دنیا، فواصل زمانی ارائه شده در جدول زیر برای بازرسی اجزای تونل‌ها و سازه‌ها در طی انجام بازرسی‌های دوره‌ای پیشنهاد می‌شود. این فواصل زمانی برای سازه و تونل‌های مختلف با توجه به شرایط محیطی، سن سازه، نحوه نگهداری از سازه و ... با نظر کارشناسان با تجربه در امر تعمیر و نگهداری قابل تغییر می‌باشد. در جدول زیر حداقل فاصله زمانی بین دو بازرسی متوالی ارائه شده است، بدیهی است که فاصله بین دو بازرسی متوالی نباید کم‌تر از فواصل زمانی ارائه شده در این جدول باشد. در بازرسی‌های دوره‌ای و بازدیدهای جاری تنها امکان بازرسی بخش‌های سطحی و روباز پوشش سازه و سیستم زهکشی وجود دارد، بازرسی دقیق این بخش‌ها تنها در طی انجام بازرسی‌های تناوبی میسر می‌باشد .

جدول ۵- فواصل زمانی پیشنهادی برای بازرسی اجزای سازه

مورد	فاصله زمانی بین دو بازرسی
پیاده روها	۳ ماه
روکش‌ها، نرده‌ها، قاب‌های فولادی	۳ ماه
جداول و کانال‌های پیش‌ساخته	۳ ماه
حفاظ و نرده‌های ایمنی	۱ سال
پوشش سازه و تونل	۳ ماه
بازرسی نقاط مرتفع سازه و تونل	۶ ماه
دیوارهای ماسونری	۶ ماه
بررسی اتصالات تجهیزات مکانیکی و الکتریکی	۳ ماه
درزهای انبساط	۱ سال
راه‌پله‌ها	۳ ماه
مخازن	۳ ماه
سازه‌های الحاقی به سازه اصلی	۶ ماه

لوله‌های زهکشی باید قبل و بعد از فصل بارندگی مورد بازرسی قرار گیرند.

بهتر است ترانشه‌ها در بهار هر سال مورد بازرسی قرار گیرند.

omoorepeyman.ir

۱ـ ۵ ـمعایب و خرابی‌ها

۱ ـ ۵ـ ۱-سازه‌های بتنی

بازرسی بتن شامل بررسی‌های چشمی و آزمایش‌های فیزیکی می‌باشد. در بازرسی سازه‌های بتنی مراجعه به گزارشات قبلی بازرسی و بررسی عیوبی که قبلاً ثبت شده‌اند، اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا با این کار امکان کنترل میزان گسترش خرابی بتن فراهم می‌شود.

در ضمن به جهت بررسی میزان رواداری مراجع مورد استفاده به شرح ذیل می باشد؛

- آیین‌نامه بتن ایران (آبا ضابطه شماره ۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور): این آیین‌نامه شامل دستورالعمل‌ها و ضوابط مربوط به طراحی و اجرای سازه‌های بتن مسلح است. در بخش‌هایی از این آیین‌نامه به رواداری‌های مجاز و روش‌های تعمیر بتن اشاره شده است.
- گزارش‌های فنی ACI: شامل گزارش‌های فنی مختلف که به مسائل خاصی از جمله رواداری‌ها و تعمیرات می‌پردازند. به عنوان مثال، ۱۱۷ACI در مورد رواداری‌ها در ساخت بتن است.

معایب رایج عناصر بتنی شامل موارد ذیل می‌باشد:

۱ـ ۵ ـ ۱ـ ۱ـفرسایش سطحی

به آسیب تدریجی و مداوم سطح ملات و سنگدانه‌های آن در یک قسمت از بتن گفته می‌شود و به صورت ذیل طبقه‌بندی می‌گردد:

جزئی: خرابی سطح ملات حداکثر تا عمق ۶ میلی‌متر و بیرون زدگی مصالح درشت دانه.

متوسط: خرابی سطح ملات با عمق ۶ میلی‌متر تا ۲۵ میلی‌متر و افزایش خرابی ملات بین مصالح درشت دانه.

شدید: خرابی سطح ملات و اجزای درشت دانه آن و تجمع ملات در اطراف مصالح درشت دانه و عمق خرابی متجاوز از ۲۵ میلی‌متر.

۱ـ ۵ ـ ۱ـ ۲ـترک خوردگی

ترک یک شکستگی خطی در بتن است که در اثر افزایش نیروهای کششی نسبت به مقاومت کششی بتن ایجاد می‌شود. ترک‌ها ممکن است در اثربار خارجی (ترک‌های سازه‌ای) یا در زمان عمل‌آوری بتن (ترک‌های انقباضی غیر سازه‌ای) به وجود بیایند. شکل فوق یک نمونه ترک‌خوردگی در سقف تونل را نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir

شکل ۳۷ وقوع پدید ترک‌خوردگی در سقف تونل

از آنجا که ترک‌ها می‌توانند نشانه‌ای از مشکلات بالقوه سازه‌ای در آینده باشند، علت و عمق آن ها بایستی بررسی و گزارش گردد. همچنین باید نوع، اندازه، طول، جهت و موقعیت آنها شرح داده شود. در ادامه به بررسی انواع ترک‌ها پرداخته می‌شود.

ترک‌های عرضی: این ترک‌ها به صورت تقریباً مستقیم بوده و عمود برراستای دهانه بتنی به وجود می‌آیند.

ترک‌های طولی: ترک‌های نسبتاً مستقیمی هستند که به موازات دهانه دال بتنی یا تیر گسترش می‌یابند. این ترک‌ها از لحاظ عرضی، طولی و فاصله با یکدیگر متفاوت بوده و ممکن است به طور جزئی یا به طور کامل در بین صفحه بتنی یا تیر گسترش یابند.

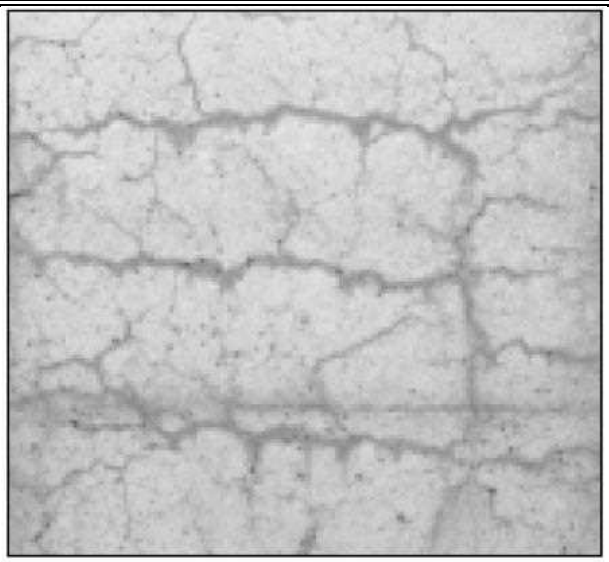
ترک‌های افقی: این ترک‌ها معمولاً در دیواره‌ها به وجود می‌آیند امَا ممکن است در اطراف تیرآهن یا آرماتور تقویتی زنگ زده نیز مشاهده گردند. ترک‌های افقی از لحاظ ساختار مشابه ترک‌های عرضی می‌باشند.

ترک‌های عمودی: ترک‌های عمودی دردیواره‌ها ایجاد می‌شوند و مشابه ترک‌های طولی در صفحات و تیرها می‌باشند.

ترک‌های مورب: این ترک‌ها تقریباً موازی با یکدیگر بوده و به صورت نسبتاً مایل با خط مرکزی سازه قرار دارند. ترک‌های فوق معمولاً کم عمق بوده و از لحاظ طول، عرض و فاصله متفاوت می‌باشند. پدیدار شدن این ترک‌ها در سطوح عمودی تیرها، نشانگر پتانسیل خطر جدی می‌باشند.

ترک‌های طرح و نقش‌دار: ترک‌های پیوسته با ابعاد متفاوت بوده و ظاهری شبیه به ترک‌خوردگی های ناشی از تابش آفتاب در مناطق خشک دارند. ترک‌های مذکور از درزهای کوچک تا بازشدگی‌های وسیع، متغیر بوده و در دال‌ها و دیواره‌ها قابل رؤیت هستند. در شکل زیر نمونه‌ای از این ترک‌ها نشان داده شده است.

omoorepeyman.ir



شکل ۳۸ نمونه ای از ترک های طرحدار

ترک‌های D شکل: این ترک‌ها شامل یک گروه از ترک‌های ریز با فواصل نسبتاً نزدیک به هم و طرح های تصادفی می‌باشند.

ترک‌های تصادفی: ترک‌های نامنظم پر پیچ و خم بر روی سطح بتن که شکل مشخصی نداشته و قاعدتاً در هیچ‌کدام از طبقه‌بندی‌های ذکر شده قرار ندارند.

وضعیت فیزیکی ترک‌ها می‌تواند به صورت یکی از حالت‌های زیر قابل مشاهده باشد:

- خشک
- مرطوب: به طوری که نم بر روی سطح قابل لمس باشد.
- تراوش: حرکت قابل مشاهده لایه نازکی از آب
- چکیدن آب: چکه کردن آب با نرخ حداقل یک قطره در دقیقه از ترک
- شره کردن: ریزش یا فوران آب از ترک
- شوره زدگی
- زنگ زدگی

میلگرد نمایان: وسعت ترک به حدی است که آرماتورهای داخل بتن به راحتی قابل مشاهده می‌باشند.

تمامی ترک‌های موجود در اجزای غیر پیش تنیده را می‌توان به صورت ذیل طبقه‌بندی نمود:

جزئی: عرض کمتر از ۰/۸ میلی‌متر

متوسط: عرض بین ۰/۸ تا ۳/۲ میلی‌متر

شدید: عرض بیش از ۳/۲ میلی‌متر

omoorepeyman.ir

در اعضای پیش تنیده ترک‌های با عرض بیشتر از ۰/۱ میلی‌متر با شدت شدید و ترک‌های کمتر از ۰/۱ میلی‌متر با شدت متوسط مشخص می‌شوند.

۱ـ ۵ ـ ۱ـ ۳ـپوسته شدگی

پوسته شدن یک فرورفتگی تقریباً دایره‌ای یا بیضوی در بتن است که در اثر جدایی و کنده شدن یک بخش از سطح بتن ایجاد می‌شود. معمولاً لبه بخش فرورفته عمود بر سطح می‌باشد (شکل ۱ـــ۳۹).

شکل ۱ـ۳۹ ریزش بتن در اثر پدیده پوسته‌شدگی

اغلب در اثر پوسته شدن آرماتورهای تقویتی نمایان می‌گردند. این پدیده می‌تواند به صورت زیرطبقه‌بندی شود:

جزئی: کمتراز ۱۲ میلیمتر عمق یا ۷۵ میلیمتر تا ۱۵۰ میلیمتر قطر.

متوسط: ۱۲ میلیمتر تا ۲۵ میلیمتر عمق یا درحدود ۱۵۰ میلیمتر قطر.

شدید: بیش از ۲۵ میلیمتر عمق و بیشتر از ۱۵۰ میلیمتر قطر و به طور کلی پوسته‌شدگی‌هایی که منجر به نمایان شدن آرماتورها می‌شوند.

۱ـ ۵ ـ ۱ـ ۴ـپوسته شدگی شکافی

این حالت نوعی از پوسته‌شدگی در امتداد درز انبساط یا انقباض و یا درز ساخت می‌باشد. این خرابی باید مانند موارد مطرح شده در بالا طبقه‌بندی شود.

۱ـ ۵ ـ ۱ـ ۵ـبیرون پریدگی

تکه‌های مخروطی هستند که از سطح بتن جدا شده و حفرات کوچکی بر جای می‌گذارند. شکل زیر نمونه‌ای از این نوع خرابی را نشان می‌دهد.

این خرابی به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شود:

omoorepeyman.ir

جزئی: قطر حفرات باقیمانده حداکثر تا ۱۰ میلیمتر یا معادل آن است.

متوسط: قطر حفرات باقیمانده بین ۱۰ میلیمتر تا ۵۰ میلیمتر یا معادل آن است.

شدید: قطر حفرات باقیمانده بین ۵۰ میلیمتر تا ۷۵ میلیمتر یا معادل آن است.

بیرون پریدگی‌هایی با قطر بیش از ۷۵ میلیمتر، به عنوان پوسته‌شدگی محسوب می‌شوند.

شکل ۴۰ـ پدیده قلوه‌کن شدن بتن

۱ـ ۵ ـ ۱ـ ۶ـ کلوخگی

سوراخ‌های ریزی هستند که در اثر غیرمحلول شدن ذرات رس بر روی سطح بتن به وجود می‌آیند و درجه‌بندی آن‌ها مانند بیرون‌پریدگی‌ها می‌باشد.

۱ـ ۵ ـ ۱ـ ۷ـ شوره زدگی

در اثر رسوب هیدروکسیدکلسیم محلول در آب بر روی سطح به وجود می‌آید و معمولاً سفید رنگ است و از زیر سطح شکل گرفته و سپس به رو می‌آید (شکل ۱ـ۴۱) به واکنش انجام شده در این حالت کربناسیون گفته می‌شود.

omoorepeyman.ir

شکل ۴۱ـ شوره‌زدگی بتن

۱ـ ۵ ـ ۱ـ ۸ـ لکه زدگی

به تغییر رنگ سطح بتن گفته می‌شود که به دلیل جابجایی مواد غیر قابل حل درآب بتن از طریق ترک‌ها و رسیدن آنها به سطح و تبخیر آب و رسوب این مواد بر روی سطح ایجاد می‌شود. لکه‌ها می‌توانند به هر رنگی ظاهر شوند. به عنوان مثال رنگ قهوه‌ای به دلیل زنگ زدن آرماتور ایجاد می‌شود.

۱ـ ۵ ـ ۱ـ ۹ـ ناحیه توخالی

محدوده‌ای است که وقتی با چکش به آن ضربه زده می‌شود، صدای توخالی بودن از آن به گوش می‌رسد. این مسأله عموماً به دلیل تورق بتن به وجود می‌آید.

۱ـ ۵ ـ ۱ـ ۱۰ـ 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 تداعی می‌کنند. در شکل ۱ـــ۴۲) نمونه‌ای از این خرابی نشان داده شده است.

omoorepeyman.ir

شکل ۴۲ـ نمونه بتن لانه زنبوری

۱ـ ۵ ـ ۱ـ ۱۱ـ نشت آب

در منطقه‌ای از سطح بتن رخ می‌دهد که آب به داخل بتن آن قسمت وارد شده باشد. در شکل (شکل ۱ـ۴۳) نشت آب همراه با ریزش پوشش سطحی از سقف تونل، نشان داده شده است. نحوه درجه بندی نشت آب به شکل زیر می‌باشد:

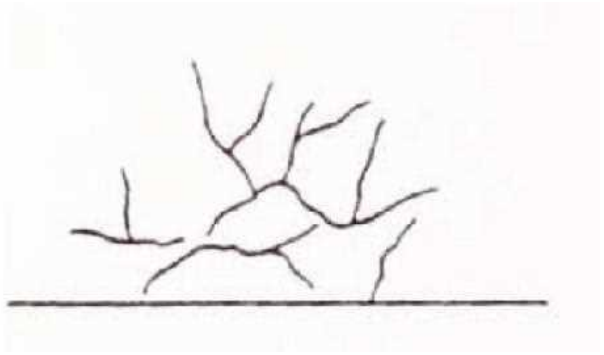
شکل ۴۳ـ ریزش سقف تونل به دلیل نشت آب

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

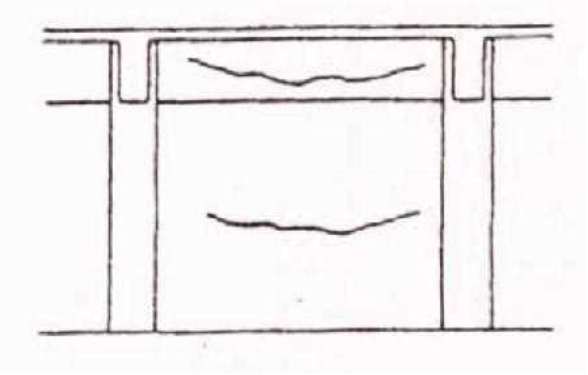
طبقه‌بندی درجه وخامت و آسیب نیازمند آزمایشات و قضاوتهای مهندسی است، اما راهنماها و دستورالعمل‌ها در این موارد می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. استانداردهای ASCE شماره ۱۱، ACI 207.3R و ACI 201.1R راهنماهایی را برای بازرسی چشمی در بتن ارائه کرده‌اند. این راهنماها شامل ارزیابی سازه با مشاهده برخی علائم بر روی سازه است.

omoorepeyman.ir

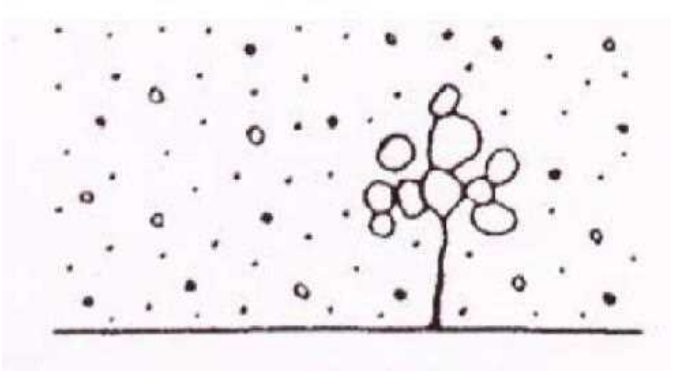
به عنوان نمونه اشکال زیر برخی از این علائم و تفاسیر مرتبط با آن را در دستورالعمل‌های بازرسی سازه‌های بتنی نشان می‌دهند.



شکل ۴۴ وضعیت ظاهری سطح بتن زمانی که زمان حمل و نقل یا ترکیب بسیار طولانی باشد.

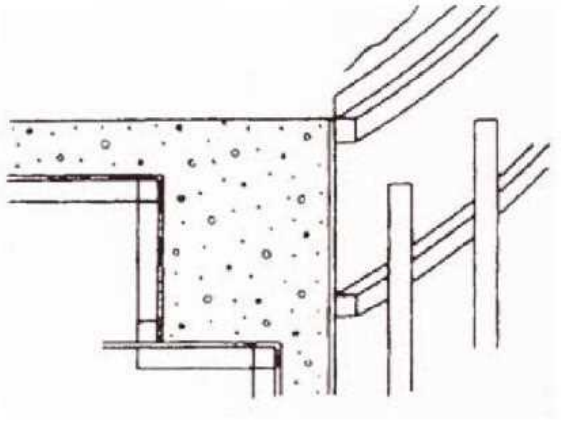


شکل ۴۵ تصویر ترک ایجاد شده در اثر نشست بتن

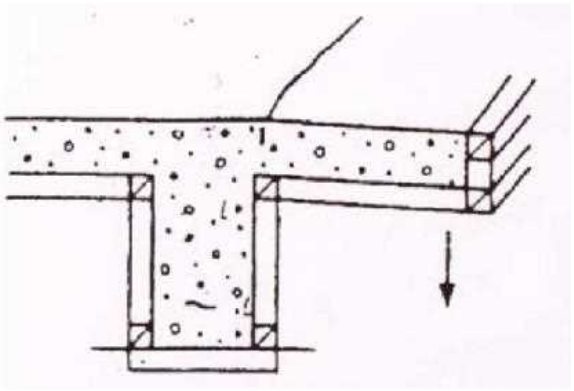


شکل ۴۶ تصویر کلوخگی در بتن

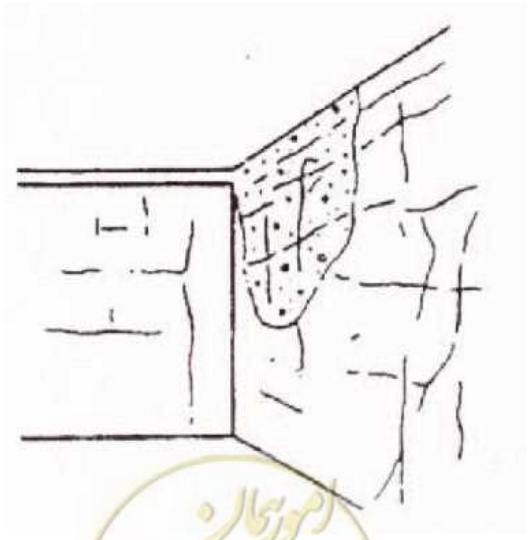
omoorepeyman.ir



شکل ۴۷ ترک‌خوردگی ناشی از خم‌شدگی چارچوب

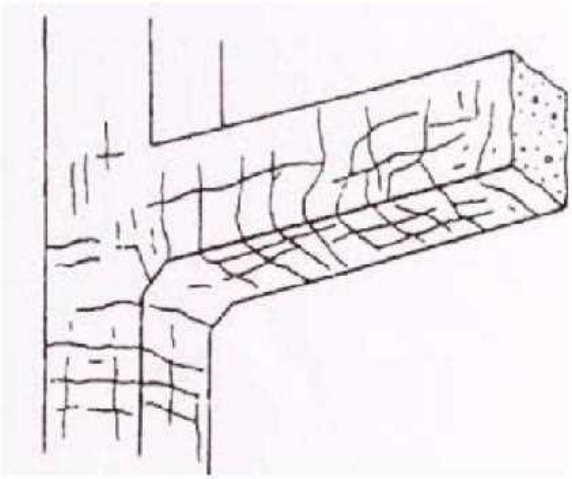


شکل ۴۸ ترک‌خوردگی ناشی از فرونشست پوشش چوبی

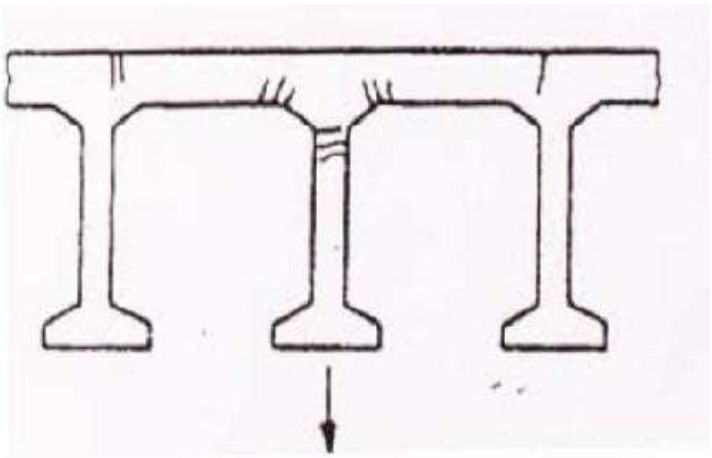


شکل ۴۹ تصویر خوردگی شدید ناشی از حملات شیمیایی

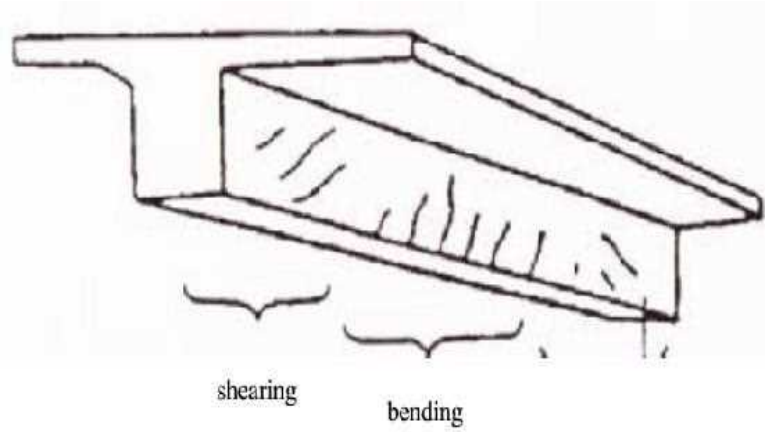
omoorepeyman.ir



شکل ۵۰ تصویر شماتیک تاثیر آتش برروی بتن

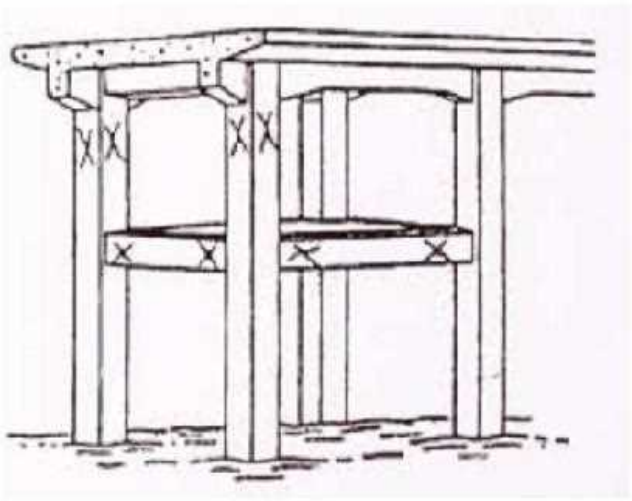


شکل ۵۱ ترک ناشی از نشست بستر در ستون وسط

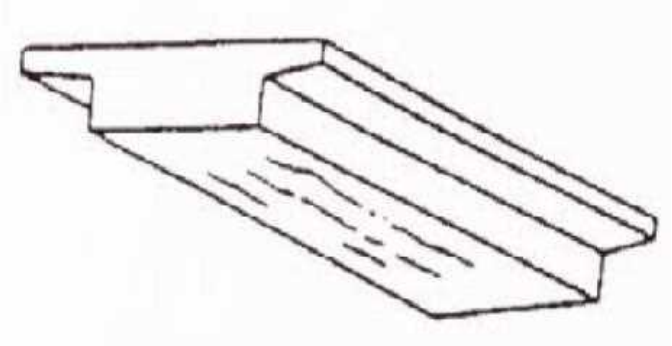


شکل ۵۲ ترک ناشی از تنش های خمشی و برشی

omoorepeyman.ir



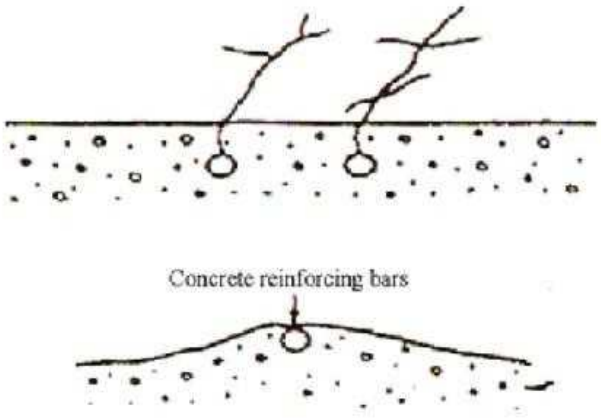
شکل ۵۳ ترک در ستون‌ها و تیرها ناشی از زلزله



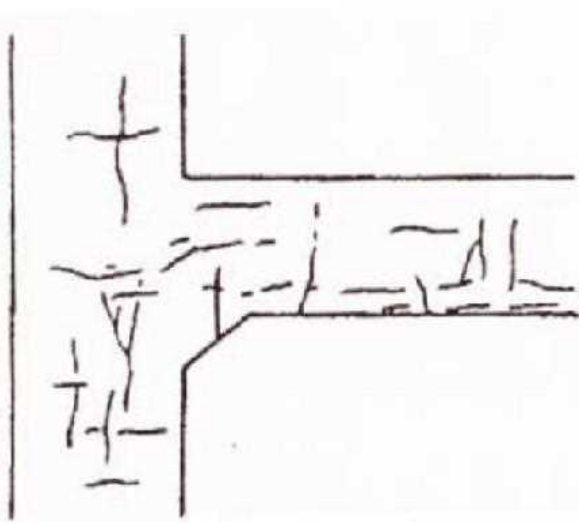
شکل ۵۴ ترک ناشی از تقویت ناکافی

شکل ۵۵ ترک ناشی از ترکیبب نامناسب سیمان

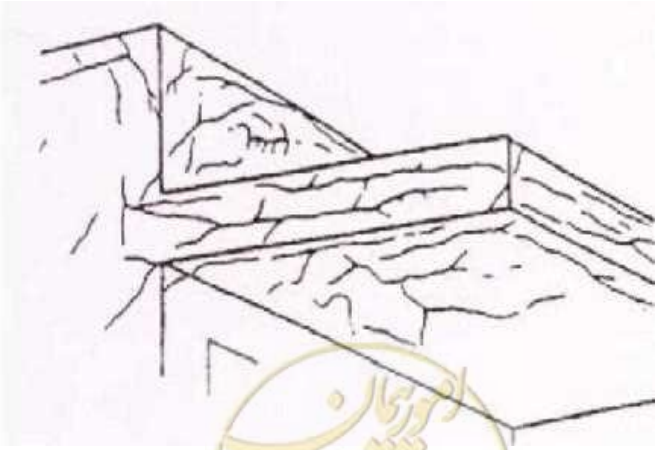
omoorepeyman.ir



شکل ←۵۶ فرونشست بتن

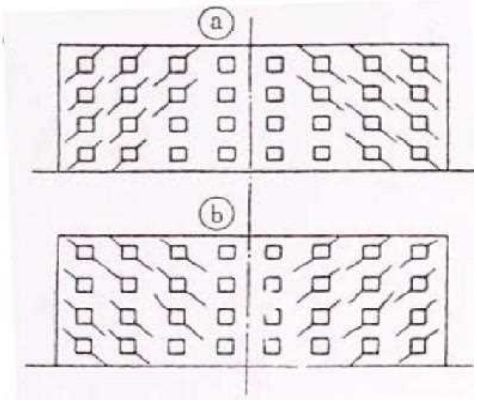


شکل ←۵۷ ترک ناشی از خوردگی میلگرد تقویت‌کننده

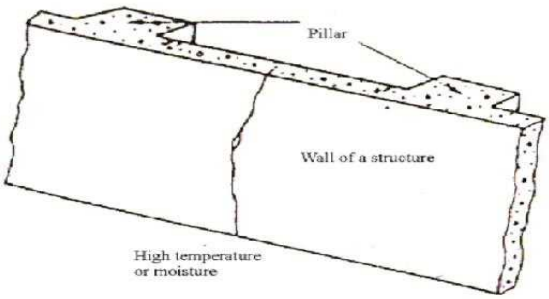


شکل ←۵۸ ترک ناشی از سردشدگی و گرم‌شدگی متناوب

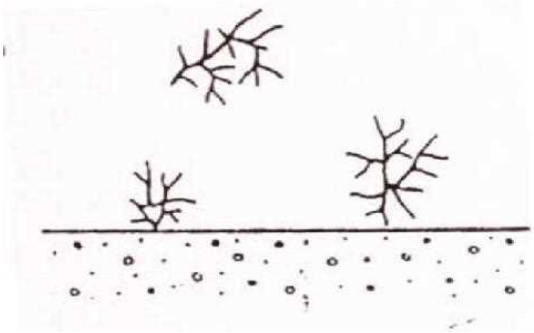
omoorepeyman.ir



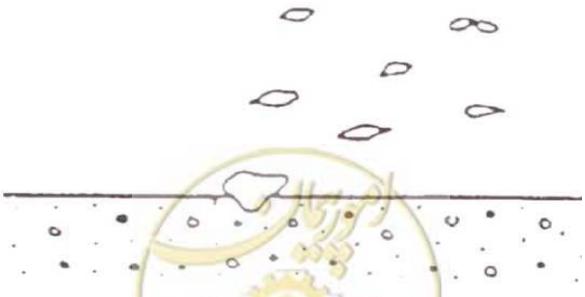
شکل ۵۹ اثر تغییر وضعیت بستر a) دمای پایین b) رطوبت پایین



شکل ۶۰ تاثیر وضعیت جوی



شکل ۶۱ عدم ترکیب یکنواخت در بتن



شکل ۶۲ ترکیدگی ناشی از کلوخگی و رطوبت بالا

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۵ـ ۲-سازه‌های فولادی

در ادامه مشکلات و آسیب‌های سازه های فولادی ارائه می گردد. شایان ذکر است در این بخش رعایت استانداردهای ذیل به جهت مقاومت به حریق و همچنین میزان رواداری از پیش نیازهای سازه های فولادی می باشد.

- ضابطه شماره ۸۳۰ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان «دستورالعمل ارزیابی، طراحی، نظارت و اجرای پوشش‌های معدنی پاششی محافظت کننده در برابر آتش برای سازه‌های فولادی»
- ASTM E119"" استاندارد آمریکایی برای آزمون مقاومت سازه‌ها در برابر حریق
- NFPA (National Fire Protection Association)۵۰۰۰: این آیین‌نامه شامل الزامات ساختمانی و ایمنی حریق برای انواع سازه‌ها است و می‌تواند به‌ویژه برای سازه‌های فولادی مفید باشد.
- ضابطه شماره ۱۱۲ سازمان برنامه و بودجه کشور درخصوص محافظت ساختمان‌ها در برابر حریق
- "مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان": مربوط به طراحی و اجرای ساختمان‌های فولادی. این مبحث شامل معیارهای رواداری و روش‌های تعمیر برای سازه‌های فولادی است.

۱ـ ۵ ـ ۲ـ ۱ـ خوردگی

یکی از دلایل ایجاد خوردگی، واکنش فلزات با اسیدهای مهاجم می‌باشد. به عنوان مثال از ترکیب گوگرد با هیدروژن اسیدسولفوریک به وجود می‌آید که یک عامل خورنده بسیار قوی است. با توجه به این مطلب، وجود رطوبت و گاز گوگرد در محیط می تواند زمینه‌ساز ایجاد خوردگی باشد. رنگ فلز خورده شده از قرمز تیره تا قهوه‌ای تیره متغیر است. ابتدا خوردگی از ذرات ریز شروع می‌شود و سپس پیشرفت کرده، به صورت فلس فلس شدن نمایان می‌شود و در نهایت موجب ایجاد حفره در عضو می‌شود. شکل ۱ـــ۶۳)یک تیر فولادی در تونل را نشان می‌دهد که دچار خوردگی شده است.

شکل ۱ـ۶۳ خوردگی تیر فولادی در سقف سازه

تمامی مشخصات، موقعیت و میزان گستردگی نواحی خورده شده باید ثبت شود. عمق حفره‌های شدید باید اندازه‌گیری شده و ابعاد کندگی‌های ایجاد شده به علت خوردگی ثبت شود. خوردگی را می‌توان به شکل زیر درجه‌بندی کرد:

omoorepeyman.ir

جزئی: خوردگی جزئی که در رنگ سطح ایجاد شده است.

متوسط: شکلی از خوردگی که باعث تورق و فلس فلس شدن سطح می‌شود. نواحی خورده شده به راحتی قابل مشاهده می‌باشند.

شدید: خوردگی شدید و ایجاد حفره درسطح فلز. این نوع خوردگی منجر به از بین رفتن پروفیل فلزی می‌شود و در نواحی که نفوذ آب وجود دارد رخ می‌دهد.

۱ـ ۵ ـ ۲ـ ۲ـ ترک‌ها

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

۱ـ ۵ ـ ۲ـ ۳ـ کمانش و اعوجاج

این پدیده عمدتاً در اثر تنش‌های حرارتی، بارگذاری بیش از حد ظرفیت و یا بارهای اضافی به وجود می‌آید. وضعیت اخیر در اثر تسلیم شدن بخش‌های مجاور ایجاد می‌شود (وضعیت بارهای اضافی). خرابی‌های ناشی از نصب یا برش اعضا نیز ممکن است باعث کمانش و اعوجاج شود.

۱ـ ۵ ـ ۲ـ ۴ـ نشت آب

در بخشی از سطح فلز رخ میدهد که در آن آب از طریق یک ترک یا درز به داخل نفوذ می‌کند.

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

۱ـ ۵ ـ ۲ـ ۵ـ پوشش حفاظتی

حفاظت از فلز به وسیله رنگ‌زدن، گالوانیزه کردن یا استفاده از فلز هوازده انجام می‌شود. در اکثر سازه‌ها از روش اول استفاده می‌شود. دسته‌بندی درجه زوال رنگ به دو عامل شرایط فیزیکی رنگ و میزان خوردگی عضو بستگی دارد و به شکل زیردسته‌بندی می‌شود:

جزئی: نشانه‌های آشکار تخریب لایه رنگ دیده می‌شود ولی هنوز فلز دچار خوردگی نشده است.

متوسط: رنگ در وضعیت بدی قرار دارد. خوردگی وجود دارد ولی جدی نیست (بدون آسیب به مقطع).

زیاد: رنگ از بین رفته و خوردگی شدید همراه با آسیب مقطع ایجاد شده است.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۵ـ ۳-سازه‌های بنایی

۱ـ ۵ ـ ۳ـ ۱ـ اجزای بنایی

تک‌تک سنگ‌ها، آجرها و بلوک‌ها باید از نظر ترک‌خوردگی، شکستگی، جابجایی یا تخریب کنترل شوند. برای برخی مصالح از بین رفتن سطح یا هوازدگی می‌تواند یک مشکل باشد.

کم: تخریب سطح به صورت پراکنده، ترک‌های جزئی.

متوسط: جابجایی خفیف واحدهای بنایی، نواحی وسیع از سطح دچار کندگی شده‌اند.

شدید: واحدهای بنایی جابجا شده یا از دست رفته‌اند.

۱ـ ۵ ـ ۳ـ ۲ـ ملات

وضعیت ملات بایدکنترل شود تا مطمئن شویم که هنوز قدرت نگهدارندگی خود را حفظ کرده است. باید خوردگی، زوال و یا به از بین رفتن ملات توجه نموده و آن را ثبت نمود.

جزئی: تخریب سطحی ملات به صورت پراکنده.

متوسط: بخش عمده ملات به صورت پراکنده از بین رفته، لکه‌دار شدن در اثر نفوذ آب کاملاً مشهود است.

زیاد: بیشتر ملات از بین رفته، نفوذ آب موجب ایجاد ناهنجاری‌هایی درسطح داخلی سازه شده است.

۱ـ ۵ ـ ۳ـ ۳ـ شکل سازه

طاق‌های ضربی تحت فشارعمل می‌کنند. قوس‌های مسطح، شکم دادن دیواره‌ها و دیگر تغییرشکل‌ها بیانگر عدم ثبات شرایط خاک می‌باشد.

۱ـ ۵ ـ ۳ـ ۴ـ امتداد

امتداد افقی و عمودی سازه باید به صورت بصری کنترل شود.

۱ـ ۵ ـ ۳ـ ۵ـ نشت آب

محدوده‌ای از سطح بنایی که آب از داخل یک ترک یا درز به آن نفوذ می‌کند.

- جزئی: سطح خیس است ولی آب وجود ندارد.
- متوسط: جریان با حجم ۳۰ قطره در دقیقه.
- شدید: جریان آب با حجم بیشتر از ۳۰ قطره در دقیقه.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۵ـ ۴- سازه‌های چوبی

۱ـ ۵ ـ ۴ـ ۱ـ پوسیدگی

پوسیدگی شایع‌ترین علت تخریب سازه‌های چوبی است ودر اثر قارچ‌های زنده‌ای که روی بافت‌های چوب قرار دارند ایجاد می‌شود. کپک‌ها، لکه‌ها، فساد کم (شدت کم) و پوسیدگی به رنگ سفید یا قهوه‌ای (شدت زیاد) انواع شایع قارچهایی هستند که باعث فساد چوب می‌شوند. چوب ممکن است تغییر رنگ داده و نرم شود و مقطع چوبی از بین برود. هرگونه خرابی بایستی ثبت شده و میزان از بین رفتن مقطع ذکرشود. فساد چوب به صورت زیر درجه‌بندی می‌شود:

جزئی: تغییر رنگ چوب، ظهور کپک‌ها ولکه‌ها.

متوسط: سطح چوب نرم شده و حداکثر ۱۵ درصد از مقطع از بین می‌رود.

زیاد: لکه‌های سفید قهوه‌ای ایجاد می‌شوند و بیش از ۱۵ درصد مقطع از بین می‌رود.

۱ـ ۵ ـ ۴ـ ۲ـحشرات

هجوم هرگونه حشره‌ای باید ذکر شده و در صورت آگاهی، نوع حشره نیز باید یادداشت شود. خاک اره یا پودر چوب در اطراف اعضای چوبی می‌تواند دال بر وجود حشرات باشد و بایستی مورد بررسی قرار گیرد. موریانه‌ها جزء شایع‌ترین حشراتی هستند که باعث تخریب چوب می‌شوند.

۱ـ ۵ ـ ۴ـ ۳ـ ترک‌ها/ شکاف‌ها

برخی ترک‌ها به صورت جزئی 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 درعضو چوبی امتداد می‌یابند، شکاف گفته می‌شود. تمامی ترک‌ها و درصد نفوذ آنها در عضو چوبی باید ثبت شود. می‌توان ترک‌ها را به صورت زیر درجه‌بندی کرد:

جزئی: ترک‌های سطحی عمود بر صفحه تنش یا ترک‌های پراکنده موازی با صفحه تنش.

متوسط: ترک‌هایی باکمتر از ۱۵ درصد نفوذ در عضو چوبی عمود بر صفحه تنش یا ترک‌های پراکنده با کمتر از ۴۰ درصد نفوذ موازی با صفحه تنش.

زیاد: ترک‌های 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.

۱ـ ۵ ـ ۴ـ ۴ـ تخریب در اثر آتش

درجه‌بندی بر مبنای میزان تخریب در اثر آتش‌سوزی به صورت زیر می‌باشد:

- جزئی: سطح سوخته و سیاه شده، بدون تخریب محسوس مقطع.
- متوسط: کمتر از ۱۵ درصد تخریب مقطع.

omoorepeyman.ir

- زیاد: بیش از ۱۵ درصد تخریب مقطع.

۱ـ ۵ ـ ۴ـ ۵ـ ناحیه توخالی

نواحی پوک در چوب بیان‌گر وجود حشرات یا پوسیدگی پیشرفته در سطح داخلی چوب می‌باشند. تمام نواحی پوک باید بر طبق محل و ابعادشان ثبت شوند.

۱ـ ۵ ـ ۴ـ ۶ـ نشت آب

محدوده‌ای در چوب که آب از طریق ترک‌ها، شکاف‌ها یا خود چوب (بافت چوب) به داخل آن نفوذ می‌کند.
کم: سطح چوب نم‌دار است ولی قطره آبی وجود ندارد.
متوسط: جریان فعال آب با حجم کمتر از ۳۰ قطره در دقیقه.
زیاد: جریان فعال آب باحجم بیشتر از ۳۰ قطره در دقیقه.

۱ ـ ۵ـ ۵- مصالح اتصال‌دهنده

۱ـ ۵ ـ ۵ـ ۱ـ پیچ‌ها

پیچ‌های اتصال پوشش‌های فولادی، چدنی و بتنی پیش‌ساخته، ممکن است در اثر رطوبت و شرایط نمناک تغییر رنگ بدهند. در این شرایط ظرفیت باربری پیچ‌ها کم نمی‌شود. باید به پیچ‌هایی که در محل‌های نفوذ و نشتی آب قرار دارند، توجه لازم مبذول داشت تا مقطع پیچ از بین نرفته باشد. اگرمقطع پیچ از بین رفته باشد، باید تعویض شود. همچنین باید محل تمامی پیچ‌های لق یا مفقود شده ذکر شود.
کم: پیچها تغییر رنگ داده ولی مقطع آنها حفظ شده است.
متوسط: پیچ‌ها تا ۱۵ درصد تخریب شده‌اند.
زیاد:تخریب پیچ‌ها بیش از ۱۵ درصد می‌باشد.
پیچهایی با خرابی ۵۰ درصد یا بیشتر باید تعویض شوند.

۱ـ ۵ ـ ۵ـ ۲ـ درزبندها

درزبندهای بین قطعات پوششی سازه و تونل میتوانند از جنس سرب، لاستیک یا قیر باشند. این درزبندها ممکن است در اثر نفوذ آب یا شل‌شدن پیچ‌های‌شان از جای خود خارج شوند. حتی ممکن است این پیچ‌ها در اثر تأثیرات شیمیایی یا بیولوژیکی ایجادشده ناشی از آب نفوذی، تخریب شوند. همچنین جابجایی سازهای پوشش ممکن است باعث گسستگی یا تغییرشکل درزبندها و نفوذ آب شود. تمامی معایب درزبندها باید با ذکر محل و میزان خرابی ثبت شوند.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۵ـ ۶- تعمیرات ایمنی/ بحرانی

عملیات بازرسی ممکن است نواقص شدیدی را آشکار سازد که می‌توانند مسافران، پرسنل تونل یا اعضای تیم بازرسی را در معرض خطر قرار دهند. در چنین شرایطی، چنین نقصی باید در رده تعمیرات فوری قرار گیرد. در این شرایط یکی از فعالیت‌های بحرانی زیر باید انجام شود:

بستن سازه تا زمانی که معایب شدید (معایبی که برای مسافرین خطرساز می‌باشند) برطرف شده یا تعمیر شوند.

قرنطینه بخشی از سازه تا زمانی که خطر و نقص برطرف شود.

در صورت مناسب بودن شرایط زیر عضو سازه‌ای شمع زده شود.

لازم است که پیشاپیش تیم بازرسی برای انجام فعالیت‌های بحرانی با کارفرما هماهنگی‌های لازم را انجام دهند. در اغلب موارد، این قبیل فعالیت‌ها برای بتنی انجام می‌شود که در آستانه ریزش باشد. تخلیه سازه می‌تواند به وسیله تیم بازرسی یا پرسنل انجام شود.

۱ـ ۵ ـ ۶ـ ۱ـ کدهای وضعیت

اجزای بازرسی شده باید درجه‌بندی گردند. به همین منظور با توجه به پوشش‌های مختلف موجود در تونل و سازه‌ها به هر بخش سازه‌ای یک کد عددی بین ۰ تا ۹ اختصاص می‌یابد، که عدد ۰ بیانگر بدترین و عدد ۹ بیانگر بهترین شرایط می‌باشند. این رده‌بندی بر مبنای وسعت، نوع، اندازه و محل نواقص یافت‌شده در سازه و اجزای سازه‌ای آن و هچنین ظرفیت باربری اجزا، در نظر گرفته شده است. برای تعیین ظرفیت باربری، بازرس باید بداند که هر جزء چگونه طراحی شده و نواقص موجود چگونه بر روی طراحی اثر منفی می‌گذارند. در جدول زیر کدهای درجه‌بندی نشان داده شده‌اند.

ممکن است نواقص موجود دقیقاً در یکی از این دسته‌بندی‌ها قرار نگیرند، به همین جهت بازرسان باید درزمان بازرسی و درجه‌بندی شرایط از قضاوت مهندسی مناسب استفاده نمایند.

جدول ۱ـ۶ کدهای درجه‌بندی وضعیت سازه‌ای

کد	توضیحات
۹	سازه نوساز
۸	وضعیت عالی ـ معایبی پیدا نشده است.
۷	وضعیت خوب ـ تعمیرات ضروری نیست. معایبی به صورت پراکنده پیدا شده است.
۶	تغییرات جزئی بین ردیف ۵ و ۷.
۵	وضعیت متوسط ـ تعمیرات جزئی مورد نیاز است ولی عملکرد اجزا همانند شرایط طراحی اولیه می‌باشد. نواقص جزئی، متوسط و پراکنده و بدون هیچ مقطع آسیب دیده.

omoorepeyman.ir

کد	توضیحات
۴	تغییرات جزئی بین ردیف ۳ و ۵.
۵	وضعیت بد ـ نیاز به تعمیرات اساسی بوده و عدم عملکرد اجزا همانند شرایط طراحی اولیه. وجود نواقص جدی.
۲	وضعیت خطرناک ـ برای بهره‌برداری نیاز به تعمیرات اساسی فوری می‌باشد.
۱	وضعیت وخیم ـ نیاز به انسداد فوری و مطالعه برای تعیین امکان تعمیر سازه.
۰	وضعیت بحرانی ـ سازه تعطیل و غیر قابل تعمیر است.

۱ ـ ۵ـ ۷-فرونشست

فرونشست زمین یکی از چالش‌های مهم مهندسی عمران است که به طور مستقیم بر پایداری و عملکرد سازه‌ها و زیرساخت‌ها تاثیر می‌گذارد. این پدیده عمدتاً ناشی از کاهش سطح آب زیرزمینی به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه، استخراج منابع معدنی، و فعالیت‌های انسانی است. کاهش حجم آب زیرزمینی باعث تراکم لایه‌های خاک و در نتیجه فرونشست زمین می‌شود که می‌تواند باعث تغییر شکل و آسیب به ساختمان‌ها، جاده‌ها، خطوط لوله، و سایر زیرساخت‌های حیاتی شود.

در نظر گرفتن فرونشست زمین در طراحی و اجرای پروژه‌های عمرانی از اهمیت بالایی برخوردار است. مهندسان عمران باید از روش‌های پیشرفته ژئوتکنیک و مدل‌سازی زمین‌شناسی برای ارزیابی ریسک‌های ناشی از فرونشست استفاده کنند. بهره‌گیری از فناوری‌های نوین نظیر تکنیک‌های تداخل‌سنجی راداری (InSAR) و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌تواند در مانیتورینگ و پیش‌بینی فرونشست کمک شایانی نماید.

علاوه بر این، مهندسان باید اقدامات اصلاحی مانند تزریق مواد تثبیت‌کننده به خاک، بهبود ویژگی‌های مکانیکی لایه‌های زیرسطحی، و طراحی سیستم‌های زهکشی مناسب را به منظور کاهش تاثیرات فرونشست بر سازه‌ها مدنظر قرار دهند. همچنین، تدوین و اجرای سیاست‌های مدیریت منابع آب زیرزمینی به عنوان یک رویکرد پیشگیرانه می‌تواند از وقوع فرونشست‌های گسترده جلوگیری کند. در نهایت، تلفیق دانش فنی با نظارت دقیق و اجرای صحیح، کلید حفظ ایمنی و کارایی زیرساخت‌ها در مواجهه با پدیده فرونشست زمین است.

۱ـ ۶ ـسازه پل ها

با توجه به محدودیت فضا در محیط های شهری، بیشتر مسیرهای مترو و به دنبال آن ایستگاه ها به صورت زیرزمینی در نظر گرفته می شود. با این وجود ساخت ایستگاه در تراز زمین و در ارتفاع نیز مورد پذیرش بوده و در برخی از شهرهای جهان مورد استفاده قرار می گیرد. به طور کلی روش های متعددی جهت اجرای ایستگاه های مترو وجود دارد که انتخاب آن تابع وضعیت شهری (اعم از ترافیک، محدودیت فضا، ساختمان ها و تأسیسات موجود) و تراز قرارگیری ایستگاه است.

omoorepeyman.ir

به جهت تعمیر و نگهداری سازه های برون زمینی متروها و به ویژه پل ها با توجه به گستردگی مطالب موجود در این زمینه و جلوگیری از تکرار وهمچنین طویل شدن سند فوق در ادامه ضوابط و استانداردهای مرتبط با موضوع فوق ارائه می گردد؛

- استانداردهای نگهداری و بازرسی پل بتنی: شماره ضابطه ۱۳۹، با عنوان "راهنمای بازرسی و نگهداری پل‌های بتنی" که شامل استانداردهای بازرسی منظم و نگهداری پیشگیرانه است.
- راهنمای آمریکایی برای ارزیابی و نگهداری پل‌ها :AASHTO Manual for Bridge Evaluation
- : راهنمای آمریکایی برای بازرسی و نگهداری پل‌ها.FHWA Bridge Inspector's Reference Manual

در ادامه برخی از موارد نیازمند بازرسی و نگهداری پل های فلزی و بتنی آورده شده است.

براساس بازرسی انجام شده نحوه تعمیر و نگهداری سازه فوق مشخص می گردد. این سطح از بازرسی هر سه ماه یکبار جهت گزارش آسیب‌های مشهود پلها و همچنین آسیب‌هایی که رسیدگی به موقع، مانع از گسترش و تحمیل مخارج سنگین تعمیرات اساسی خواهد شد، انجام می‌شود. در این دستورالعمل علاوه بر معرفی برخی از آسیب‌های رایج و محتمل در پلها، راهنمای نحوه شناسایی و تشخیص آسیبها نیز ارائه شده است.

۱ ـ ۶ـ ۱-بازدید از روکش

بازدید از روکش سازه در بخش عملیات سازه در بخش روسازی بطور مفصل ارائه گردیده است.

۱ ـ ۶ـ ۲-درز انبساط

سیستم‌های درز انبساط پلها مستقیماً در معرض بارهای ناشی از وسایل نقلیه هستند، بنابراین باید در مقابل فرسایش مقاومت کنند. درزهای انبساط باید آببند باشند تا بتوانند روسازه و زیرسازه پل را در مقابل خوردگی محافظت نمایند.

آسیب‌های متداولی که در درزهای انبساط یک پل باید توسط بازرس گزارش شود، عبارتند از:

- نشت شدید در طول درز
- از جا درآمدن الستیک درز
- مسدود شدن درز با خاک و خاشاک
- ایجاد سر و صدا هنگام عبور وسایل نقلیه
- خرد شدن بتن پاشنه
- مشاهده حرکتهای قابل توجه در درز زیر بار ترافیک
- کنده شدن، خم شدن یا از جا بلند شدن قسمتی از شانه‌های درز و یا ورق روی درز
- مشاهده فاصله غیر عادی طولی، عرضی و یا ارتفاعی ما بین دو لبه درز در سطح عرشه
- یکسان نبودن عرض بازشدگی درز در راستای آن

omoorepeyman.ir

- فقدان تعدادی از پیچهای درز انبساط

۱ ـ ۶ـ ۳-زهکش

سیستم زهکشی وظیفه جمع‌آوری و انتقال آبهای سطحی را به عهده دارد. اجزاء این سیستم عبارتند از: لگنچه، کف شور، لوله‌ها و خروجی‌های آنها. عدم جمع‌آوری مناسب آبهای سطحی و تجمع آب بر روی عرشه موجب لغزنده شدن سطح معبر هنگام بارش و ایجاد صدمات سازه‌ای و نشست خاک پشت کوله می‌شود.
بهترین زمان برای ارزیابی و بازدید سیستم زهکش بافاصله پس از بارش باران است. آسیب‌های متداولی که در زهکشها باید گزارش شود عبارتند از:

- قلوه کن شدن یا از بین رفتن بتن اطراف زهکش که باعث ایراد آسیب به سازه اصلی پل و المانهای آن شده باشد.
- مسدود شدن لگنچه ها مسدود
- گرفتگی مجرا بطوریکه در اثر ورود آب به خط عبوری، امکان یخزدگی و سرخوردگی وجود داشته باشد
- مفقود شدن دریچه ها و احتمال آسیب به افراد یا خودروهای عبوری
- اتصالت ناپایدار و احتمال سقوط اجزای سیستم زهکش
- اتصال نامناسب سیستم زهکش به سیستم جمع آوری آبهای سطحی زیر پل

۱ ـ ۶ـ ۴-جداول، پیاده‌رو و قرنیز (در صورت وجود پیاده رو)

پیاده‌رو مسیر ایمن عبور عابران و مسافران می‌باشد. آسیب‌های متداولی که در جدولها، پیاده‌رو و قرنیز در محل پلها باید گزارش شود، عبارتند از:

- وجود چاله و ناهمواری روی سطح پیاده‌رو
- اتصال نامناسب قطعات الحاقی)تابلوهای تبلیغاتی، گلدان و ...(به جدول
- بیرونزدگی قرنیز، جداول و وجود خطر جانی
- قلوه‌کن شدن سطح بتن در اثر آسیب‌دیدگی
- از بین رفتن رنگ‌آمیزی
- وجود ترک قابل رویت در اجزای بتنی
- اضمحلال اجزای بتنی
- جدا شدن نبشی لبه جدول و بیرون زدگی آن
- عدم وجود پوشش درز انبساط روی پیاده‌رو
- آسیب دیدن سطح پوشش روی پیاده‌رو

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۶ـ ۵-تابلوهای تبلیغاتی، تابلوهای ترافیکی، روشنایی و تأسیسات عبوری

آسیب‌های متداولی که در بازدید از پلها در ارتباط با تابلوهای تبلیغاتی الحاق شده به پلها، تابلوهای ترافیکی، روشنایی و تأسیسات عبوری از محل پل باید گزارش شود، عبارتند از:

- وجود نشتی در تأسیسات عبوری
- شل شدن یا مفقود شدن برخی از پیچهای اتصالت
- مشاهده اثرات ضربه، کج شدگی، خوردگی و اضمحلال اجزا تابلوها، روشنایی و تأسیسات عبوری
- شل شدن و آویزان شدن تأسیسات از زیر پل
- نصب هرگونه قطعات الحاقی غیر استاندارد (مانند گلدانهای بتنی، تابلوهای بزرگ تبلیغاتی و ...) روی پل
- مفقود شدن علائم ترافیکی یا ناخوانا بودن یا قابل رویت نبودن آنها
- از کار افتادن سیستم روشنایی روی پل

۱ ـ ۶ـ ۶-نرده و نیوجرسی

نرده‌ها و نیوجرسیهای ثابت برای حفظ ایمنی عابران پیاده و وسایل نقلیه عبوری و مشخص نمودن مسیر نصب می‌شوند.
آسیب‌های متداولی که در نرده‌ها
و نیوجرسیها باید گزارش شود، عبارتند از:

- مفقود شدن یک یا چند المان مربوط به نرده
- شل شدن یا مفقود شدن تعدادی از پیچهای نرده‌ها
- مهار نامناسب نرده‌ها یا گاردریل‌ها در انتهای پل
- کوتاه بودن حفاظ یا نرده (کمتر از ۱۰۰ سانتیمتر از سطح پیاده‌رو)
- جابجایی نیوجرسی و یا کج شدن آن، انحراف و کنده شدن المانهای عمودی و افقی نرده‌ها در اثر برخورد وسایل نقلیه عبوری.
- قلوه‌کن شدن سطح بتن نیوجرسی در اثر آسیبدیدگی
- وجود ترک قابل رویت در نیوجرسی
- اضمحلال بتن نیوجرسی (اضمحلال مصالح بتنی در پیوست شماره ۳ توضیح داده شده است)
- از بین رفتن رنگ‌آمیزی و نیاز به رنگ مجدد
- بروز آثار زنگزدگی در نرده‌ها یا پستها

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۶ـ ۷-بازدید از زیرعرشه پل

۱ـ ۶ ـ ۷ـ ۱ـ اعضای بتنی: تیرها/شاهتیرها/دال

در صورت مشاهده آسیب‌های زیر در سطوح بتنی، موارد باید گزارش شوند:

- نمایان شدن آرماتورها
- مشهود بودن آثار رطوبت، زنگار و نشت آب در دال بتنی
- مشاهده آثار برخورد وسایل نقلیه با تیر
- قلوه‌کن شدن بتن در اثر آسیبدیدگی
- رویت ترک در سطوح بتنی
- اضمحلال بتن

۱ـ ۶ ـ ۷ـ ۲ـاعضای فلزی پل

آسیب‌های متداولی که در سطوح فلزی باید گزارش شود، عبارتند از:

- وجود ترک قابل رویت در جوش یا فلز پایه. درشکل ۱۱ محلهای محتمل بروز ترک در اجزای فلزی پلها نشان داده شده است.
- اعوجاج یا کج شدن عضو فلزی در اثر ضربه
- از بین رفتن رنگ‌آمیزی و نیاز به رنگ مجدد
- آثار زنگزدگی و خوردگی

۱ـ ۶ ـ ۷ـ ۳ـاتصالت فلزی

اتصالت شامل قطعاتی است که امکان انتقال بار در سیستم عرشه را فراهم می‌آورند.)مانند: جوشها، پیچها، ورقها و سایر اعضای اتصال دهنده(.آسیب‌های متداولی که در اتصالت فلزی باید گزارش شود، عبارتند از:

- وجود ترک قابل رویت در جوش یا فلز پایه
- از بین رفتن رنگ‌آمیزی و نیاز به رنگ مجدد
- مشاهده آثار زنگزدگی و خوردگی
- مفقود شدن و یا شل شدن پیچ و مهره.
- خطر سقوط اعضای اتصال

۱ ـ ۶ـ ۸-بازدید از سیستم تکیه‌گاه

آسیب‌های متداول سیستم‌های تکیه‌گاهی، در صورت وجود باید گزارش شوند:

omoorepeyman.ir

- تکیه‌گاه از مکان خود جابه جا شده است
- لاستیک تکیه‌گاه متورم شده، از بین رفته یا بیرون زده است.
- اجزای فلزی تکیه‌گاه دچار زنگزدگی شده‌اند.
- اضمحلال، خرابی و یا مفقود شدن پیچها و اجزای تکیه‌گاه مشاهده می‌شود.
- ترک در نشیمنگاه و گروت زیر تکیه‌گاه مشهود است.
- تجمع خار و خاشاک اطراف تکیه‌گاه و اثرات آتش‌سوزی مشاهده می‌شود.
- افراد بیخانمان در این محل تجمع دارند.

۱ ـ ۶ـ ۹-بازدید از زیرسازه پل

۱ـ ۶ ـ ۹ـ ۱ـسطوح بتنی کوله‌ها، پایه‌ها و دیوار جناحی

آسیب‌های متداول زیر در سطوح بتنی زیر سازه باید گزارش شوند:

- نمایان شدن آرماتورها.
- مشاهده آثار برخورد وسایل نقلیه
- رویت آثار آبشستگی در اطراف فونداسیون
- رویت ترک در سطوح بتنی
- قلوه‌کن شدن سطح بتن
- مشاهده آثار رطوبت در سطوح بتنی
- اضمحلال بتن

۱ـ ۶ ـ ۹ـ ۲ـارتفاع آزاد (گاباری)

موارد زیر در مورد ارتفاع آزاد (گاباری) پل در صورت وجود، باید گزارش شود:

- آثار برخورد وسایل نقلیه با زیر عرشه وجود دارد.
- تابلو هشداردهنده میزان ارتفاع مجاز، وجود ندارد.
- تابلو هشداردهنده میزان ارتفاع مجاز، خوانا یا قابل رویت نیست.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲ــ فصل دوم

ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری معماری ایستگاه‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲ـ ۱ ـ تعاریف

در حال حاضر ضوابط مختلفی جهت طراحی ایستگاههای قطار شهری تدوین و توسط طراحان استفاده می‌شود؛ از آن جمله می توان به ضابطه شماره ۸۰۴ سازمان برنامه و بودجه اشاره نمود. مجموعه حاضر با هدف بهبود شرایط تحویل‌گیری ایستگاه‌ها توسط بهره‌بردار و در تکمیل ضوابط موجود تدوین شده است، به نحوی که معضلات و مشکلات به حداقل رسیده و روند تحویل‌گیری و تعمیر و نگهداری ایستگاه نظام‌مند گردیده و مباحث مورد نظر بهره‌برداران پوشش داده شود. ضوابط ارائه شده می‌تواند در تکمیل ضوابط موجود توسط تصمیم گیران و طراحان ایستگاههای قطار شهری و حومه مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

۲ـ ۲ ـاستاندارد ها، نشریات و مراجع

در این بخش مجموعه استانداردها، نشریات و مراجع داخلی که در طراحی ایستگاه‌های قطار شهری و انجام مطالعات مربوطه مورد استفاده قرار می‌گیرد به اختصار ارائه شده است.

الف) سازمان برنامه و بودجه کشور

- ضابطه شماره ۱-۸۰۴ ضوابط طراحی ایستگاه‌های قطار شهری و حومه- (جلد اول- ضوابط معماری)

این ضابطه به ارائه الزامات طراحی معماری بخش های مختلف ایستگاه‌های مترو، طرح‌ریزی ابعاد و ظرفیت اجزا، الزامات نورپردازی، الزامات ارائه تسهیلات عمومی و الزامات حریق و تخلیه اضطراری پرداخته است.

- ضابطه شماره ۱۷۸- ضوابط طراحی ساختمان‌های اداری

از این استاندارد در طراحی و محاسبه سطوح مورد نیاز برای بخش‌های اداری ساختمان‌ها استفاده می‌شود. در کاربری‌هایی که الزامات خاص برای تعیین ابعاد فضاهای اداری آن وجود ندارد بر اساس مساحت های اعلام شده در این استاندارد برنامه فیزیکی طرح تدوین می‌شود.

- ضابطه شماره ۷۱۴ - دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات و ضوابط عملکردی و اجرایی نماهای خارجی ساختمان‌ها

هدف این دستورالعمل طراحی و ارائه ضوابط اجرایی نماها تحت اثر بارهای لرزه‌ای، ضربه و سایر عوامل محیطی و ارائه راهکارهای مناسب برای مهار آنها می‌باشد. ساختمان مورد بحث این دستورالعمل نماهای ساختمانی بوده و الزامات تهیه شده بر اساس آن ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

- ضابطه شماره ۵۵-مشخصات فنی و عمومی کارهای ساختمانی

به طور خلاصه این ضابطه راهنمایی برای تمامی امور فنی و مشخصات اجرایی پروژه‌ها است و به منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در دستورالعمل‌های اجرایی کارهای ساختمانی کشور و همچنین رعایت اصول، روش‌ها و فنون اجرایی متناسب با امکانات موجود و سازگار با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور، کاربرد دارد.

- ضابطه شماره ۲۴۶- ضوابط و مقررات شهرسازی و معماری برای افراد دارای معلولیت- تجدید نظر اول

ارائه الزامات لازم برای افراد دارای معلولیت جسمی – حرکتی بوده است به نحوی که با مناسب سازی فضاهای شهری و محیط های داخلی اماکن عمومی، حرکت این افراد بدون نیاز به کمک دیگران صورت گیرد. این ضابطه در برگیرنده ضوابط شهرسازی برای افراد معلول جسمی – حرکتی و ضوابط معماری برای معلول جسمی – حرکتی می‌باشد و به منظور ساماندهی وضع موجود و شکل بخشیدن به توسعه آتی فضاهای شهری و معماری برای افراد معلول جسمی – حرکتی در جهت دستیابی به استقلال فردی و حقوق اجتماعی آنان است.

- ضابطه شماره ۹۲-جزئیات معماری ساختمان‌های آجری

در این گزارش به ارائه جزئیات و روشهای اجرا در ساختمان‌ها آجری پرداخته می‌شود.

ضابطه ۱۶۷- مقررات و معیارهای طراحی و اجرایی جزئیات تیپ ساختمانی

ضابطه فوق در ۳ جلد شامل اقلیم و ویژگیهای ساختمانی، روشهای ساخت و تکنولوژی ساختمان و مصالح ساختمانی و ضوابط کاربرد آن؛ ویژگیهای ساختاری و عملکردی ابنیه، بانک نقشه های جزئیات تیپ ساختمانی و راهنمای نصب و استفاده از نرم افزار می باشد.

ضابطه ۱۳۸- مهندسی نگهداری ساختمان و تاسیسات

در ۴ جلد شامل نگهداری دستگاههای تاسیساتی، نگهداری تجهیزات الکتریکی ، بهداشت محیط و پاکیزه نگهداشتن ساختمان و روغنکاری می‌باشد. و نیاز نگهداری و راهبری تجهیزات و تاسیسات را همراه نیروی انسانی و آموزش مورد نیاز آنها در دوران بهره‌برداری را برطرف می سازد.

ضابطه ۱۲۸- مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان

ضابطه ۱۱۰ - مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی ساختمان

ضابطه ۱۱۲-دستورالعمل محافظت ساختمان‌ها در برابر آتش

شامل ضوابط انواع تصرف، ضوابط انواع ساختار، ضوابط مربوط به موقعیت و ابعاد ساختمان، محدود کردن حریق در ساختمان، حفاظت ساختمان‌ها در برابر آتش‌سوزیهای خارج از بنا و راههای خروج از بنا و فرار از حریق می‌باشد.

ضابطه ۸۷۳ -دستورالعمل کاربرد علائم و تابلوها در شبکه حمل و نقل ریلی شهری و حومه

ضابطه ۸۸۸ - مبانی جانمایی، طراحی، نصب، تحویل‌گیری و نگهداری آسانسورها

omoorepeyman.ir

ب) سازمان ملی استاندارد ایران

- استاندارد ۱-۲۱۱۹۳، سیستم های حمل و نقل ریلی درون شهری و حومه (مترو و ...) – ایمنی -قسمت ۱: الزامات ایمنی در مراحل طراحی ایستگاه‌ها، تونل ها و بهره‌برداری از آنها- چاپ اول – سال ۱۳۹۹

این استاندارد به تعیین حداقل الزامات مورد نیاز ایمنی در معماری، سازه، تأسیسات و ... می پردازد و در آن الزامات مربوط به مسیر های خروج و ایمنی در زمان بهره‌برداری ایستگاه‌های مترو بیان شده است. همچنین از آن در طراحی مسیرهای ویژه روشندلان و کم بینایان در ایستگاه‌های مترو استفاده می‌شود. این استاندارد در سیستم های حمل و نقل ریلی درون شهری و حومه (مترو، قطار سبک شهری، مونوریل و تراموا) و مانند آن کاربرد دارد.

- استاندارد شماره ۳-۲۱۱۹۳- الزامات تجهیزات ایمنی، امداد رسانی، سامانه ها و تجهیزات پیشگیری و مقابله با حریق و دود- چاپ اول- ۱۳۹۵

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین حداقل الزامات تجهیزات ایمنی، امدادرسانی، سامانه ها و تجهیزات پیشگیری و مقابله با حریق و دود در بهره‌برداری از سیستم های حمل و نقل ریلی درون شهری است. این استاندارد در سیستم های حمل و نقل ریلی درون شهری و حومه (مترو، قطار سبک شهری، مونوریل و تراموا) شامل ایستگاه، حریم ریلی، اماکن فنی، ناوگان، پایانه، تونل و مانند آن کاربرد دارد.

- استاندارد ۱۸۰۹۱، سیستم‌های حمل و نقل ریلی درون شهری و حومه - نشانه ها و تابلوها - قسمت ۱: طرح نشانه‌ها و تابلوها – چاپ اول - ۱۳۹۳

در این استاندارد چگونگی راهنمایی و هدایت بهتر، یکسان سازی، افزایش بار محتوایی و سهولت در درک مفاهیم نشانه ها و تابلوها بیان شده است. این استاندارد در سیستم های حمل و نقل ریلی درون شهری و حومه (مترو، قطار سبک شهری، مونوریل و تراموا) شامل ایستگاه، حریم ریلی، اماکن فنی، ناوگان، پایانه، تونل و مانند آن کاربرد دارد.

- استاندارد شماره ۱۵۷۴۵- اتاق مادر و کودک - الزامات عمومی- چاپ اول -۱۳۹۸

این استاندارد معیارهایی را برای فضاهای موسوم به اتاق مادر و کودک ارائه می‌دهد و هدف از تدوین آن تعیین ویژگی‌های بهداشتی، مقررات و الزامات مورد نیاز اتاق های مادر و کودک در تمامی اماکن عمومی و خصوصی مورد مراجعه است.

- استاندارد شماره ۲۶۷۵- نردبان‌های آلومینیومی قابل حمل – پلکان‌ها، پایه های عرضی و سکوهای کار با وزن سبک - ویژگی‌ها – تجدید نظر اول - ۱۳۹۴

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات مواد، اجزاء و عملکرد نردبان‌های قابل حمل، پلکان‌ها، پایه های عرضی و سکوهای کار می‌باشد. این استاندارد برای نردبان‌هایی که دارای مصارف خاص هستند نظیر نردبان‌های آتشنشانی و یا نردبان‌های متحرکی که به منظور استفاده نیاز به نیروی مکانیکی دارند، کاربرد ندارد.

- استاندارد شماره ۱-۱۶۳۷۳- شیشه ساختمانی - شیشه لایه دار و شیشه ایمنی لایه دار - قسمت ۱: تعاریف و توضیحات اجزای سازنده – چاپ اول - ۱۳۹۲

omoorepeyman.ir

هدف از تدوین این استاندارد تعیین تعاریف و توضیحات اجزای سازنده شیشه های لایه دار و شیشه های ایمنی لایه دار ساختمانی می‌باشد. این استاندارد برای تمامی شیشه های لایه دار و شیشه های ایمنی لایه دار ساختمانی کاربرد دارد.

- استاندارد شماره ۳۰۵۱- کاشی‌های سرامیکی مقاوم در برابر اسید - ویژگی‌ها و روش های آزمون- تجدید نظر اول – ۱۳۹۷

هدف از تدوین این استاندارد تعیین ویژگی‌ها، روشهای آزمون، بسته‌بندی و نشانه‌گذاری برای کاشی‌های سرامیکی مقاوم در برابر اسید (ضد اسید) می‌باشد.

- استاندارد شماره ۲۵-کاشی‌های سرامیکی - تعاریف، طبقه‌بندی، ویژگی‌ها و نشانه‌گذاری- تجدید نظر پنجم – ۱۳۹۳

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین تعاریف، طبقه‌بندی، ویژگی‌ها و نشانه‌گذاری های مورد نیاز برای کاشی‌های سرامیکی می‌باشد. این استاندارد ملی برای کاشی‌های ساخته شده با فرآیندهایی غیر از شکل دهی اکسترودی و پرس خشک کاربرد ندارد. همچنین برای قطعات جانبی تزئینی یا تزئیناتی مانند: گوشه‌ها، حاشیه‌گذاری، درپوش‌گذاری، قوسها، لبه‌ها، پله‌ها، کاشی‌های منحنی و دیگر قطعات فرعی یا کاشی‌های موزائیکی گروهی (هر قطعه ای که بتواند در سطح ۴۹cm2 جا شود) کاربرد ندارد.

- استاندارد شماره ۷-آجر رسی - ویژگی‌ها و روش های آزمون- تجدید نظر ششم - ۱۳۹۷

هدف از تدوین این استاندارد تعیین ویژگی‌ها و روش های آزمون آجرهای رسی ساخته شده از خاک رس، شیل رسی، رس نسوز، شاموت و به طور کلی کلیه خاک های پایه رسی (آلومینوسیلیکاتی) است.

این استاندارد برای بلوک‌های سقفی رسی، بلوک‌های دیواری رسی، کف پوش رسی و پنلهای رسی و آجرهای لعاب‌دار کاربرد ندارد. این استاندارد برای آجرهایی که خواص دیرگذاری (نسوزندگی) آنها اهمیت دارد، نظیر آجرهای شومینه کاربرد ندارد.

ج) سایر

کلیه مقررات مربوطه می‌بایست در طراحی بخش‌های مرتبط لحاظ گردد در ادامه برخی از مباحث پرکاربرد در طراحی ایستگاه‌های قطار شهری و حومه ارائه شده است؛

- مقررات ملی ساختمان - مبحث پانزدهم - آسانسور و پله‌برقی -۱۳۹۲ (تا زمان انتشار ضابطه شماره ۸۸۸ سازمان برنامه و بودجه)

در این استاندارد الزامات عمومی مربوط به آسانسورها و پله‌برقی‌ها ذکر شده است. الزامات عمومی این مقررات در طراحی عناصر ارتباطی عمودی لازم الاجرا می‌باشد. مشخصات خاص هر بخش مانند عمق چاله و ارتفاع اتاقک موتور خانه و چاه پله‌برقی و ... بر اساس مشخصات اعلامی شرکت سازنده طراحی می‌شود.

omoorepeyman.ir

- دستورالعمل مکانیابی، طراحی و اجرای سرویس‌های بهداشتی عمومی شهری و بین شهری – ضابطه شماره ۸۷۸ سازمان برنامه و بودجه کشور
- مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی – ضابطه شماره ۵۵ سازمان برنامه و بودجه کشور
- مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان – ضابطه شماره ۱۲۸ سازمان برنامه و بودجه کشور
- مشخصات فنی عمومی تاسیسات برقی ساختمان – ضابطه شماره ۱۱۰ سازمان برنامه و بودجه کشور
- ضوابط مربوط به پدافند غیر عامل

طراحان، مجریان و ناظرین اجرای پروژه‌های ساختمانی، موظف به رعایت الزامات و ملاحظات پدافند غیرعامل می‌باشند. اجرای الزامات و ملاحظات پدافند غیرعامل باعث تداوم اداره کشور و فعالیتهای ضروری و کاهش آسیب‌پذیری زیرساختها، اماکن، تأسیسات و تجهیزات مهم کشور در زمان وقوع تهدید می‌گردد.

بازدیدهای ادواری مورد نیاز در کلیه بخش‌های معماری، سازه، تأسیسات برقی و تأسیسات مکانیکی ساختمان به عمل آید.

علاوه بر موارد فوق ضوابط و آئین نامه های بین المللی دیگری نیز وجود دارد که می تواند راهنمای طراحان و ذی نفعان پروژه های قطار شهری قرار گیرد که موضوع تدوین سند حاضر نبوده و به آنها پرداخته نشده است.

۲ـ ۳ ـ معرفی فضاهای متداول درایستگاه‌های قطار شهری

مجموعه فضاهای هر ایستگاه قطار شهری را به طور کلی می‌توان به ۳ بخش عمده زیر تفکیک نمود:

۱. فضاهای عمومی و خدماتی عمومی
۲. فضاهای اداری و خدماتی اداری
۳. فضاهای تأسیساتی و تجهیزاتی

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۳ـ ۱- فضاهای عمومی و خدمات عمومی

فضاهای عمومی و خدمات عمومی به بخش‌هایی از ایستگاه اطلاق می‌شود که مسافران امکان ورود و استفاده از آنها را دارند. این بخش ها در طراحی معماری ایستگاه حائز اهمیت بوده و در دید و دسترس عموم قرار دارند. در واقع بخش عمده‌ای از هویت ایستگاه متاثر از طرح، عملکرد و روابط فضایی بخش‌های عمومی ایستگاه می باشد. به طور معمول فضاهای عمومی و خدمات عمومی ایستگاه های مترو شامل بخش های زیر می باشد، هرچند ممکن است حسب موقعیت ایستگاه، کارکرد و یا الزامات کارفرمایی تغییراتی در فهرست فضاهای این بخش ایجاد شود؛

- کیوسک‌های ورودی و محوطه پیرامون
- پارکینگ عمومی (در خصوص ایستگاه‌هایی که مطالعات بالادست یا الزامات کارفرمایی جهت احداث پارکینگ عمومی وجود داشته باشد.)
- توقفگاه تاکسی و اتوبوس (در خصوص ایستگاه‌هایی که مطالعات بالادست یا الزامات کارفرمایی جهت احداث توقفگاه تاکسی و اتوبوس وجود داشته باشد.)
- پارکینگ دوچرخه
- پارکینگ معلولین
- محل توقف ماشین آتشنشانی (در مجاورت یکی از ورودیهای نزدیک به مخزن آب آتشنشانی ایستگاه.)
- گالری های پله ورودی و آسانسور
- سالن فروش بلیط (بخش کنترل شده و کنترل نشده)
- نمازخانه عمومی (در صورت الزام کارفرما)
- سرویس بهداشتی عمومی (در صورت الزام کارفرما)
- اتاق مادر و کودک
- اتاق کمک های اولیه
- اتاق تحویل اشیاء گمشده (در صورت الزام کارفرما)
- غرفه ها، واحدهای تجاری یا مجتمع‌های ایستگاهی مکمل (صرفاً در بخش کنترل نشده ایستگاه (در صورت وجود مطالعات بالادست و الزام کارفرما)
- گالری های دسترسی از سالن فروش بلیط به سکوها
- سکوهای مسافری

omoorepeyman.ir

- داکت امداد و نجات
- پله های فرار

در فضاهای عمومی حسب شرایط پروژه تجهیزات و امکاناتی نظیر باجه تلفن، عابر بانک، دستگاه خودکار فروش بلیط و... ممکن است نصب گردد.

۲ ـ ۳ـ ۲-فضاهای اداری و خدماتی اداری

فضاهای اداری و خدماتی اداری ایستگاه به مجموعه فضاهایی اطلاق می‌شود که پرسنل اداری در آن مستقر بوده و یا جهت خدمات رسانی به بخش اداری در نظر گرفته می‌شوند. افراد عادی حق ورود به این فضاها را ندارند. برخی از فضاهای اداری در ارتباط مستقیم با فضای عمومی بوده و می‌بایست در جانمایی و طراحی این بخشها نحوه تعامل با مسافران لحاظ گردد؛ نظیر اتاق فروش بلیط، اتاق پلیس و .... عمده فضاهای اداری و خدماتی اداری ایستگاه های قطار شهری به شرح ذیل می باشد. البته با توجه به الزامات کارفرمایی و بهره‌برداری ممکن است تغییراتی در فهرست ارائه شده ایجاد گردد.

- اتاق فروش بلیط
- اتاق حسابداری (با توجه به الزامات کارفرمایی وبهره‌بردای در برخی از ایستگاه‌ها جانمایی می‌شود.)
- اتاق رئیس ایستگاه
- اتاق مانیتورینگ یا مرکز فرمان (CCTV)
- اتاق نظارت بر گیت (در صورت نیاز و عدم اشراف رئیس به گیتها در ایستگاه‌هایی که دارای چندین محل گیت گذاری هستند.)
- اتاق اصلاح نرخ بلیط (در صورت الزام بهره‌بردار)
- اتاق حراست (عمدتا مرتبط با امور مترو و پرسنل)
- اتاق پلیس (عمدتا مرتبط با امور مسافران)
- نمازخانه پرسنل (بانوان و آقایان)
- سرویس بهداشتی پرسنل (بانوان، آقایان و معلولین)
- رختکن پرسنل (بانوان و آقایان)
- آبدارخانه و غذاخوری
- اتاق استراحت پرسنل (در صورت الزام کارفرما یا بهره‌بردار)
- اتاق پرسنل تعمیر و نگهداری (در صورت الزام کارفرما یا بهره‌بردار)
- اتاق راهبران قطار (در صورت الزام کارفرما یا بهره‌بردار در برخی ایستگاه‌ها)
- اتاق جمع آوری زباله

omoorepeyman.ir

- اتاق تی شو و جانمایی ماشین آلات شستشوی کف (در صورت الزام کارفرما یا بهره‌بردار)

۲ ـ ۳ـ ۳-فضاهای تأسیساتی و تجهیزاتی

فضاهای تأسیساتی و تجهیزاتی به طور معمول در حدود ۳۰ ا ۴۰ درصد مساحت ایستگاه را به خود اختصاص داده و وظیفه این فضاها به طور عمده تامین شرایط آسایش مسافران و پرسنل و فراهم نمودن شرایط ایمنی و کارکرد صحیح ایستگاه می‌باشد. به عبارت دیگر یکی از موارد مهمی که در برنامه‌ریزی و طراحی ایستگاه‌ها به صورت خاص می‌بایست در نظر گرفته شود؛ نوع ابعاد، تعداد اتاقهای تاسیساتی و تجهیزاتی مورد نیاز ایستگاه و رعایت الزامات و روابط مابین این اجزا می‌باشد که توسط بخش‌های مربوطه در اختیار طراح قرار می‌گیرد. علی‌رغم شباهت کلی این فضاها در خطوط مختلف، حسب عواملی نظیر نوع ناوگان مورد استفاده، اقلیم، ضوابط و استانداردهای مورد استفاده سناریوهای پیش‌بینی شده جهت خرید و تامین تجهیزات، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و ... تفاوت هایی در ابعاد، چیدمان و مشخصات این بخش ها ممکن است ایجاد شود.

در ادامه فهرست فضاهای متداول تجهیزاتی و تاسسیساتی ایستگاه های مترو ارائه شده است؛

- مجموعه اتاقهای فنی شامل اتاق سیگنالینگ، مخابرات،باطری و UPS
- اتاق کنترل محلی (این اتاق می‌تواند در دسته اتاق های اداری نیز قرار گیرد و حسب الزامات بالادست در برخی ایستگاهاه جانمایی می‌شود.)
- اتاق اطفای حریق FM200 یا گازهای مشابه (برای اتاق هایی که دارای تجهیزات و پرسنل مستقر یا در تردد می باشد نظیر زون فنی ، اتاق رئیس و ...)
- اتاق اطفای حریق CO_2 (برای اتاق های دارای تجهیز و فاقد پرسنل نظیر پست توزیع روشنایی)
- اتاق رک و سرور (مجاور اتاق رئیس و CCTV)
- اتاق تهویه نیم تونل
- اتاق تهویه ایستگاهی
- اتاق تهویه چهارم (تهویه فضاهای غیرعمومی ایستگاه)
- اتاق پست ترکشن یا رکتیفایر- RS (براساس الزامات بالادست در برخی ایستگاه ها جانمایی می شود.)
- اتاق تهویه پست ترکشن یا رکتیفایر
- اتاق مخزن آب آتشنشانی و پمپ خانه (عمدتاً در محدوده ورودیها (کنترل نشده) جانمایی می شود)
- اتاق کنتور آب (عمدتاً در محدوده ورودیها و سطح زمین)
- اتاق شیرآلات
- اتاق پست تخلیه فاضلاب سبک و سنگین
- اتاق پست توزیع روشنایی ایستگاه (LPS)

omoorepeyman.ir

- اتاق باطری مختص LPS
- اتاق برق مربوط به روشنایی ایستگاه در تراز سکو و سالن فروش بلیط
- اتاق کابل (در صورت نیاز)
- اتاق LAN& MAN
- اتاق RIC (حسب الزامات بالادست در برخی ایستگاهها)
- فضای زیرسکو
- فضای زیر اتاقهای LPS (پست توزیع روشنایی)
- فضای زیر اتاق RS (ترکشن یا رکتیفایر)
- داکتهای هوارسان و اگزاست
- انبار مواد غیرقابل اشتعال (در صورت الزام کارفرما و یا بهره‌بردار)
- انبار تعمیر و نگهداری (در صورت الزام کارفرما و یا بهره‌بردار)
- پله برقی (تجهیزات ارتباطی)
- آسانسور (تجهیزات ارتباطی)

۲ـ ۴ ـ تحویل‌گیری

مدارک لازم جهت تحویل ایستگاه به شرح ذیل می‌باشد:

- صورتجلسه بنچ مارک و نقاط اولیه اجرا شده (Key Plan قسمت های مورد تحویل) .
- جانمایی تجهیز کارگاه
- صورتجلسه صحت انجام کار.
- نقشه های ازبیلت پروژه مطابق مفاد پیمان
- کلیه نقشه های اجرایی و تغییرات صورت گرفته، ممهور به مهر و امضای ارکان پروژه به تفکیک (معماری، سازه، مکانیک، برق، تجهیزات و...) در قطع مناسب به همراه فایل الکترونیک نقشه ها روی لوح فشرده.
- یک نسخه از صورتجلسات اجرایی موضوع تحویل (ممهور به مهر و امضای ارکان پروژه)
- نتایج آزمایش های مصالح مصرفی شامل: شن، ماسه، میلگرد، فولاد، پیچ و مهره و...به همراه نتایج آزمایشگاهی بتن (روانی، مقاومت فشاری و...) و طرح اختلاط بتن مصرفی
- دستورالعمل های نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری، راهبری، تعمیر و نگهداری تجهیزات براساس مدارک سازنده و نقشه های اجرایی تجهیزات و همچنین جانمایی محل استقرار آن به همراه ضمانتنامه های کارخانه سازنده به نام شرکت راه آهن شهری.

omoorepeyman.ir

- لیست کامل تجهیزات و مصالح تحویلی کارفرما که توسط کنسرسیوم به صورت دائم نصب گردیده و در کار باقی می‌ماند.
- گواهی نامه‌های آزمایش دستگاه و ماشین آلات.
- تاییدیه ها و گواهی های لازم در مراحل مختلف بهره‌برداری آزمایشی و آزمایش عملکردی و مقایسه با ضوابط عملکردی و تعیین و اعلام میزان انحراف آنها.
- کاتالوگ فنی مصالح مصرفی خاص دستگاهها و ماشین آلات از نظر تطبیق با مشخصات فنی مورد تایید
- کلیه صورتمجالس مربوط به عملیات اجرا شده که به تایید کارفرما رسیده و خلاصه عملیات اجرایی؛ در موارد ذیل برخی صورتجلسات و گواهینامه ها آورده شده است؛
- گواهی ضد اسید بودن کاشی‌های اتاق باطری.
- گواهی ضد انفجار بودن فنها.
- صورتجلسه اسکوپ سنگهای نما برای کلیه سنگهای نصب شده در فضای عمومی.
- صورتجلسه تست شیب بندی و آب بندی فضاهای تاسیساتی با امضای نمایندگان بهره‌بردار.
- صورتجلسه تست شیب بندی و آب بندی بام کلیه کیوسک‌ها امضای نمایندگان بهره‌بردار.
- صورتجلسه کمیسیون تست گاترهای ایستگاه.
- گواهی اجرای کامل ضد زنگ در بخش های مختلف ایستگاه.
- صورتجلسه تست برق نرمال و اضطراری با امضای نمایندگان بهره‌بردار.
- صورتجلسه تست کلید و پریزهای ایستگاه با امضای نمایندگان بهره‌بردار.
- صورتجلسه تست دربهای رول‌آپ با امضای نمایندگان بهره‌بردار.
- صورتجلسه تحویل ریموت های دربهای رول‌آپ با امضای نمایندگان بهره‌بردار.
- گواهی سکوریت بودن شیشه‌های ایستگاه.
- صورتجلسه سکوریت و لمینت بودن شیشه های نصب شده در ایستگاه.
- تست میلگردهای مصرف شده.
- ضمانت نامه های آبگرمکن، چراغهای روشنایی، آیفون تصویری و....
- اصل ضمانت نامه کلیه تجهیزات نصب شده از جمله : فن‌ها، اینورترها، پمپهای DWP، شیرآلات نصب شده در ایستگاه و ....
- کاتالوگ های چراغهای نصب شده، شیرآلات، اینورترها، عایقPVC ، روان کننده های مصرف شده در بتن.
- مدارک مربوط به تست های ۴ و ۶ دقیقه خروج اضطراری ایستگاه.

لازم به ذکر است در مورد سایر تجهیزات و تاسیسات کاتالوگ و استانداردها در بخش مربوط به خود دریافت می‌گردد. و در سند حاضر به طور خلاصه به آنها اشاره گردیده است.

omoorepeyman.ir

پس از دریافت و کنترل مدارک فوق با حضور ارکان پروژه تحویل پروژه انجام می گردد.

۲ ـ ۴ـ ۱-موارد حائز اهمیت در چک‌لیست‌های تحویل‌گیری فضاها

الف) اجزای سطح زمین

جدول ۲ـ۱ چک لیست موارد حائز اهمیت در اجزای سطح زمین

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	تطبیق اجزای سطح زمین به لحاظ موقعیت، نحوه چیدمان اجزا، همسایگی، ارتفاع و طرح نما با نقشه‌های مصوب معماری یا دستور کارهای صادر شده.		
۲	کنترل هماهنگی اجرا با طرح در پوشش سطوح.		
۳	کنترل خالی بودن یا پوشش مناسب درز انقطاع اجزای سطح زمین و کیوسک‌های ورودی (در صورت مجاور بودن با ساختمان‌ها دیگر) با مصالح ترد و انعطاف پذیر در انطباق با ضوابط شماره ۵۵ و ۱۶۷		
۴	کنترل تطبیق مصالح به کار رفته در پوشش سطوح با ضوابط آتش نشانی و NFPA و اخذ گواهینامه‌های مورد نظر و قابل قبول سازمان استاندارد از پیمانکار.		
۵	کنترل تامین شرایط دسترسی معلولین و سالمندان و تعبیه رمپ با شیب و حداقل عرض مجاز مطابق نقشه‌ها و ضوابط بالادست همچنین نصب کفپوش مربوط به هدایت نابینایان تا مقابل آسانسور و پله های ثابت		
۶	کنترل ابعاد چاه آسانسور به لحاظ طول و عرض در صورت عدم نصب آسانسور.		
۷	کنترل تراز کف ورودی نسبت به تراز درب آسانسور کنترل پیش بینی و تعبیه مناسب تابلو آسانسور در نازک کاری.		
۸	کنترل تامین شرایط و احداث مسیر خروج برای چاه آسانسور برای ارتفاع بیش از ۱۱ متر بدون توقف.		
۹	تطبیق محل نصب پله‌برقی و تامین پیش فضای مورد نیاز با نقشه‌های مصوب یا دستور کار ابلاغی.		
۱۰	کنترل صحت انجام و اتمام نازک‌کاری سطوح با ضوابط ارایه شده در هر بخش نظیر سنگ، آجر نما، سقف کاذب و ....).		
۱۱	کنترل تطبیق مشخصات و ابعاد در و پنجره با نقشه‌های مصوب و ضوابط مندرج در چک‌لیست‌های مربوطه.		
۱۲	کنترل تطابق محل نصب درب و پنجره در ضخامت دیوار با نقشه‌های مصوب.		
۱۳	کنترل انجام محوطه سازی پیرامون ورودی‌ها و سایر اجزای سطح زمین حسب نقشه‌های مصوب معماری یا دستور کارهای ابلاغی و تعهدات پیمانکار. (در مواردی که نیاز به هماهنگی با شهرداری منطقه وجود دارد صورتجلسه مربوطه می‌بایست لحاظ گردد.)		
۱۴	کنترل تعبیه دسترسی به داخل داکت‌های هوارسان از سطح زمین در صورت وجود در نقشه‌های مصوب و الزام پیمانکار تجهیزات ویژه و یا بهره بردار.		
۱۵	کنترل تعداد پله‌های ورودی از سطح زمین به داخل کیوسک و پیش‌بینی تمهیدات لازم جهت عدم نفوذ آب به داخل ورودی‌ها حسب ضوابط بالادست پروژه.		
۱۶	کنترل نصب تابلو نام ایستگاه و سایر علائم و تابلوهای راهنمای مورد نیاز مطابق نقشه‌های مصوب و استانداردهای ابلاغی مترو.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱۷	کنترل تامین شرایط دفع آب باران و انجام تمهیدات لازم در محل بام، ورودی‌ها، بازشوها و .... نظیر اجرای صحیح درپوش جان پناه بام، آبچکان پشت پنجره، شیب‌بندی ورودی و بام اجزا سطح زمین، محل نصب ناودان‌ها و .... مطابق نقشه‌های مصوب.		
۱۸	کنترل انجام عایق کاری رطوبتی در محل‌های مورد نیاز نظیر بام اجزا سطح زمین، محل اتصال دیوار به سازه زیرزمینی در ورودی‌ها، محل ناودان‌ها و .... مطابق نقشه‌های مصوب.		
۱۹	کنترل اجرای لوله‌های آتشنشانی تا محل اتصال به ماشین آتشنشانی در سطح خیابان در مجاورت یکی از اجزای سطح زمین مطابق نقشه‌های مصوب که در مجاورت مخزن آب ایستگاه می‌باشد.		
۲۰	کنترل ابعاد پله به لحاظ عرض، ارتفاع و طول، یکنواختی کف نسبت به پیشانی– حداقل تعدادپله‌های متوالی مورد قبول ۲ عدد می‌باشد.		
۲۱	کنترل تامین حداقل ارتفاع ۲/۴ متر از زیر سقف کاذب در ورودی‌ها و کلیه فضاهای عمومی و عبوری نظیر پله‌های دسترسی.		
۲۲	کنترل شاقولی بودن دیوار، اجرای صحیح کنج ها و کارگذاری صحیح پنجره ها.		
۲۳	کنترل نحوه اجرای سنگ در گوشه‌ها (فارسی بر) و تطابق با نقشه معماری به نحوی که گوشه های برنده ایجاد نشده باشد.		
۲۴	برش و اتصال مناسب قرنیزهای مجاور هم و کنترل ارتفاع قرنیزها بر اساس نقشه‌های مصوب.		
۲۵	کنترل تامین سطح لوور در داکت های تهویه مطابق الزامات بخش تجهیزات ویژه.		
۲۶	کنترل صحت اجرای محل نصب پریزها و کلیدها.		
۲۷	کنترل عدم رویت تاسیسات در نماها و سطوح نهایی نازک‌کاری اجزا سطح زمین.		
۲۸	کنترل وضعیت بند کشی و تمیز بودن و یکنواختی سطح کار در دیوار و کف.		
۲۹	رعایت حداقل ارتفاع ۹۰ سانتیمتری برای نرده ها در بخش شیبدار پله.		
۳۰	کنترل جزییات و نحوه اتصال نرده پله‌ها و جان‌پناه بام در انطباق با نقشه‌های مصوب و عدم لق بودن آنها.		
۳۱	کنترل جزییات اجرایی سقف کاذب در انطباق با نقشه‌های مصوب نظیر جنس، سایز، طول و فواصل زیر سازی و نحوه اتصال آنها به سقف. چنانچه جنس پروفیل‌های اصلی و فرعی افقی از فولاد یا فولاد گالوانیزه باشد باید سطح مقطع این پروفیل‌ها در نقشه‌های اجرایی مشخص باشد، ولی حداقل مقاومت این مقاطع برای پروفیل‌های اصلی و فرعی به ترتیب نباید از مقاومت آرماتور به قطر ۱۰ و ۶ میلیمترکمتر باشد. در محل برخورد سقف کاذب به دیوار، توصیه می‌گردد که حداقل از یک نبشی ۲۰×۲۰ استفاده شود.		
۳۲	هماهنگی محل و تعداد چراغ‌ها در سقف کاذب با نقشه‌های نهایی تاسیسات.		
۳۳	کنترل کامل بودن کارهای تاسیساتی در زیر سقف.		
۳۴	کنترل ریسمانی و تراز بودن سقف کاذب (عدم شکم و درز در سقف).		
۳۵	کنترل تطابق تیغه چینی ها و ضخامت دیوار با نقشه‌های مصوب معماری یا دستور کار ابلاغی.		
۳۶	کنترل تطابق ابعاد نعل‌درگاه با نقشه‌های مصوب.		
۳۷	کنترل تکیه‌گاه مناسب برای نعل‌درگاه بر اساس نقشه‌های مصوب و کنترل تراز بودن آن قبل از نصب نعل‌درگاه.		
۳۸	کنترل اجرای مناسب ضد زنگ کامل نعل‌درگاه های فلزی.		
۳۹	رعایت OKB طبق نقشه در خصوص بازشوها.		
۴۰	رواداری حداکثر ۳ سانتیمتر جهت کنترل ابعاد بازشوها.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۴۱	کنترل میزان ریشه مورد نیاز چهار چوب دربها در دیوار.		
۴۲	کنترل عدم پیچیدگی در زمان نصب چهارچوب.		
۴۳	کنترل راحتی حرکت و رگلاژ نهایی درب ورودی و سایر دربها و درست بودن جهت بازشوها.		
۴۴	کنترل تامین حداقل روشنایی مورد نیاز به لحاظ ایمنی در شب در محدوده کیوسک و جانمایی چراغهای مربوطه روی نما.		
۴۵	کنترل نصب نردبان‌های ثابت کیوسک مطابق ضوابط بالادست و بالاتر از ارتفاع دسترسی جهت بام اجزای سطح زمین.		
۴۶	کنترل پیش بینی و اجرای پارکینگ مختص معلولین.		
۴۷	کنترل مشخص نمودن محل توقف خودروی آتشنشانی در مواقع اضطراری.		
۴۸	کنترل لغزنده نبودن مصالح کف به ویژه در محدوده بیرون کیوسک و پله های ورودی. در صورت لزوم از تمهیداتی نظیر مضرس نمودن یا فلیم استفاده شود.		
۴۹	در خصوص سقف کاذب کیوسک چنانچه از تایلها یا قطعات مجزا استفاده می شود. تمهیدات لازم جهت مقاومت در برابر وزش باد غالب انجام شده باشد.		

ب) گالری‌های پله و راهروهای دسترسی

جدول ۲-۲ چک لیست موارد حائز اهمیت در گالری‌های پله و راهروهای دسترسی

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	کنترل تامین عرض مفید گالری‌های پله و راهروهای دسترسی بر اساس نقشه‌ها و مطالعات مصوب.		
۲	کنترل رعایت ضوابط مربوط به نصب پله‌برقی به لحاظ عرض، طول و عمق چاله‌های بالا و پایین، پیش‌بینی نصب هوک‌ها در سقف جهت جا گذاری پله‌برقی، تامین شرایط مورد نیاز جهت نصب نشیمن چاله بالا، کنترل اختلاف ارتفاع کف تا کف طبقه با مشخصات پله‌برقی تهیه شده و ... حسب ضوابط اعلامی پیمانکار تامین کننده.		
۳	رعایت تقدم و تاخر کار در خصوص اجرای نازک‌کاری در محدوده پله‌برقی‌ها، به عنوان مثال اجرای سقف کاذب محدوده پله‌برقی می‌بایست پس از نصب دستگاه انجام شود نه قبل از آن.		
۴	کنترل عدم پیچیدگی در راستای طولی چاله پله‌برقی و همراستا بودن دیوارهای دو سمت چاله و یکسان بودن فواصل آنها در کل مسیر.		
۵	کنترل اجرای منهول جهت چاه جذبی در چاله پایین پله‌برقی و چاه آسانسور. در صورت بالا بودن تراز آب، تمهیدات لازم نظیر انتقال آب به داخل سیستم جمع آوری آب ایستگاه انجام شده باشد.		
۶	کنترل کلیه موارد مربوط به سقف کاذب نظیر طرح، زیرسازی، ارتفاع آزاد زیر سقف و ... مطابق نقشه‌های اجرایی و توضیحات تکمیلی ارایه شده در چک‌لیست‌سقف کاذب باشد.		
۷	هماهنگی محل و تعداد چراغ‌ها در سقف کاذب با نقشه‌های نهایی تاسیسات.		
۸	انجام عایق لوله‌های آبرسان در پشت سقف کاذب.		
۹	پیش‌بینی تامین دسترسی به پشت سقف کاذب جهت تعمیر و نگهداری.		
۱۰	کنترل گونیا بودن گوشه‌ها، عدم پیچیدگی و تراز بودن سقف، صاف و یکنواخت بودن سطح دیوار و		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱۱	کنترل کلیه موارد مربوط به کفسازی نظیر طرح، جنس، کیفیت مصالح، نصب، شیب‌بندی و ... مطابق نقشه‌های اجرایی و توضیحات تکمیلی ارایه شده در چک‌لیست مربوطه.		
۱۲	کنترل کلیه موارد مربوط به اجرای پوشش دیوار نظیر طرح، جنس، کیفیت مصالح، جزییات نصب، ابعاد و ... مطابق نقشه‌های اجرایی و توضیحات تکمیلی ارایه شده در چک‌لیست مربوطه.		
۱۳	کنترل اجرای صحیح پله‌ها به لحاظ ارتفاع، تعداد و عرض و طول پله. یکنواختی نسبت ارتفاع و عرض پله، کنترل ضخامت سنگ کف پله مطابق نقشه‌های مصوب.		
۱۴	انجام ابزار مربوط به گرد کردن لب پله و مضرس نمودن آن در صورت وجود در نقشه‌های مصوب یا دستور کارهای ابلاغی.		
۱۵	کنترل لب‌پر نبودن کف، به ویژه پس از نصب پله‌برقی و اصلاح موارد احتمالی.		
۱۶	کنترل تامین شرایط مربوط به آتشنشانی و NFPA و ارائه گواهینامه های لازم در خصوص مصالح به کار برده شده جهت پوشش سطوح.		
۱۷	تامین حداقل ارتفاع ۲/۴ متر از زیر سقف کاذب در ورودی‌ها و کلیه فضاهای عمومی و عبوری نظیر پله‌های دسترسی.		
۱۸	کنترل اجرای صحیح گاترها به لحاظ شیب‌بندی و دسترسی در طول راهروها جهت نظافت و رفع گرفتگی.		
۱۹	کنترل تطابق اجرای سنگ و سایر پوشش‌های دیوار با نقشه‌های مصوب، به ویژه به لحاظ نحوه اتصال و ارتباط خطوط مایل و افقی در ابتدا و انتهای پله، برش قطعات و بند کشی و		
۲۰	کنترل تطابق محل شروع و خاتمه پله‌های ثابت نسبت به پله‌برقی حسب نقشه‌های مصوب معماری.		
۲۱	کنترل اجرای صحیح نرده پله‌ها به لحاظ تراز، گونیا و شاقول بودن.		
۲۲	تطابق ارتفاع نهایی و فواصل مابین نرده‌ها، قطر و هندسه آن با نقشه‌های مصوب و ضوابط بالادست.		
۲۳	کنترل اجرای مهار اصولی نرده‌ها و شل نبودن آنها، کنترل عدم امکان باز نمودن گوی های روی نرده با تغییر جزئیات نصب.		
۲۴	رعایت حداقل ارتفاع ۹۰ سانتیمتری برای نرده ها در بخش شیبدار پله.		
۲۵	کنترل تطبیق کدهای ارتفاعی کف پاگردها و راهروها با نقشه‌های مصوب.		
۲۶	کنترل پوشش فاصله مابین پله های برقی و پله ثابت با متریال مناسب.		
۲۷	کنترل پوشش فضای خالی مابین پله برقی و پله ثابت در ابتد و انتها جهت عدم امکان ورود به ویژه برای کودکان با نرده گذاری.		
۲۸	کنترل اجرای صحیح مسیر ویژه روشندلان مطابق ضوابط ۲۱۱۹۳ یا سایر ضوابط بالادست.		
۲۹	کنترل اجرای صحیح هندریل دیواری در دو سمت راهروهای دسترسی		
۳۰	کنترل اجرای جانمایی تابلوها، دوربین وعلائم و... طبق ضوابط بالادست در محلهای پیش بینی شده در طرح.		
۳۱	کنترل اجرای صحیح درز ژوئن در محل‌های اتصال گالری به سایر بخش های ایستگاه.		
۳۲	کنترل امکان عبور لوله آتشنشانی و سایر تاسیسات در محل اتصال گالری ورودی به بدنه اصلی ایستگاه.		
۳۳	کنترل تامین شرایط تخلیه اضطراری ایستگاه در تست ۶ دقیقه و جانمایی پله فرار یا پیش بینی تمهیدات ویژه نظیر دودبند در گالری های طولانی در صورت وجود در نقشه ها و مطالعات بالادست.		
۳۴	کنترل رعایت فاصله استاندارد مابین پله های متوالی در طول گالری های دسترسی براساس ضوابط بالادست.		
۳۵	کنترل تامین حداقل فضای مورد نیاز جهت توقف مقابل آسانسور و همچنین مابین آسانسور و سایر المانهای ارتباطی براساس ضوابط بالادست.		

omoorepeyman.ir

پ) سالن فروش بلیط

جدول ۴-۳ چک لیست موارد حائز اهمیت در سالن فروش بلیط

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	کنترل جانمایی مناسب اتاق فروش بلیط به نحوی که در دید و مسیر دسترسی مسافران ورودی قرار داشته باشد و فضای کافی طبق ضوابط بالادست جهت صف انتظار در مقابل آنها پیش بینی شده باشد.		
۲	کنترل تامین حداقل فاصله استاندارد قبل و بعد از گیت های عبور مطابق ضوابط بالادست. *فاصله استاندارد مابین گیتها رعایت شده باشد و حداقل ۲ گیت با عرض بیشتر برای معلولین و سالمندان لحاظ شده باشد.		
۳	تامین فضای کافی جهت مسافران در محدوده کنترل شده و کنترل نشده سالن فروش بلیط براساس برنامه ریزی فیزیکی ایستگاه و منطبق بر نقشه های مصوب.		
۴	کنترل تعبیه جانمایی مسیر تردد مابین گیتهای ورود و خروج جهت پرسنل و یا شرایط اضطراری با نرده گذاری. نرده های مذکور می‌بایست حداقل عرض استاندارد جهت گذرگاه را تامین نماید. چنانچه در طراحی ایستگاه امکان عبور و جابجایی تجهیزات از محدوده گیتها در طول دوره بهره برداری پیش بینی شده، تمهیدات لازم در خصوص عرض محدوده نرده گذاری رعایت شود.		
۵	کلیه فضاهای اداری مرتبط با سالن فروش بلیط نظیر اتاق فروش بلیط، اتاق پلیس، اتاق رئیس و... می‌بایست دارای بازشوی مناسب به محدوده سالن بوده و تمهیدات لازم حسب نظر بهره بردار در طراحی پنجره ها جهت ارتباط با مسافران در صورت لزوم پیش بینی شده باشد. (مانند ایجاد بازشو و تعبیه روزنه حسب استاندارد جهت انتقال صدا و یا ایجاد بازشو ریلی در پنجره رو به سالن)		
۶	پیش بینی لازم در محدوده گیتها جهت انتقال و ارتباط کابلی با فضاهای مرتبط نظیر اتاق فنی انجام شده باشد.		
۷	فضای لازم جهت تعبیه دستگاه های دیواری و یا سایر تجهیزات مورد نظر کارفرما و بهره بردار نظیر تلفن، دستگاه ATM و AVM، آبسردکن و ... بدون تداخل با مسیر تردد مسافران درنظر گرفته شده باشد. ارتفاع نصب دستگاه فروش خودکار و کارتخوان دیواری ۱,۵ متر از کف بوده و ضوابط معلولین می‌بایست در نظر گرفته شود.		
۸	امکان عبور تاسیسات پشت سقف از راهروهای منتهی به سالن فروش بلیط به محدوده سالن به صورت غیر نمایان وجود داشته باشد. در صورت نمایان بودن تاسیسات می‌بایست کلیه مباحث مرتبط با طرح مصوب معماری و همچنین مباحث ایمنی و تجهیزاتی لحاظ شده باشد.		
۹	در طراحی و اجرای سقف کاذب سالن فروش بلیط فضای کافی جهت عبور کانالهای تاسیساتی و همچنین دسترسی به تاسیسات پشت سقف مطابق ضوابط و حداقل در دو نقطه در نظر گرفته شده باشد.		
۱۰	حداقل ارتفاع آزاد زیر سقف در فضاهای عمومی نظیر گالریها و مجاورت دیوار سالن فروش بلیط می تواند ۲,۴ متر باشد. لیکن در محدوده سالن حداقل ارتفاع می‌بایست افزایش یافته به نحوی که کلیه تابلوها و علائم طبق ضوابط مندرج در بخش‌های قبل قابل نصب و در دید بوده و ملاحظات معماری و بصری فضا حفظ گردد. توصیه می شود با توجه به عرض عمومی سالنهای فروش بلیط حداقل ارتفاع در بخش عمومی بیش از ۳/۵ متر در نظر گرفته شود. کلیه موارد مربوط به سقف کاذب مطابق چک لیستهای مربوطه رعایت شده باشد.		
۱۱	جعبه آتشنشانی مطابق ضوابط در هر بخش سالن فروش بلیط قبل و بعد از گیت ها نصب شده باشد.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱۲	کلیه دریچه های گاتر که در محدوده ایستگاه از جمله سالن فروش بلیط واقع هستند بهتر است با یک قفل قابل دسترسی باشند.		
۱۳	کفسازی سالن فروش بلیط می‌بایست از نوع مواد غیر لغزنده بوده و مسیرهای کم بینایان و روشندلان نیز طبق نقشه های مصوب اجرا شده باشد. کلیه موارد مرتبط با کفسازی می‌بایست مطابق چک لیست های مربوطه لحاظ شده باشد.		
۱۴	جهت پوشش دیوارها در صورتی که سالن فروش بلیط در تراز زیر سطح زمین باشد تمهیدات لازم در پشت دیوار یا کف جهت هدایت آبهای نفوذی انجام شده باشد. کلیه موارد مرتبط با پوشش دیوار می‌بایست مطابق چک لیست های مربوطه لحاظ شده باشد.		
۱۵	محل جانمایی دوربین ۳۶۰ درجه در سالن می‌بایست به گونه‌ای باشد که به کلیه بخش های سالن فروش بلیط اشراف داشته باشد و نقطه کوری با توجه به محل نصب و طرح سقف وجود نداشته باشد.		
۱۶	کلیه شیشه های محدوده سالن فروش بلیط جهت حفظ ایمنی می‌بایست از نوع سکوریت- لمینت ۱۰ میلیمتر باشد.		

ت) سکوی مسافری

جدول ۴-۴ چک لیست موارد حائز اهمیت در سکوی مسافری

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	کنترل تامین حداقل عرض مورد نیاز سکو براساس مطالعات بالادست طرح ایستگاه.		
۲	کنترل تطبیق طول مورد نیاز سکو براساس مطالعات بالادست و ناوگان مورد استفاده.		
۳	در کفسازی سکو می‌بایست تمامی نقاط لب سکو ارتفاع یکسانی نسبت به ریل داشته باشند. میزان ارتفاع براساس نوع ناوگان ومطالعه بالادست خواهد بود. همچنین فاصله افقی لبه سکو از آکس ریل می‌بایست در تمامی نقاط یکسان و مطابق مطالعات بالادست بوده و صورتجلسه تحویل نقشه برداری آن ضمیمه تحویل مدارک ایستگاه باشد.		
۴	جهت مباحث ایمنی و همچنین جمع آوری آبهای روی سکو در مواقع خاص، شیب عرضی به سمت دیوار اصلی ایستگاه در سکوی کناری و شیب عرضی به سمت مرکز در سکوی جزیره ای اجرا شده باشد.		
۵	برای محدوده لبه سکو چکرپلیت با ابعاد ذکر شده در ضوابط بالادست (حدود ۵۰ سانتیمتر) بدون برآمدگی و همسطح با کف تمام شده می‌بایست اجرا شده باشد.		
۶	در مجاورت ناحیه ایمنی لب سکو خط هشدار با عرض ذکر شده در ضوابط بالادست (حدود ۱۵ تا ۴۰ سانتیمتر) با رنگ زرد اجرا شده باشد.		
۷	حداقل ارتفاع بازشوی دسترسی به سکو ۲,۴ متر بوده و تمهیدات لازم جهت انتقال کابل ها و تاسیسات در صورت غیرنمایان بودن از درگاهها به سکو از پشت سقف کاذب لحاظ شده باشد.		
۸	کلیه تجهیزات و علائم مورد نیاز نظیر ساعت، بلندگوها، تابلو نام ایستگاه، تابلو ورود و خروج، نمایشگر مسیر فرار و ... براساس ضوابط بالادست در محل های خود نصب شده باشد و ارتفاع آزاد زیر المانهای مذکور کمتر از ۲,۱ متر نباشد.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۹	ارتفاع سقف کاذب سکو به نحوی درنظر گرفته شده باشد که امکان حمل، نصب و تعمیر تجهیزات واقع در اتاقهای همجوار سکو نظیر پست توزیع روشنایی و رکتیفایر تامین شده باشد. در این محدوده ها حداقل ارتفاع می‌بایست با الزامات بخش تجهیزات هماهنگ شود.		
۱۰	در طراحی و اجرای سقف کاذب سکو کلیه تاسیسات و تجهیزات عبوری در نظر گرفته شده باشد. و محل جانمایی دریچه های هوارسان به تایید بخش تجهیزات رسیده باشد.		
۱۱	در تدقیق ارتفاع سقف کاذب در محدوده لب سکو الزامات ایمنی و امکان دسترسی به سقف قطار در مواقع اضطراری نظیر آتش سوزی لحاظ شده باشد. ارتفاع مورد نیاز در هماهنگی با ناوگان و مطابق الزامات بهره‌بردار می باشد.		
۱۲	در طراحی سقف کاذب می‌بایست ضوابط مربوط به نسوز و یا کندسوز بودن مصالح (حسب ضوابط بالادست هر خط) در نظر گرفته شده و از مصالحی که در اثر حرکت قطار و یا حریق امکان ریختن آن روی سکو وجود دارد نظیر تایل های شیشه‌ای پرهیز شود.		
۱۳	مصالح و جزئیات به کاررفته در سقف کاذب سکو به نحوی باشد که در اثر جریان هوای ناشی از حرکت قطارها جابه‌جا نشده و آسیب نبیند.		
۱۴	توصیه می شود در محدوده پشت سقف کاذب سکو مسیری جهت تردد پرسنل تعمیر نگهداری به صورت سرتاسری در نظر گرفته شده و گالری مذکور براساس الزامات سازه طراحی شود. در غیر این صورت می‌بایست حسب نظر بهره‌بردار در خصوص تعداد و محل های ممکن جهت دسترسی به پشت سقف کاذب تمهیدات لازم در طرح و اجرا لحاظ گردد.		
۱۵	در جانمایی محل نصب روشنایی الزامات بخش مربوطه رعایت شده و حداقل لوکس مورد انتظار تامین گردد. اولویت با ایجاد خط نور در محدوده لب سکو و سپس ناحیه مبلمان می باشد.		
۱۶	کلیه چراغها می‌بایست براساس الزامات بخش روشنایی تامین و نصب شده باشند.		
۱۷	محل نصب کلیه درب های سکو می‌بایست بدون تورفتگی و ایجاد نقطه کور باشد.		
۱۸	درب های پله فرار می‌بایست دارای دستگیره آنتی پنتیک، خود بسته شو بدون آستانه (جهت عدم ایجاد سانحه حین خروج و امکان عبور صندلی چرخدار) باشند. میزان مجاز فاصله پایین درب از کف جهت عدم ورود دود می‌بایست با ضوابط آتشنشانی هماهنگ شود.		
۱۹	کلیه درزهای سازه‌ای مابین گالریها و اجزای جانبی با سکو براساس ضوابط بالادست در سطوح کف و دیوار اجرا و با مصالح مناسب و مقاوم ترافیکی (امکان عبور تجهیزات یا ماشین نظافت) پوشانده شده باشد.		
۲۰	خطوط هشدار و کلیه علائم و توضیحاتی که در کف و دیوار مشخص کننده محل دربها، واگن بانوان و نظایر آن می باشد مطابق ضوابط بالادست و الزامات کارفرمایی اجرا شده باشد.		
۲۱	در هر انتهای سکو می‌بایست آینه های راهبران با قطع استاندارد و به صورت آویز نصب شده باشند. جهت نصب آینه های مذکور توقف قطار در سکو، صورتجلسه حضور راهبر و هماهنگی با بهره بردار می‌بایست ضمیمه گردد.		
۲۲	مصالح مصرفی در کف سکو می‌بایست از نوع مقاوم در برابر سایش و غیرلغزنده باشند.		
۲۳	در کفسازی سکو می‌بایست مسیر نابینایان با مصالح و استاندارد (استیل یا آلومینیوم و... یا مشابه) و رعایت الزامات بالادست نظیر آئین نامه ۲۱۱۹۳ نصب شده باشد. محل توقف در لبه سکو پشت خط هشدار می‌بایست براساس نوع ناوگان و با هماهنگی بهره بردار و حضور راهبر قطار و پس از نصب آینه‌ها انجام شود.		
۲۴	در محدوده دیوار زیر لبه سکو و همچنین تابلوها و صندلی ها می‌بایست الزامات رنگ هر خط لحاظ شده باشد.		
۲۵	سطل زباله ها مطابق الزامات بهره بردار و در ارتفاع مناسب نصب شده باشد.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۲۶	جعبه های آتشنشانی مطابق ضوابط بالادست در سکو با تجهیزات کامل نصب شده باشد. فواصل مابین جعبه های آتشنشانی با طول شلنگ و الزامات آتشنشانی همخوانی داشته باشد.		
۲۷	برای گرووهایی که در نقشه ها و مدارک تجهیزات و تاسیسات مشخص شده درب دسترسی مجهز به قفل نصب شده باشد.		
۲۸	برای گاترهای مجاور دیوار به صورت سرتاسری و یا در فواصل مورد تایید بخش تاسیسات دریچه دسترسی جهت نظافت و کنترل دوره ای نصب شده باشد.		
۲۹	تمهیدات لازم جهت جمع آوری آب و انتقال آن به سیستم جمع آوری آب ایستگاه در مجاورت دیوار سکو در سکوهای کناری و میانه سکو و در سکوهای جزیره ای در نظر گرفته شده باشد.		
۳۰	کلیه آویزهای فلزی سقف کاذب و دیوار مجاور خاک دارای پوشش ضد زنگ و منطبق برنقشه های مصوب باشند.		
۳۱	ضوابط مرتبط با اسکوپ در خصوص سنگ دیوارهای مجاور خاک مطابق چک لیست مربوطه انجام شده باشد.		
۳۲	زیرسازی فلزی دیوار مجاور خاک براساس وزن مصالح و نظر بخش سازه انجام شده و ابعاد قوطی ها و فواصل مابین آنها مطابق نقشه های مصوب باشد.		
۳۳	در صورت استفاده از درب شیشه ای برای جداسازی راهروهای دسترسی به آسانسور علاوه بر لزوم رعایت ضوابط مرتبط با جنس و ضخامت شیشه ها می‌بایست علائم هشدار بر روی شیشه نصب شده باشد.		
۳۴	درب بادیزنی جدا کننده محدوده سکو از واک وی مجاور تونل، مطابق الزامات بالادست در هر یک از دو انتهای سکو نصب شده باشد.		
۳۵	درب بادبزنی ابتدا و انتهای سکو دارای حداقل ارتفاع ۵۰ و حداکثر ۷۰ سانتی متر باشد.		
۳۶	رنگ پس زمینه درب درب بادبزنی ابتدا و انتهای سکو زرد رنگ و شبرنگ باشد.		
۳۷	عرض درب بادبزنی ابتدا و انتهای سکو متناسب با اندازه فاصله دیوار انتهای سکو تا لبه سکو منهای ۱۰ سانتی متر درنظر گرفته شده باشد.		
۳۸	جنس درب بادبزنی جداکننده محدوده سکو می بایست در مقابل تغییرات جوی نظیر سرما و گرما و... مقاوم باشد و از مواد انعطاف پذیر ساخته شده باشد تا در حین استفاده تغییر شکل ماندگار ندهد.		
۳۹	گوشه ها و لبه های ورق درب بادبزنی جداکننده محدوده سکو نباید تیز و برنده باشد و به نحو مقتضی مطابق جزئیات بصورت گرد برش داده شده باشد.		
۴۰	درب بادبزنی ابتدا و انتهای سکو می بایست سبک باشد تا در صورت برخورد نفر به آن به وی آسیب نزند.		
۴۱	حداقل عرض درب بادبزنی ابتدا و انتهای سکو نباید بیش از ۷۰ سانتی متر باشد و برای مناطقی که فاصله لبه دیوار تا لبه سکو بیشتر از ۱ متر می‌باشد می‌بایست قسمت اضافه شده به نحو مقتضی با حفاظ یا پایه با عرض مناسب پوشش داده شود.		
۴۲	ارتفاع درب بادبزنی ابتدا و انتهای سکو از کف تمام شده سکو نباید کمتر ۵۰ سانتی متر و یا بیشتر از ۷۰ سانتی متر باشد.		
۴۳	حداکثر طول آزاد بدون دسترسی از انتهای سکو مطابق ضوابط بالادست رعایت شده باشد.		
۴۴	ابعاد درب راهرو خروجی اضطراری روی سکو با محاسبات و نقشه های مصوب معماری تطبیق داشته باشد.		

مسیر حریق و تخلیه اضطراری (مسیر فرار)

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	طراحی پله فرار از دو طرف سکو مطابق استاندارد NFPA130		
۲	راه‌پله‌های خروج اضطراری می بایست کاملا محصور بوده		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۳	زمان تخلیه سکو: لازم است در سکوها ظرفیت خروج کافی برای تخلیه مسافران طی ۴ دقیقه یا کمتر وجود داشته باشد.		
۴	زمان تخلیه به فضای امن: لازم است ایستگاه به نحوی طراحی شود که امکان تخلیه اضطراری از دورترین نقطه روی سکو به فضای امن طی ۶ دقیقه یا کمتر ممکن باشد.		
۵	بیشترین فاصله مجاز طرحریزی خروجی از انتهای سکو ۲۵ متر یا طول واگن (هر کدام که کمتر است) می‌باشد.		
۶	حداکثر ظرفیت دسترسیهای خروج درسکوها، راهروها و شیبراه‌ها ۸۱/۹ نفر بر متر در دقیقه است.		
۷	راهروها و شیبراه‌های عمومی در صورتی می‌توانند به عنوان مسیر خروج تلقی شوند که عرض آنها بیش از ۱/۸ متر باشد.		
۸	شیبراه‌ها صرفا در صورتی می‌توانند به عنوان مسیر خروج تلقی شوند که شیب آنها کمتر از ۸ درصد باشد.		
۹	حداکثر ظرفیت دسترسیهای خروج بر روی پله‌ها و پله‌برقی‌ها ۵۵/۵ نفر در متر در دقیقه است.		
۱۰	راه‌پله‌ها در صورتی می‌توانند به عنوان مسیر خروج تلقی شوند که عرض آنها بیش از ۱/۸ متر باشد.		
۱۱	پله‌برقی‌ها باید از مصالح غیر قابل اشتعال ساخته شده باشند.		
۱۲	در صورت وجود شرایط زیر پله‌برقی‌ها می‌توانند به صورت در حال حرکت در محاسبات تخلیه اضطراری ایستگاه در نظر گرفته شوند - :لازم است پله‌برقی‌ها به برق اضطراری متصل باشند - .امکان متوقف کردن پله‌برقی‌ها و تغییر جهت آنها در نظر گرفته شده باشد.		
۱۳	آسانسورها در صورتی که الزامات زیر را رعایت کنند به عنوان بخشی از عناصر خروج ایستگاه مورد قبول واقع می‌شوند.		
۱۴	آسانسور نباید بیش از ۵۰ درصد از ظرفیت خروج اضطراری را به خود اختصاص دهد.		
۱۵	حداقل یک آسانسور باید خارج از سرویس (خراب) فرض شود و یک دستگاه آسانسور برای خدمات آتش نشانی در نظر گرفته شود. (هنگامیکه ایستگاه دارای ۲ آسانسور یا کمتر باشد این الزام را باید این گونه تفسیر کرد که ظرفیت هیچ آسانسوری به عنوان عنصر دسترسی خروج مورد قبول نمی‌باشد.)		
۱۶	می بایست آسانسورهایی که به عنوان بخشی از ظرفیت خروج اضطراری از هر طبقه ایستگاه در نظر گرفته می‌شوند از طریق فضاهای انتظار از سایر بخشهای آن طبقه جدا شوند.		
۱۷	فضای انتظار مجزا یا لابی آسانسور بایداز سکو با دیوارهای حائل حریق و دودبند با حداقل مقاومت یک ساعت در برابر آتش جداسازی شود. لازم است مدت زمان مقاومت در برابر حریق از زمان لازم برای تخلیه مسافران واقع در فضای انتظار بیشتر باشد		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱۸	لازم است در فضای انتظار یک پله مرتبط با نقطه امن وجود داشته باشد.		
۱۹	سرانه سطح مورد نیاز برای هر نفر ۰/۴۶ مترمربع است.		
۲۰	فضای انتظار آسانسورها می‌بایست مجهز به دستگاههای صوتی هشدار دهنده دارای ارتباط دو طرفه با مرکز کنترل باشد.		
۲۱	دیواره‌های اطراف چاه آسانسور باید با مقاومت ۲ ساعت در برابر آتش طرحریزی شوند		
۲۲	حداکثر دو آسانسور که به عنوان دسترسی خروج یا خدمات آتش نشانی استفاده می‌شوند، می‌توانند دارای موتور خانه مشترک باشند.		
۲۳	موتورخانه‌ها باید با دیوار حائل دارای حداقل ۲ ساعت مقاومت دربرابر حریق جداسازی شوند.		
۲۴	آسانسورها باید دارای سیستم برق اضطراری باشند.		
۲۵	حداقل عرض درهای خروجی می‌بایست ۹۰ سانتیمتر باشد.		
۲۶	تمام درهای خروجی باید از نوع لولایی که بر پاشنه میچرخند باشند. تا بتوان از تمام ظرفیت خروجی درها به‌طور کامل استفاده نمود.		
۲۷	لازم است تمام درهای جدا کننده بین منطقه‌بندیهای متفاوت حریق از نوع ضدحریق باشد.		
۲۸	دربهای ضد حریق باید به‌صورت خودکار بسته شوند - .درها باید با افزایش میزان دود بسته شوند - .در صورتی که خروجی مجزا برای دود موجود باشد باید درهای خروجی اضطراری ایستگاه با بالا رفتن میزان حرارت بسته شوند.		
۲۹	جهت تخلیه باید بر روی درها مشخص باشد تا در روند خروج اخلالی ایجاد نشود.		
۳۰	لازم است طراحی به‌گونه‌ای انجام گیرد که بازشو دربها مانع از حرکت در راه‌پله‌های خروجی اضطراری نگردد و باید عرض بازشوی درب کمتر از نیمی از ظرفیت عبوری کریدور را اشغال نماید		
۳۱	در صورتی که بنا بر نظام بهره‌برداری از ایستگاه دربهای ضد حریق از نوع قفل شونده باشند، لازم است بنا بر سناریوی بهره‌برداری از ایستگاه براساس کنترل از OCC یا اتاق رئیس ایستگاه و یا سیستم اعلام حریق قفل دربها به‌صورت خودکار باز شود.		
۳۲	روشنایی ایمنی مسیرهای خروج در مواقع خطر نباید کمتر از ۱۰ لوکس باشد.		
۳۳	لازم است تابلوهای روشنایی اضطراری و عادی کاملا مجزا در نظر گرفته شود. و توسط سیستم BAS قابل کنترل باشد.		
۳۴	چراغهای روشنایی اضطراری از نوع باتری دار و با ظرفیت حداقل ۱,۵ ساعت کار در هنگام قطع برق باشد.		
۳۵	روشن و خاموش کردن علائم هشدار دهنده و مسیرهای تردد و تابلوهای تبلیغاتی از اتاق رئیس ایستگاه و از تابلو برق قابل کنترل باشد.		
۳۶	کلیه مسیرهای خروج، راه‌پله‌ها، درب‌های خروج و کلیه موانع و عوارض در مسیر خروج و محل نصب کلیه وسایل آتش‌نشانی باید با نصب علائم و عکس‌های شب‌تاب قابل تشخیص باشند.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۳۷	می بایست آمار مسافران ایستگاه، حداکثر هر ۵ سال مورد بررسی مجدد قرار گیرد تا در صورت لزوم در نحوه بهره‌برداری از ایستگاه و طرح معماری آن تغییرات لازم ایجاد شود.		
۳۸	در ایستگاههایی که به صورت مستقیم به کاربریهای شهری با تعداد مخاطب زیاد)مانند مراکز مذهبی و ورزشی و... سرویس دهی می‌کنند لازم است علاوه بر در نظر گرفتن مسافران ساعت اوج در روزهای عادی تعداد مسافرانی که در زمان بهره‌برداری از کاربریهای شهری مورد اشاره به ایستگاه اضافه می‌شود نیز در محاسبات مورد توجه قرار گیرد.		

ث) فضاهای اداری و خدماتی اداری

جدول ۴-۵ چک لیست موارد حائز اهمیت در فضاهای اداری و خدماتی اداری

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	ابعاد درب و جهت بازشوی آن با کارکرد فضا، تجهیزات داخل آن و نقشه های مصوب تطبیق داشته باشد.		
۲	محل و تراز جانمایی اتاق با ضوابط بالادست تطبیق داشته باشد.		
۳	ابعاد اتاق با تعداد پرسنل و مبلمان و تجهیزات داخل آن تطبیق داشته و الزامات بالادست نظیر ضابطه ۱۷۸ و یا مطالعات معماری و الزامات بهره برداری رعایت شده باشد.		
۴	الزامات مربوط به همجواری‌ها نظیر اتاق رئیس و CCTV و ... مطابق ضوابط بالادست نظیر ضابطه ۸۰۴ در خصوص کلیه فضاهای اداری رعایت شده باشد.		
۵	الزامات مربوط به کف نظیر نوع پوشش، میزان ارتفاع از کف سازه ای و ... براساس نقشه های مصوب رعایت شده باشد.		
۶	الزامات مربوط به بازشوی پنجره در صورت نیاز به ارتباط کاربری اداری با مسافران یا سایر بخش ها از نظر ابعاد، نوع بازشو ثابت و محل جانمایی آن با نقشه های مصوب و ضوابط بهره برداری و سایر الزامات بالادست تطبیق داشته باشد.		
۷	الزامات مرتبط با سقف کاذب نظیر ارتفاع نصب، جنس، نوع اتصالات، هوابند بودن، تطبیق با نقشه های روشنایی به لحاظ محل جانمایی چراغ ها، تامین شرایط آتشنشانی و NFPA و ... مطابق نقشه های مصوب رعایت شده باشد.		
۸	ارتفاع دیوارهای پیرامون فضای اداری با توجه به کارکرد و نوع مجاورت طبق نقشه های مصوب اجرا شده باشد.		
۹	ضخامت و جنس دیوارهای پیرامون فضای اداری حسب ضوابط نقشه های مصوب و لزوم اجرا یا عدم اجرای عایق (رطوبتی، حرارتی و صوتی) اجرا شده باشد.		
۱۰	جزئیات مرتبط با ملاحظات سازه ای و وال پست دیوارهای داخلی مطابق مدارک سازه ای در موقعیت های پیش بینی شده با پوشش مناسب اجرا شده باشد.		
۱۱	تمهیدات لازم در محل اتصال دیوارها و تیغه های داخلی به سازه اصلی مجاور خاک به جهت عبور گاترها مطابق نقشه های مصوب لحاظ شده باشد.		
۱۲	پوشش نهایی نازک کاری دیوار طبق الزامات بالادست و نقشه های مصوب و چک لیست های کنترلی مصالح اجرا شده باشد.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱۳	در خصوص فضاهایی که دارای کف کاذب می باشند و کابل وارد این اتاق ها می شود می‌بایست مسیر ورود کابل در دیوار با ابعاد مد نظر تجهیزات لحاظ شده باشد.		
۱۴	در خصوص فضاهای اداری و خدماتی اداری که جزو فضاهای تر محسوب می شوند می‌بایست تمهیدات لازم نظیر کف شوی، عایق رطوبتی، شیب بندی و... مطابق ضوابط بالادست لحاظ شده باشد.		
۱۵	کلیه تجهیزات نصب شده در اتاقها نظیر کابینت آشپزخانه می‌بایست ضوابط مربوط به آتشنشانی و NFPA را تامین نماید.		
۱۶	در کلیه اتاقهای اداری می‌بایست کلید و پریز و امکانات ارتباطی و ... حسب کارکرد فضا، تجهیزات مورد نیاز و الزامات بالادست در محل های مناسب نصب شده باشد.		
۱۷	الزامات نصب نعل درگاه طبق ضوابط بخش سازه لحاظ شده باشد.		
۱۸	در خصوص فضاهایی که دارای کف کاذب می باشند می‌بایست تراز زمین با مصالحی نظیر موزائیک تراز شود.		
۱۹	در کلیه فضاهای اداری می‌بایست تمهیدات لازم در خصوص سرمایش و گرمایش فضا مطابق مدارک و الزامات بخش تاسیسات در نظر گرفته شده باشد.		
۲۰	چنانچه تجهیزی بر روی سقف فضاهای اداری تعبیه شده می‌بایست به صورت مجزا از آویزهای سقف کاذب و از سقف اصلی شاسی‌کشی و تامین فضای نصب مطابق الزامات سازه و تجهیزات لحاظ شده باشد.		
۲۱	فضای اداری براساس مطالعات و نقشه های مصوب تاسیسات الکتریکی تامین و تعداد چراغ ها و نوع آنها منطبق بر مطالعات مذکور باشد.		
۲۲	جانمایی فضاهای خدماتی اداری به نحوی باشد که در دسترس عموم نبوده و در مواقع اضطرار صرفا با هماهنگی حراست قابل استفاده باشد.		
۲۳	تمهیدات لازم برای فضاهایی که نیاز به تهویه مطبوع و تعویض هوا دارند نظیر سرویس بهداشتی پرسنل انجام شده باشد و پیش بینی اگزاست و نوع درب به نحوی باشد که همواره از خارج به داخل این فضاها جریان داشته باشد.		
۲۴	تعداد و ابعاد فضاهای خدماتی و اداری با تعداد پرسنل ایستگاه و الزامات بهره‌برداری و ضوابط بالادست نظیر ضابطه ۱۷۸ و ۸۰۴ تطبیق داشته باشد. از جمله این فضاها می توان به رختکن، نمازخانه، سرویس بهداشتی و آبدارخانه اشاره کرد.		
۲۵	کنترل تعبیه گروو در اتاقهایی که حسب ضوابط و مطالعات بالادست نیاز به جانمایی شیار در دیوار اصلی ایستگاه دارند نظیر سرویس بهداشتی و آبدارخانه و ...		

ج) فضاهای تجهیزاتی و تاسیساتی

جدول ۴-۶ چک لیست موارد حائز اهمیت در فضاهای تاسیساتی و تجهیزاتی

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	الزامات مربوط به همجواریها و تراز جانمایی فضاهای تجهیزاتی مطابق ضوابط بالادست و نقشه های مصوب رعایت شده باشد.		
۲	ابعاد فضا شامل طول، عرض، ارتفاع با الزامات بخش تجهیزات و نقشه های مصوب تطبیق داده شود.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۳	ابعاد و الزامات درب فضاها شامل ارتفاع، عرض، متریال، جهت بازشو، دارای دمپر یا گریل می باشد یا خیر، نوع دمپر در صورت وجود (موتوردار است یا دستی)، هوابند است یا خیر و... با مشخصات مندرج در نقشه‌های مصوب تجهیزات تطبیق داده شود.		
۴	در صورت وجود بازشو در کف یا لزوم تعبیه دسترسی به گروو در مدارک مصوب فضاهای تجهیزاتی، کلیه تمهیدات لازم در اجرا لحاظ شده باشد.		
۵	الزامات مربوط به کف نظیر نوع پوشش، میزان ارتفاع از کف سازه ای، عبور تاسیسات از کف دارد یا خیر، در صورت وجود اختلاف ارتفاع در کف جهت انتقال تجهیز نیاز به رمپ دارد یا خیر و... براساس الزامات تجهیزات و مدارک مصوب پروژه لحاظ شده باشد.		
۶	ارتفاع دیوارهای پیرامون فضاهای تجهیزاتی با الزامات بالادست ونقشه های مربوطه تطبیق داشته باشد. در مواردی که نیاز به امتداد دیوارهای ماسونری تا سقف سازه ای می باشد، اجرا منطبق بر طرح انجام شده باشد.		
۷	ضخامت و جنس دیوارهای پیرامون فضاهای تجهیزاتی و لزوم اجرای عایق (صوتی، رطوبتی و حرارتی) و... با الزامات مربوطه و نقشه های مصوب تطبیق داشته باشد.		
۸	جزئیات مرتبط با ملاحظات سازه ای و وال پست دیوارهای داخلی مطابق مدارک بالادست و فرم های اینتر فیس سازه و تجهیزات انجام شده باشد.		
۹	الزامات مرتبط با سقف کاذب (در صورت وجود)مطابق نقشه های مصوب رعایت شده باشد، نظیر ارتفاع نصب، جنس، نوع اتصالات، هوابند بودن، تطبیق با نقشه های روشنایی به لحاظ نوع و محل جانمایی چراغ ها، تامین شرایط آتشنشانی و NFPA به لحاظ مقاومت در برابر حریق، پیش بینی ارتفاع مناسب جهت عبور تاسیسات و...		
۱۰	پوشش نهایی نازک کاری دیوارها طبق الزامات بالادست، نقشه های مصوب و چک لیست های کنترل مصالح اجرا شده باشد.		
۱۱	در خصوص فضاهایی که جزو محدوده های تر محسوب می شوند تمهیدات لازم نظیر کف شوی، عایق رطوبتی، شیب بندی و ... لحاظ شده باشد.		
۱۲	شیارهای تاسیساتی در سازه دیوار اصلی براساس چک لیست ها و نقشه های مصوب و لی اوت بخش تجهیزات لحاظ شده باشد.		
۱۳	در خصوص فضاهایی که نیاز به کف کاذب می باشد میبایست تراز زیرین با مصالحی نظیر موزائیک تراز شود.		
۱۴	در کلیه فضاهایی که حسب الزامات بالادست نیاز به هوارسانی و اگزاست وجود دارد نظیر اتاق باتری یا اتاق فنی و... تمهیدات لازم در خصوص عبور کانالهای تهویه و محل جانمایی دریچه ها انجام شده باشد.		
۱۵	کلیه بازشوها و گالریهای هوارسان سطح مقطع مورد نیاز طبق الزامات بالادست را تامین نموده باشد.		
۱۶	در صورت نیاز به تغییر ارتفاع کفسازی در محدوده فضاهای تجهیزاتی و راهروهای دسترسی، مباحث تعمیر و نگهداری نظیر مسیر انتقال تجهیز رعایت شده باشد.		
۱۷	با توجه به سناریو حمل تجهیز در طول دوره بهره برداری تمهیدات لازم در طول مسیرهای پیش بینی شده نظیر نصب جرثقیل سقفی، ایجاد درب در محدوده کیوسک‌های تهویه درسطح زمین در صورت لزوم، تعبیه رمپ با عرض مناسب، تامین عرض مورد نیاز در طول مسیر پیش بینی شده تا محل نصب بدون نیاز به تخریب دیوارها و... در نظر گرفته شده باشد.		
۱۸	در صورت نیاز به ایجاد فضایی مجزا جهت تخلیه دود در شرایط اضطراری در محدوده اتاق های تهویه تمهیدات لازم در خصوص مقاومت در برابر حریق مطابق مشخصات بالادست پروژه در ساخت جداکننده مذکور لحاظ شده باشد.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱۹	تجهیزات و امکانات عمومی فضاها نظیر شیر آب ، کلید و پریز، اطفاء گازی یا آبی در صورت نیاز و ... طبق چک لیست الزامات بالادست لحاظ شده باشد.		
۲۰	نوع مصالح مصرفی نازک کاری با کارکرد فضا، الزامات و مطالعات بالادست تطبیق داشته باشد نظیر کاشی ضد اسید برای اتاق باطری.		
۲۱	در خصوص اتاق های تهویه فضای مناسب جهت جانمایی تابلو برق MCC پیش بینی شده باشد.		
۲۲	ضوابط خروج اضطراری پرسنل و اطفاء در صورت نیاز براساس طول گالری ها و راهروهای ارتباطی و ضوابط بالادست برای بخش هایی که دارای تردد هستند لحاظ شده باشد.		
۲۳	شرایط مرتبط با داکتهای تهویه در سطح زمین و تامین سطح لوور مورد نیاز براساس چک لیست و الزامات بخش تجهیزات رعایت شده باشد.		

چ) پوشش کف و دیوار (سنگ)

جدول ۴-۷ چک لیست موارد حائز اهمیت پوشش سنگی کف و دیوار

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	تاب فشاری سنگ نباید کمتر از ۱۵ مگاپاسکال باشد.		
۲	ضریب نرم شدن سنگ در آب در مورد سنگهای نما باید دست کم ۷۰٪ باشد.		
۳	حداقل تاب فشاری سنگ‌های گرانیت ۱۰۰۰، مرمر سفید و خاکستری ۸۰۰، مرمر رنگین ۶۰۰ و سنگ آهک متراکم ۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد.(دریافت گواهینامه های لازم)		
۴	حداقل ضخامت سنگ پلاک برای نصب با ملات روی دیوار باید ۲ سانتیمتر باشد و برای قرنیزها حداقل یک سانتیمتر.		
۵	سنگ باید یکنواخت و بدون ترک و عاری از رگه‌های خاکی، مارنی، سولفاتی و .... بوده و سطوح مرئی سنگ باید گونیا، فاقد لب‌پریدگی و تابیدگی باشند. سنگ ها باید فاقد داغی و اختلاف رنگ زیاد به ویژه در سطوح مجاور هم باشند. سنگ باید متراکم و دارای ساخت و بافت یکنواخت باشد.		
۶	عدم اعوجاج سنگ دیوار به ویژه در نماهای طولی نظیر سکو و شاقولی بودن سطوح قائم می‌بایست کنترل شود.		
۷	کنترل عدم لب‌پریدگی سنگهای اجرا شده به ویژه در محل کنجها، دور بازشوها، گروو ها و		
۸	کنترل یکنواختی سطح سنگ و عدم وجود ناخنک در کف.		
۹	کنترل تطبیق قطع و ابعاد سنگ و رنگ و جنس به کار برده شده در کف و دیوار با نقشه‌های مصوب یا دستور کارهای صادر شده.		
۱۰	کنترل اجرای مناسب بند مابین سنگها و تمیز نمودن سطح سنگ پس از بندکشی.		
۱۱	کنترل امتداد سنگ دیوار تا پشت سقف کاذب، در غیر اینصورت فاصله مابین آنها می‌بایست با هماهنگی طراح و دستگاه نظارت در کل طول توسط اجزا دیگری نظیر پروفیل یا ورق پوشانده شود.		
۱۲	کنترل امتداد خط سنگ تا پشت پله‌برقی‌ها در گالری‌های دسترسی و تقسیم مسافر.		
۱۳	کنترل تطابق وضعیت اجرای سنگ در گوشه‌ها و کنج ها با نقشه‌های نهایی و مصوب نظیر فارسی‌بر کردن گوشه کار.		
۱۴	کنترل یکنواختی و امتداد بند مابین سنگها.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱۵	کنترل تطبیق زیرسازی سنگ در محل‌های زیرزمینی به جهت وجود آب و نصب گاتر با نقشه‌های اجرایی و مصوب معماری یا دستور کارهای صادر شده از نظر ابعاد، تعداد، فواصل، کیفیت اتصالات و ضخامت و مشخصات قوطی‌ها و نبشی‌های به کار رفته و		
۱۶	کلیه مصالح مربوط به نصب سنگ در بخش‌های زیر زمینی و اتصالات فلزی آنها می‌بایست قبل از اجرا با لایه ضد زنگ پوشانده شده یا از فلز زنگ نزن باشند به جز قسمتهایی که کاملا در داخل خمیر سیمان و ملات و دوغاب قرار می‌گیرند.		
۱۷	قبل از اجرای زیرسازی دیوار در محل‌های زیرزمینی می‌بایست هماهنگی لازم با بخش تاسیسات و تجهیزات انجام شده باشد و ارتفاع دیوار با طرح سقف کاذب مصوب در محل اتصال دیوار و سقف هماهنگ گردیده باشد. (در قالب چک لیست یا فرم های کنترلی)		
۱۸	کنترل هماهنگی خطوط سنگ با بازشوها و دربها و		
۱۹	کنترل صحت اجرای شیب‌بندی و هدایت آب در کف به ویژه در سکوها حسب ضوابط ابلاغی و نقشه‌های مصوب.		
۲۰	کنترل یکنواختی دوغاب پشت سنگ دیوار.		
۲۱	کنترل تامین دسترسی به گاتر پشت دیوار در کلیه بخش‌های عمومی و زیر زمینی ایستگاه.		
۲۲	کنترل شیار زنی مناسب سنگ و اجرای اسکوپ و اتصال مناسب آن به زیر سازی در محدوده‌های زیرزمینی مطابق ضوابط و ضابطه های بالادست.		
۲۳	کنترل عدم ایجاد ترک در سنگ دیوار به جهت شیار زنی و نصب اسکوپ.		
۲۴	کنترل اجرای سنگ دیوار قبل از کفسازی به نحوی که سنگ دیوار روی کف نباشد.		
۲۵	کنترل اجرای کامل طرح کف و دیوار به لحاظ تطابق محل، ابعاد و رنگ سنگها با طرح مصوب یا دستور کار ابلاغی.		
۲۶	کنترل اجرای درز سازه‌ای در نازک‌کاری و پوشش سطوح کف و دیوار.		
۲۷	کنترل اجرای عایق رطوبتی پشت سنگ در اجزای روزمینی ایستگاه.		
۲۸	کنترل تامین ضخامت سنگ پله با نقشه‌های مصوب.		
۲۹	کنترل بند کشی درز پیشانی و کف پله.		
۳۰	کنترل اجرای درز انبساط با جزئیات موجود در نقشه‌های مصوب معماری در صورت وجود.		
۳۱	بهتر است کفسازی پس از اجرای سقف کاذب انجام شود در غیر اینصورت حتما باید احداث سقف پس از دوغاب ریزی کف و گیرش آن انجام شده و روی کف را در محدوده عملیات اجرایی سقف پوشانده و جهت دسترسی به سقف از پایه های متحرک و چرخ دار استفاده شود.		
۳۲	گواهینامه رعایت استانداردهای ۴۴۹-۵۷۸-۶۱۷-۶۱۹-۶۶۵ و سایر استانداردهای مرتبط		
۳۳	کنترل محل دپوی سنگ در کارگاه؛ محل دپوی سنگ باید حتی المقدور سرپوشیده و به دور از آلودگی‌هایی نظیر خاک و موارد مضر باشد.		

- سنگهای مناسب برای مصارف گوناگون طبق جدول ذیل می‌باشد. در ایستگاههای مترو با توجه به تردد زیاد و پاخور بودن عمدتا جهت کفسازی از سنگ گرانیت و برای دیوارها از سنگ گرانیت و تراورتن با تخلخل کم استفاده می‌شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۸ سنگ های مناسب برای مصارف گوناگون

ردیف	محل مصرف	نوع سنگ مناسب
۱	ابنیه فنی راه و کارهای آبی	سنگهای آهکی متراکم، ماسه‌سنگها، توفها، گرانیت، دیوریت، گابرو، بازالت و دیگر سنگهای سخت بادوام
۲	پی‌سازیها و شالوده‌ها	هر نوع سنگی که با ضوابط پروژه مطابقت داشته باشد
		سنگهای آهکی متراکم، ماسه‌سنگها، مرمرهای رنگی گوناگون،
۳	نمای خارجی ساختمانها	توفهای آتشفشانی، گرانیت، زینیت، دیوریت، لابرادوریت، گابرو،
		بازالت و دیگر سنگهای منطبق با ضوابط پروژه
		سنگهای آهکی، دولومیت، ماسه‌سنگها، سنگهای گچی، توفهای
۴	دیوارها	آتشفشانی و سنگهای گوناگونی که برای تهیه سنگ شکسته
		مناسب‌اند
۵	پوشش سطوح داخلی دیوارها	سنگهای آهکی مرمرین شبه مرمر، مرمرها، سنگهای گچی، توفها، کنگلومراهای کربناتی و سنگهای مشابه
		الف) ضد آتش- سنگ صابونی (تالکوم) ، توف، اندزیت، بازالت و
		دیاباز
۶	سنگهای سفت‌کاری، نما و پوششهای ویژه	ب) ضد اسید- گرانیت، دیوریت، کوارتزیت، ماسه‌سنگهای سیلیسی، اندزیت، تراکیت، بازالت و دیاباز
		ج) ضد قلیا- سنگهای آهکی متراکم، دولومیت، منیزیت،
		ماسه‌سنگهای آهکی
۷	پله‌ها، کفها و دست‌اندازهای خارجی	ماسه‌سنگها، گرانیت، دیوریت، زینیت، گابرو و بازالت
۸	پله‌ها، کفها و دست اندازهای داخلی	مرمر، گرانیت و لابرادوریت

ح) پوشش دیوار (آجر)

جدول ۴-۹ چک لیست موارد حائز اهمیت در پوشش آجری دیوار

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	آجرهای مصرفی باید از نظر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی (مانند ابعاد، رنگ و دیگر مشخصه‌ها) با آنچه در نقشه‌های مصوب معماری یا دستور کارهای ابلاغی آمده هماهنگ باشد.		
۲	به لحاظ ظاهری آجر باید عاری از ترک خوردگی، شوره زدگی، آلوئک و نظایر آن باشد.		
۳	ضخامت آجرهای نازک نما در هر دو مورد ماشینی و دستی باید برابر ۱±۳۰ یا ۱±۴۰ میلیمتر بوده و طول و عرض آنها عیناً مانند آجرهای ضخیم باشد.		
۴	لبه آجرها باید مستقیم و زوایای آنها قائمه و سطوحشان صاف باشد. پیچیدگی در امتداد سطح بزرگ آجر حداکثر ۴ میلیمتر و در امتداد سطح متوسط آجر تا ۵ میلیمتر مجاز است.		
۵	وجود یک ترک عمیق در سطح متوسط حداکثر تا عمق ۴۰ میلیمتر در آجر پشت کار بلااشکال می‌باشد.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۶	طول شکستگی و دندانه‌ای شدن خطوط و زوایا در آجر پشت کار نباید از ۱۵ میلیمتر تجاوز کند و تعداد آن در هر آجر نباید از دو عدد بیشتر باشد.		
۷	حداقل تاب فشاری آجرهای دستی ۸۰، ماشینی پر مقاومت ۱۷۵، ماشینی متوسط ۱۲۵و ماشینی کم مقاومت ۸۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می‌باشد و تاب فشاری آجرهای مصرفی نباید کمتر از ارقام ذکر شده باشد.		
۸	آجرهای مصرفی باید در برابر یخبندان پایدار بوده و در آزمایش یخ زدگی دچار خرابی‌های ظاهری نظیر ورقه شدن، ترک خوردن و خرد شدن نشوند.		
۹	درصد وزنی جذب آب ۲۴ ساعته آجرهای ماشینی از ۱۶ و در مورد آجرهای دستی نباید از ۲۰ بیشتر شده و در هر دو نوع از ۸ کمتر نباشد.		
۱۰	آجر مصرفی در نما باید دارای شکل، نقش و رنگ مورد نظر مطابق نقشه‌های مصوب بوده و رواداری ابعاد آن حداکثر ۳۰٪ بیش از رواداریهای مندرج در استاندارد ایرانی شماره ۷ باشد.		
۱۱	مصرف آجرهای نما که دارای آلوئک یا ترک باشند تنها در پشت کار مجاز خواهد بود.		
۱۲	مصرف آجرهای ترک دار، کج و معوج، گود و برجسته که انحنا، گودی و برجستگی آنها از ۵ میلیمتر تجاوز نکند مشروط بر آنکه تعداد آنها از ۲۰٪ کل آجرها بیشتر نشود بلا اشکال است.		
۱۳	در خصوص آجرهای نسوز باید گرمای ۱۵۸۰ درجه سیلسیوس را بدون آنکه خمیری شوند و از شکل بیفتند تحمل کنند؛ (در صورت استفاده از آجر در بخش‌های زیر زمینی ایستگاه حتما باید از نوع نسوز و مقاوم در برابر حریق باشد).		
۱۴	مقاومت آجر نسوز دست کم باید ۱۶ مگاپاسکال باشد (حدود ۱۶۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع).		
۱۵	کلیه مصالح مربوط به نصب آجرهای نازک و اتصالات فلزی آنها و دیوارهای دوجداره و نظایر آن می‌بایست قبل از اجرا با لایه ضد زنگ پوشانده شده یا از فلز زنگ نزن باشند به جز قسمتهایی که کاملا در داخل خمیر سیمان و ملات و دوغاب قرار می‌گیرند. اتصالات غیر فلزی به لحاظ دوام و استحکام می‌بایست قبل از اجرا به تصویب دستگاه نظارت برسد.		
۱۶	بند کشی باید مانع ورود آب و نفوذ رطوبت به قشرهای داخلی دیوارها و سایر قطعات ساختمان گردد. از این رو ملات بندکشی باید ریزدانه و پرمایه باشد تا مانع ایجاد خاصیت جاذبه مویی شود.		
۱۷	عرض بند آجرها بر اساس طرح انتخابی ۸ تا ۲۰ میلیمتر می‌باشد (که باید قبلا محل اجرای آن با برس تمیز گردد و پیش از شروع کار مرطوب و آبپاشی شود).		
۱۸	حداقل عیار سیمان بندکشی شامل ۴۰۰ کیلوگرم سیمان در هر متر مکعب می‌باشد، قطر سنگدانه نباید از ۱ میلیمتر بیشتر باشد.		
۱۹	حداقل و حداکثر ملاتخور پشت آجر می‌بایست بین ۲ تا ۴ سانتیمتر باشد.		
۲۰	نصب آبچکان و قرنیزهای شیبدار با شیب به داخل جهت جلوگیری از نفوذ آب به داخل نما و همچنین تمیز ماندن نما در بخش‌های سطح زمین ضروری است.		
۲۱	استفاده از سیمان‌های ضد سولفات برای مقابله با حمله سولفات‌ها و جلوگیری از آسیب‌دیدگی و تخریب نما توصیه می‌گردد.		
۲۲	برای اتصال نمای آجری به سفت کاری مطابق ضوابط بالادست نظیر آئین نامه ۲۸۰۰ اقدام گردد.		
۲۳	رعایت مفاد استاندارد ۷ و ۹۹۱ و گواهینامه های مربوطه		
۲۴	بهترین دما جهت نصب بین ۵ تا ۳۵ درجه سانتیگراد است و هرگز در زمان یخبندان نباید عملیات آجرکاری انجام شود.		
۲۵	ماسه و آب مورد استفاده در ملات ها باید عاری از هر گونه مواد آلی باشد.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۲۶	مناسب ترین زمان جهت بندکشی حداقل چند هفته بعد از نصب آجرها است.		
۲۷	بهترین زمان برای استفاده از ملات آماده شده، جهت بندکشی حداکثر ۲/۵ ساعت می‌باشد.		
۲۸	به منظور همگن شدن ملات مناسب برای بندکشی حداقل چند دقیقه باید آن را ورز داد.		
۲۹	هرگز نباید از دستمال مرطوب به منظور تمیز نمودن اضافات ملات بین شیارها استفاده نمود. بهترین گزینه بکار بردن برس، پس از گذشت ۲ ساعت می‌باشد.		
۳۰	چنانچه از رزین به منظور ضد آب نمودن آجر استفاده شود باید سازه کاملا خشک باشد.		
۳۱	برای جلوگیری از جذب آب ملات توسط آجرهای نما، زنجاب کردن آجر و نیز به کارگیری ملات با نسبت آب و سیمان و ماسه مناسب با قدرت چسبندگی و مقاومت مناسب به خصوص در فصول گرم ضروری است.		
۳۲	یکی از راه های شناخت آجر با کیفیت صدای زنگ مانندی است که از برخورد دو آجر با یکدیگر شنیده شده و نشان می‌دهد فرآیند پخت به خوبی انجام شده است.		
۳۳	رنگ آجر نما باید طبیعی و دارای پایداری بسیار باشد و مغز آجر همرنگ سطح آجر بوده و در اثر سایش تغییر رنگ ندهد.		

* در خصوص فضاهای زیرزمینی ایستگاه در صورت استفاده از آجر همانطور که در ردیفهای چک لیست اشاره شد آجر می‌بایست نسوز و مقاوم در برابر حریق باشد.

*در فضاهایی که نیاز به نظافت مداوم نما می باشد نظیر سکو می‌بایست تمهیدات لازم جهت امکان شستشو و نظافت در نظر گرفته شود.

خ) پوشش کف و دیوار (کاشی و سرامیک)

جدول ۴-۱۰ چک لیست موارد حائز اهمیت در پوشش کاشی و سرامیک

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	روی سطوح دیوار که برای کاشیکاری در نظر گرفته شده صرفا باید از ملات ماسه سیمان استفاده نمود. روی سطوح بتنی ایجاد زمینه مناسب جهت نصب کاشی مطابق نقشه‌های اجرایی و از طریق استفاده از مش نمره ۵ و نظایر آن انجام شده که می‌بایست کنترل‌های لازم مطابق نقشه‌ها صورت گیرد.		
۲	قبل از اجرای کاشیکاری و سرامیک باید عایق‌کاری به طور کامل انجام شده و چنانچه از ایزوگام استفاده شده باشد، می‌بایست روی آن با ماسه سرندی یا ملات ماسه سرندی و سیمان پوشانده شود تا هنگام کاشیکاری، عایق رطوبتی آسیب نبیند.		
۳	در مواردی نظیر سرویس بهداشتی که عایق‌کاری در بدنه دیوار قرار دارد، حتما باید روی عایقکاری توری سیمی، نصب و کاملا به دیوار محکم شود. عایق‌کاری پشت کاشیکاری، نباید چروک خورده باشد.		
۴	در تهیه ملات از مصرف سیمان سفید باید خودداری شود.		
۵	کنترل شاقولی بودن دیوار و تراشیدن ملات اضافه بلوک چینی در صورتیکه ناشاقولی دیوار بیش از ۲ سانتیمتر باشد.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۶	کنترل محل کار و حصول اطمینان از انجام تست های لازم جهت تأسیسات موجود و ایزوله انجام شده و پوشش تاسیسات آب و فاضلاب با درپوش مناسب.		
۷	کنترل جهت بازشوی درب در چهار چوب و رعایت فاصله مورد نیاز جهت سمت لولای درب پس از کاشی کاری و آزاد ماندن کامل چهار چوب (عدم پوشش روی چهار چوب با کاشی).		
۸	کنترل تراز، شاقول، گونیای کنج داخلی و بیرونی و عدم پوشش اضافی روی چهار چوب درب ها در رج اول و بکارگیری کاشی‌های برش خورده در محل‌های خارج از دید.		
۹	یکسان بودن فاصله میان رجها و در یک امتداد بودن درزهای مابین کاشی.		
۱۰	کنترل پر بودن دوغاب رج آخر با لمس دست.		
۱۱	کنترل عدم تغییر در تاسیسات آب و فاضلاب جهت سهولت در انجام کاشیکاری (جابجایی قوطی برق و ...)		
۱۲	کنترل عدم لب‌پریدگی و شکستگی نامنظم گوشه‌های کار در اثر استفاده از انبردست و گاز انبر و سایر ابزار غیراستاندارد جهت برش کاشی.		
۱۳	کنترل خالی کردن بند کاشی‌ها و گل رس استفاده شده جهت ایجاد بند افقی با کاردک و بند کشی کاشی پس از حداقل ۲۴ ساعت و پاک کردن سطح کاشی از ملات اضافه.		
۱۴	کنترل اجرای کفشور در فضاهای تر نظیر سرویس بهداشتی، هواسازها و ..... مطابق نقشه های مصوب یا دستور کار صارد شده.		
۱۵	کنترل اجرای شیب‌بندی در پوشش کف به سمت کفشور مطابق نقشه‌های اجرایی.		
۱۶	چنانچه کاشی تا سقف ادامه پیدا نمی‌کند می‌بایست در ردیف انتهایی از کاشی لبه دار استفاده نمود.		
۱۷	کنترل اجرای درز انبساط با جزییات موجود در نقشه‌های مصوب معماری در صورت وجود.		
۱۸	کنترل تطابق کیفیت و درجه بندی کاشی و سرامیک و ابعاد و اندازه آنها با نقشه‌های مصوب یا دستور کارهای صادر شده.		
۱۹	رعایت مفاد استانداردهای ۳۹۹۲ تا ۴۰۰۸ و ۴۲۸۹		
۲۰	قبل از اقدام به کاشی کاری دیوارهای اضلاع افقی و عمودی دیوار باید کرم بندی و کاملاً تراز باشد.		
۲۱	کاشی را نباید قبل از نصب، مدت زیادی در آب قرار داد که زنجاب شود، فقط کافی است کاشی را در آب فروبرده و سپس به کار برد.		
۲۲	کنترل کیفیت دوغاب و پاک کردن آن از روی کاشی با گونی مرطوب.		
۲۳	کنترل عدم جابجایی کاشی‌ها در هنگام دوغاب ریزی.		
۲۴	هنگام چسباندن سرامیک، اندود رویه (ملات) نباید گیرش خود را آغاز کرده باشد زیرا در آن صورت سرامیک کاملا به ملات نچسبیده و بعدا جدا خواهد شد.		
۲۵	حداقل تا ۳ روز بعد از نصب سرامیک نباید به آن ضربه مکانیکی وارد آید و درجه حرارت فضایی که سرامیک شده نباید از ۵ درجه سانتیگراد کمتر شود.		
۲۶	نوع و درجه سرامیک و کاشی به کاربرده شده می‌بایست با نقشه های مصوب تطبیق داشته و گواهی مربوط به مشخصات در هنگام تحویل در کارگاه ضمیمه شده باشد.		

omoorepeyman.ir

د) پوشش کف (موزاییک)

جدول ۴-۱۱ چک لیست موارد حائز اهمیت در پوشش موزائیک

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	با توجه به استقرار دستگاه‌ها و تجهیزات روی محل‌هایی که فرش موزاییک می‌شوند نظیر اتاق‌های تهویه و پست‌های برق، موزاییک مورد استفاده باید از نوع پرسی باشد تا مقاومت لازم در برابر ضربات احتمالی و سایش را داشته باشد.		
۲	رواداری ابعاد برای طول وعرض موزائیک مقدار ۱± میلیمتر و جهت ضخامت تا ۲۰ میلیمتر، مقدار رواداری ۲± میلیمتر برای ضخامت بیشتر از ۲۰ میلیمتر برای ضخامت بیشتر از ۲۰ میلیمتر عدد در رواداری ۳± میلیمتر تعیین شده است.		
۳	وقتی که نمونه آزمایش می شود مقاومت خمشی نمونه منفرد موزائیک نباید از ۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و میانگین آن از ۴۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کمتر باشد.		
۴	وقتی که نمونه آزمایش می‌شود نباید میانگین طول سایش از ۳۲ میلیمتر بیشتر باشد.		
۵	وقتی که نمونه آزمایش می شود نباید میانگین جذب آب موزائیک از ۸ درصد وزنی آن بیشتر باشد.		
۶	وقتی که موزائیک آزمایش می‌شود پس از اتمام دوره آزمایش در نمونه نباید هیچ گونه ترک خوردگی، پوسته شدن و یا ریزش دانه‌ها به وجود آید.		
۷	ملات مورد استفاده جهت نصب موزاییک باید نسبت ۱:۳ تا ۱:۵ و ضخامتی در حدود ۲/۵ سانتیمتر داشته باشد. ملات ماسه سیمان مورد استفاده باید منطبق با استاندارد شماره ۷۰۶ ایران باشد.		
۸	موزاییک نباید لب‌پریدگی داشته باشد. در صورت وجود چنین نقصی، طول لب‌پریدگی نباید بیش از ۴ میلیمتر و طول لب‌پریدگی در سطح سایش، نباید بیش از ۲ میلیمتر و حاصل ضرب این دو عدد نباید از ۶ بیشتر باشد.		
۹	خطوط درز موزاییک در اطاق‌هایی که مجاور و متصل به هم و یا در مجاورت راهرو و فضاهای ارتباطی قرار دارند، باید در یک امتداد باشند، مگر در محل‌هایی که ابعاد موزاییک ها متفاوت باشند.		
۱۰	کنترل اجرای درز انبساط با جزئیات موجود در نقشه‌های مصوب معماری در صورت وجود.		
۱۱	رعایت مفاد استاندارد شماره ۷۵۵		
۱۲	جهت نصب موزاییک ابتدا می‌بایست سطح زیرین کاملا تمیز و قبل از اجرای کار مرطوب گردد.		
۱۳	در سطوحی که کفشو وجود دارد قبل از اجرا باید کرم‌بندی و شیب‌بندی انجام شود.		

ذ) پوشش کف و دیوار (بتن)

جدول ۴-۱۲ چک لیست موارد حائز اهمیت در پوشش کف و دیوار بتن

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	رعایت مفاد استاندارد ۳۰۰		
۲	تاب فشاری بتن مصرفی در کفهایی که تحت رفت و آمد سبک هستند باید حداقل ۲۴ مگاپاسکال باشد، در مورد آمد و شدهای متوسط تا سنگین مقاومت از ۳۱ تا ۴۸ مگاپاسکال تغییر می‌کند.		
۳	به جهت پایداری بتن کف در برابر عوامل مکانیکی، کیفیت سنگدانه مصرفی برای آمد و شد سنگین‌تر، سنگدانه از نوع سنگ سمباده، سلیس و تراپ مناسب اند.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۴	اختلاط کامل به منظور یکنواختی و پراکندگی همگن دانه‌ها و آغشته شدن کامل آنها با خمیر سیمان نیز ضروری است. اسلامپ بتن کف باید حتی‌المقدور کم باشد تا در اثر لرزاندن و پرداخت و ماله‌کشی، آب نیندازد و شیره آن رو نزند.		
۵	مراقبت از بتن نیز بسیار مهم است. کفهای بتنی ممکن است یکپارچه ریخته شوند یا در دو لایه آستر و رویه اجرا گردند. در صورت اخیر، سطح لایه آستر باید کاملاً خشن و دندانه‌دار رها شود تا قشر رویه به خوبی به آن بچسبد. در صورت امکان، ریختن دو لایه در یک زمان مناسب‌تر است.		
۶	مصرف سنگدانه‌های فلزی به اندازه مناسب در کفهای بتنی باعث هدایت جریان الکتریسته شده و کفها را در برابر برخورد اشیاء، ضد جرقه می‌سازد. برای جلوگیری از سرخوردن روی کفهای بتنی، بهتر است از ماله چوبی یا چوب‌پنبه‌ای برای پرداخت بتن استفاده شود و سطح کار زبرتر گردد.		
۷	برای شستن خمیر سیمانی که خود را گرفته باشد، می‌توان از محلول اسید کلریدریک رقیق استفاده کرد.		
۸	از به کار بردن مواد اسیدی بر روی فرآورده‌های سیمان پرتلند پرهیز شود.		
۹	از مواد پاک کننده اسیدی نباید در فرآورده‌های سیمان استفاده شود.		

- **بتن نمایان**

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	به منظور جلوگیری از چسبندگی بتن و قالب، باید از مواد رهاساز مناسب استفاده شود. هنگام به کار بردن مواد رهاساز، باید دقت به عمل آید تا میلگردها آلوده نشوند. سازگاری مواد رهاساز با سطح و حجم بتن از نکات مهم در بتنهای نمایان است.		
۲	برای جلوگیری از آبله‌گون شدن سطح بتن هنگام جدا شدن از قالب و برای دستیابی به سطوح کاملاً صاف و صیقلی، باید از روکش قالب مناسب استفاده نمود. در مواردی که بدنه قالب، همواری مورد نظر را تأمین می‌نماید، تنها بهره‌گیری از مواد رهاساز کفایت خواهد کرد.		
۳	به منظور ساییدن سطوح بتنی ممکن است از روش ماسه‌پاشی بهره‌گیری نمود، در این موارد باید ماسه خشک بوده و قطر ذرات آن ۱ تا ۳ میلیمتر باشد. هنگام کار باید از کلاه، عینک ایمنی و ماسک تنفسی استفاده شود.		
۴	چنانچه قرار است سطوحی از قطعات بتنی تیشه‌داری شوند، به منظور حفظ پوشش بتنی محافظ میلگرد، باید فاصله میلگرد از سطح خارجی بتن حداقل ۰٫۵ سانتیمتر بیشتر از حد تعیین شده اختیار شده باشد تا به علت تیشه‌داری، پوشش محافظ میلگرد تقلیل نیابد. عمل تیشه‌داری پس از برداشتن قالب و گرفتن بتن همانند عملیات سنگ‌تراشی با تیشه صورت می‌گیرد (یک تیشه یا دو تیشه، ساده یا با حاشیه)، زمان اجرای تیشه‌داری از قاعده کلی رویه‌های ابزارکاری شده متابعت می‌نماید، بدین معنی که با ابزارهای سبک بین ۲۴تا ۳۶ ساعت بعد از بتن‌ریزی می‌توان عملیات را شروع نمود، در حالی که برای ابزارهای سنگین لااقل باید دو هفته از عمر بتن گذشته باشد.		

ر) شیشه

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۳ چک لیست موارد حائز اهمیت برای شیشه های مورد استفاده

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	شیشه های مورد استفاده در فضاها باید از نوع شفاف باشند تا برای کم بینایان مشکلی بوجود نیاید.		
۲	شیشه های مورد استفاده در فضای اداری مقاوم در برابر بارهای مکانیکی، ضربه و تنش حرارتی باشند.		
۳	تمام سطوح شیشه‌ای با عرض بیشتر از ۰,۹ متر و مساحت بیشتر از ۱,۵ متر مربع که در مجاورت فضای باز و معبر قرار دارند، باید از جنس شیشه ایمن و غیر ریزنده باشند.		
۴	شیشهٔ جام باید مسطح یا برجسته و بدون موج، حباب، لب‌پریدگی، لـب برآمـدگی، ترک، لکه، دودزدگی و خم و انحنا باشد. ضخامت شیشهٔ جام در تمام سطح آن باید یکنواخت باشـد و صافی و یکنواختی ضخامت آن به حدی باشد که اگر از زاویه ۶۰ درجه پشت شیشه به جسـمی کـه در فاصلهٔ یک‌متری آن قرار دارد، نگریسته شود، آن جسم کج و معوج دیده نشود. شیشهٔ جام باید خاصیت ارتجاعی و انعطاف‌پذیری خود را حفظ کند. شیشهٔ جام باید در برابر عوامل جوی و هوازدگی مقـاوم باشد و با گذشت زمان کدر نشود.		
۵	هیچ‌گونه خراش و ترک در شیشهٔ ایمنی مجاز نیست. البته لب‌پریدگی شیشه‌هـای ایمنی را، که ممکن است بر اثر عملیات حرارتی یا در مراحل دیگر تولید پدید آمده باشد، اگر از ۱۳ میلی‌متر تجاوز نکند، می‌توان نادیده گرفت.		
۶	شیشه‌های مصرفی در هر پروژه باید از نظر ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی، اندازه، ضخامت، رنگ و سایر مشخصه‌های ظاهری منطبق با نقشه‌های اجرایی، مشخصات، دستور کارها و دیگر مدارک پیمان باشند.		
۷	نمونه شیشه‌های مصرفی در در و پنجره و نما و شیشه‌های ایمنی باید قبلاً به تصویب دستگاه نظارت برسد.		
۸	شیشه اسپایدر همراه با اتصالات اسپایدر از فولاد ضد زنگ و طوری ساخته شده که در برابر رطوبت مقاوم است. پانل شیشه ای شیشه اسپایدر، معمولا دارای ضخامت ۱۰-۱۲ میلی متر است. شیشه نمای اسپایدر از جنس شیشه نشکن بوده، در برابر طوفان و ضربه مقاوم، دارای عایق حرارتی و صوتی نیز می‌باشد. پانل های شیشه نمای اسپایدر به شکل تک جداره یا دوجداره و با عایق حرارتی است و توسط اتصالات فولاد ضد زنگ در چهار، شش یا چند نقطه به یکدیگر متصل می‌شود. پانل ها به دو صورت ثابت و کشویی نصب می‌شود تا در صورت لزوم به راحتی باز شوند. سیستم‌های نمای شیشه اسپایدر در برابر باد و عناصر دیگر مانند آتش نیز مقاوم است. در هنگام تحویل‌گیری گواهینامه و استانداردهای دریافت شده شیشه از سازنده می‌بایست دریافت شود.		
۹	ویژگیهای شیشه‌های جام و ایمنی ساختمانی و روشهای آزمایش آنها باید مطابق استانداردهای ایرانی زیر باشد: ـ استاندارد شماره ۴۳" : شیشه" ـ استاندارد شماره ۲۲۸" : روشهای استاندارد برای تجزیه شیمیایی شیشه آهک ـ سودا" ـ استاندارد شماره ۲۲۹" : روش آزمون نقطه تافتگی و بیشترین نقطه فروکش شیشه" ـ استاندارد شماره ۸۹۷" : ویژگیها و روشهای آزمایش شیشه جام برای ساختمان" ـ استاندارد شماره ۲۳۸۵" : شیشه‌های ایمنی ساختمان"		
۱۰	در صورت استفاده از شیشه در فضاهای ایستگاهی نظیر ورودیها به جهت ایمنی می‌بایست شیشه ها سکوریت لمینت با ضخامت ۱۰ میلیمتر باشند.		

omoorepeyman.ir

ز) پوشش سقف کاذب

الف) نصب سقف کاذب نباید ارتفاع فضا را به کمتر از مقدار مجاز آن کاهش دهد. ارتفاع فضا، تا زیر سطح تمام شده سقف کاذب اندازه گیری می‌شود.

ب) سقف کاذب باید با استفاده از قطعات مناسب و به صورت مطمئن به ساختار اصلی ساختمان متصل شده باشد تا در شرایط بهره برداری عادی و در شرایط خاص به ویژه آتش سوزی یا زمین لرزه ای که ساختمان برای آن طراحی شده است، با تخریب یا ریزش تمام یا قسمتی از آن، موجب اختلال در عملکرد ساختمان و فضاهای آن نشود و به افراد و سایر اجزا ساختمان آسیب وارد نیاورد.

پ) برای نصب آویزها، اتصالات و سایر اجزا نگهدارنده سقف کاذب، باید پیش‌بینی‌های لازم، مانند نصب و اجرای پروفیل‌ها یا میلگردهای انتظار در هنگام اجرای ساختار اصلی ساختمان انجام گرفته باشد و از تخریب و آسیب رساندن به ساختارهای اصلی بدین منظور خودداری شود.

ت) دیوارهای جداکننده فضاها باید تا بالای سقف کاذب و زیر سقف سازه‌ای امتداد داشته باشند و یا فضای بالای سقف کاذب در امتداد قائم دیوارهای جداکننده به وسیله مواد مقاوم و پایدار غیرقابل اشتعال و صدابند مناسب کاملا مسدود و جداسازی شود.

ث) از فضای بالای سقف کاذب نباید برای انبار کردن لوازم و تجهیزات و یا تردد استفاده شود مگر آنکه به وسیله ساختار مناسب و با احتساب بار اضافی لوازم یاد شده طراحی و اجرا شود.

ج) تخلیه هوای سرویس بهداشتی و غذاخوری به فضای بالای سقف کاذب مجاز نیست.

چ) در سقف هایی که در آن ها از مواد قابل سوختن مانند انواع بلوک یا صفحه پلی استایرن استفاده می‌شود باید سطح زیر سقف اصلی مطابق ضوابط مربوط، با اندود یا فرآورده های مناسب، در برابر آتش محافظت شود. این پوشش در صورت تعبیه سقف کاذب نیز باید در زیر سقف اصلی لحاظ گردد.

ح) در مجاورت یا بالای سقف کاذب، هیچگونه لوله آب، فاضلاب یا گاز، کانال و یا تاسیسات مشابه، نباید مستقیما با آویزها، شبکه نگهدارنده و سایر قسمت های سقف کاذب اتصال یا تماس داشته باشد.

خ) در صورت نیاز به نصب هر گونه شیشه یا عناصر شیشه‌ای در سقف کاذب، باید از شیشه های ایمنی مسلح یا غیرلغزنده استفاده شود.

س) پوشش سقف (ورق آلومینیوم، تایل آلومینیوم و دامپا)

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۴ چک لیست موارد حائز اهمیت در پوشش سقف کاذب

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۱	کنترل هماهنگی اجرا با نقشه‌های معماری و دریچه‌های هوارسان و اگزاست سکو و سالن فروش بلیط.		
۲	کنترل تطبیق نقشه‌های سقف کاذب با آخرین عملیات اجرایی تاسیسات و تجهیزات پشت سقف.		
۳	کنترل هماهنگی طرح زیر سازی مندرج در نقشه‌های مصوب یا دستور کار با تجهیزات و کانال‌های نصب شده در پشت سقف کاذب.		
۴	کنترل صحت اجرای زیر سازی به لحاظ ابعاد، تعداد، ضخامت، فواصل، نوع اتصالات و ... با نقشه‌های مصوب و دستور کار ابلاغی. سطح مقطع این پروفیل ها می‌بایست به تایید ناظر سازه رسیده باشد ولی حداقل مقاومت این مقاطع برای پروفیل های اصلی و فرعی به ترتیب نباید از مقاومت آرماتور به قطر ۱۰ و ۶ میلیمترکمتر باشد. در محل برخورد سقف کاذب به دیوار، توصیه می‌گردد که حداقل از یک نبشی۲۰×۲۰ استفاده شود.		
۵	کنترل تراز بودن زیر سازی سقف کاذب.		
۶	کنترل تامین حداقل ارتفاع مورد نیاز سقف در لبه سکو با توجه به الزامات دسترسی به محدوده بالای قطار در شرایط حریق.		
۷	کنترل تامین حداقل ارتفاع مورد نیاز سقف در محدوده سکو جهت امکان انتقال تجهیزات اتاق هایی نظیر پست ترکشن یا پست برق فشار ضعیف و ... در طول دوره بهره‌برداری.		
۸	کنترل تطبیق مصالح مصرفی برای پوشش نهایی سقف کاذب با ضوابط آتشنشانی و ضوابط بالادست پروژه (NFPA) و اخذ گواهینامه های لازم در این خصوص از پیمانکار.		
۹	کنترل تطبیق اجرا با نقشه‌های مصوب یا دستور کارهای صادر شده به لحاظ ابعاد، جنس، ضخامت و رنگ ورق و همچنین رعایت هندسه طرح.		
۱۰	کنترل تامین دسترسی به پشت سقف جهت تعمیر و نگهداری در طول دوره بهره‌برداری و رعایت آن در طراحی و اجرای سقف کاذب، مطابق الزامات کارفرمایی و بهره‌بردار.		
۱۱	کنترل اجرای صحیح نوار آب بند در نواحی اتصال گالری‌های جنبی به سازه اصلی قبل از اجرای سقف کاذب.		
۱۲	کنترل تطبیق طرح سقف کاذب با المان ها و تابلوهایی که پس از اجرای سقف نصب می شوند و تامین حداقل ارتفاع مجاز از زیر تابلوها و اجزای یاد شده.		
۱۳	کنترل یکدست بودن پانل‌ها و عدم شکم و درز در پانل‌ها.		
۱۴	کنترل اجرای صحیح اتصالات پوشش نهایی به زیرسازی.		
۱۵	عدم اعوجاج و تابیدگی صفحات آلومینیومی و تایل‌ها و تراز بودن سقف.		
۱۶	کنترل وضعیت سقف در محل اتصال به دیوار و عدم وجود درز مابین آنها (دیوار تا پشت سقف امتداد یافته باشد).		
۱۷	در صورت استفاده از چکشهای فشنگی برای نصب آویزها می‌بایست استاندارد مربوط به کاشت به روش مکانیکی یا شیمیایی رعایت گردیده و قبل از اجرا تاییدات لازم از دفتر فنی اخذ شده باشد.		
۱۸	کنترل اتمام کار تاسیسات و تجهیزات پشت سقف کاذب قبل از اجرای زیرسازی و اخذ تایید از پیمانکار تجهیزاتی جهت شروع به کار.		
۱۹	کنترل تطبیق محل چراغ ها، بازشوهای تهویه و سایر اجزا در طرح سقف کاذب و نقشه‌های تاسیسات قبل از اجرا.		
۲۰	در صورت الزام کارفرما باید بهره بردار جهت ایجاد مسیر نفررو در پشت سقف می‌بایست تمهیدات لازم درزیرسازی و تدقیق ارتفاع پشت سقف کاذب لحاظ شود.		

omoorepeyman.ir

ردیف	عنوان	تایید	عدم تایید
۲۱	در مواردی که سقف کاذب در معرض جریان شدید هوا قرار دارد مانند سکوها و یا کیوسک های ورودی می‌بایست تمهیدات لازم جهت عدم جابجایی تایل‌ها لحاظ شود.		

ش) مصالح فلزی

فولاد و سایر فلزات و آلیاژهای مصرفی در هر پروژه، باید از نظر فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی (مانند تاب کششی، فشاری، برشی، ازدیاد طول نسبی و غیره) با آنچه در نقشه‌ها، دستور کارها یا مشخصات فنی خصوصی، و دیگر مدارک پیمان ذکر شده است، منطبق باشد. نمونه فولاد مصرفی اعم از نیمرخهای مورد نیاز در اسکلت فلزی، میلگردهای بتن‌آرمه و سایر مصالح فلزی باید قبلاً به تصویب دستگاه نظارت برسد. ویژگیهای فلزات و روش آزمایش آنها باید مطابق استانداردهای ایرانی تدوین شده تا تاریخ انعقاد پیمان یا استانداردهای "سازمان بین‌المللی استاندارد ISO" یا یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی باشد، تعیین استاندارد و قبول آن به عهده دستگاه نظارت می‌باشد. انواع فولاد و دیگر فلزات باید براساس استاندارد مشخص، تولید شده و دارای برگ شناسایی کارخانه سازنده باشد، به کار بردن فلزات مستعمل به طور کلی ممنوع است، مگر در موارد خاصی که در نقشه‌ها و مشخصات اولیه، پیش‌بینی و بررسی شده باشد.

ـ فولادهای زیر و معادل آنها را می‌توان در ساختمانهای فولادی به کار برد:

فولاد ساختمانی ST37-3 ، ST52-3 و فولادهای ساختمانی منطبق با ASTM به شماره‌های A36 ، D درجه ، A607 ، A570 ، A529 ، A501 ، A500 ، A441 ، A440 ، A375 ، A242 ، B درجه A53، A618 و A606 ، A514 ، A588 ، A572 ،E گزارش آزمایشهای انجام شده توسط کارخانه سازنده و یا آزمایشهای مورد تأیید کارفرما بر روی مصالح فوق باید صحت ویژگیهای مکانیکی فولادها را در انطباق با آنچه در ASTM-A6 یا روشهای مشابه و متداول آمده است، تأیید نماید.

۲ ـ ۴ـ ۲-نکات مهم در خصوص نازک‌کاری فضاهای داخلی ایستگاه‌ها

- حتی المقدور از عبور لوله های تأسیساتی در کفسازی احتراز شود.
- رعایت هماهنگی درزهای انبساط در کفسازی با دیوارها ضروری است.
- آب بندی درزهای انبساط در کفسازی هایی که فضای زیرین آنها مورد استفاده قرار می گیرد ضروری است. (مثل کفسازی سکوها که فضای تأسیساتی زیر آن باید خشک باشد).
- کفسازی های بتنی برای استفاده های سنگین می بایست با سخت کننده های سطحی مناسب برای عملکرد مربوطه پوشیده شده و در صورت لزوم با میلگردهای فولادی مسلح گردد.
- مصالح کفسازی نباید از انواع کاملاً صیقلی که باعث لغزیدن می شود انتخاب گردد.

omoorepeyman.ir

- در نظر گرفتن جنبه اقتصادی در هزینه کفسازی‌ها از موارد مهم است و استفاده از مصالح گران قیمت توصیه نمی‌شود.
- مصالحی که در لبه سکوها استفاده می شود، علاوه بر استحکام و اتصالات اصولی از نقطه نظر عدم ایجاد صدا و جلوگیری از لغزش نیز مورد توجه قرار گیرد.
- در کفسازی پله‌ها از مصالح صیقلی استفاده نشود و لبه پله‌ها برای جلوگیری از لغزش پیش‌بینی‌های مناسب داشته باشد.
- مسئله شستشو و جمع آوری آب های حاصله در پله ها و کفسازی ها مورد توجه قرار گیرد و جزئیات لازم ارائه گردد.
- برای جلوگیری از مشکلات ناشی از نفوذ آب و رطوبت در دیوارهای مجاور خاک برای ایستگاه‌هایی که مسئله رطوبت خیلی شدید است می بایست تمهیداتی در نظر گرفته شود. این دیوارها می بایست به ترتیبی طراحی گردند که تحمل کلیه بارها مانند زلزله و وسائل نصب شونده برخود را داشته باشند. این دیوارهای کاذب باید فاصله ای حدود ۱۵-۲۵ سانتیمتر متناسب با جزئیات جمع آوری آب و نصب نازک کاری را از جدار سازه‌ای را داشته باشند. مسئله جمع آوری و هدایت آب در فاصله بین دو دیوار (دیوار کاذب و دیوار سازه ای) باید در نظر گرفته شود. عبور هوا در فاصله بین دو دیوار، به منظور کاهش رطوبت بایستی پیش بینی گردد. جلوگیری از نفوذ و دفع حیوانات وحشرات موذی در فاصله دیوارها در نظر گرفته شود. دسترسی به شیارهای تأسیساتی، امکانات تغییر، تعویض، نصب و نگهداری در نظر گرفته شود.
- جهت مقابله با مشکل شعار نویسی بهتر است در ارتفاع دسترس از مصالحی استفاده شود که قابلیت شستشو با مواد پاک کننده قوی را دارا باشند.
- مقاومت در مقابل لرزه ها و ارتعاشات ناشی از هوا و حرکت قطارها می باید در جزئیات اجرایی دیوارها و سقف مد نظر قرار گیرد.
- در نازک کاری دیوارها با نمای سنگی، در صورت بکار بردن ملات، اتخاذ تدابیر مناسب جهت تثبیت سنگها روی دیوار (نظیر استفاده از اسکوپ، نصب مش فلزی روی سطوح بتنی و ...) الزامی است.
- در انتخاب پانل ها و دیوارهای کاذب بایستی دقت شود که تمام سطح این اجزا در برابر ضربه های معمولی مقاوم باشد.
- در مورد دیوارهای غیر باربر که در زیر سقف هایی که بار خاک یا ترافیک را تحمل می کنند قرار دارند، لازم است تدابیری اتخاذ گردد که وقوع جابجایی قائم در سقف (خیز) به دیوار فشار اضافی وارد نکند. برای این منظور توصیه می‌شود که حداقل در دهانه‌های بزرگ، در بالای دیوارهای غیر باربر از فوم (یونولیت) یا مواد مشابه استفاده شده و نیز تمام اتصالات دیوار به سقف به صورتی در نظر گرفته شود که امکان جابجایی قائم سقف فراهم گردد. رعایت این مسئله از لحاظ صدمه ندیدن نازک کاری دیوارها حائز اهمیت است.

omoorepeyman.ir

- در طراحی سقف های کاذب مسائل و جزئیات اجرایی روشنایی و سایر تجهیزات مانند بلندگوها، کانال‌های تهویه، دتکتورهای اعلام حریق، تابلوهای راهنما و غیره در نظر گرفته شود.
- سهولت دسترسی به فضای پشت سقف‌های کاذب برای دستیابی به تأسیسات و تجهیزات و همچنین امکان تعویض و تغییر در آنها می‌بایست پیش بینی شود.
- مقاومت و دوام مصالح سقفهای کاذب در برابر رطوبت در نظر گرفته شود.
- در سقفهای کاذب که سازه اصلی آن همجوار با خاک می باشد، پیش بینی روشهای درزبندی و آب بندی و هدایت آبهای احتمالی حاصل از نشت یا ریزش با در نظر گرفتن شیب مناسب ضروری است.
- در طراحی اتصالات و انتخاب مصالح سقفهای کاذب،مقاومت در برابر رطوبت، لرزش، ارتعاشات و فشار هوای ناشی از حرکت قطارها مورد توجه قرار گیرد.
- مسائل مربوط به آکوستیک، بازتاب نور و کنترل لرزش از موارد بسیار مهم بوده که باید در طراحی سقف کاذب مورد توجه قرار گیرد.
- تمام بازشوهای مربوط به ایستگاه در سطح معابر (نظیر ورودی های مسافرین، بازشوهای هواکش‌ها و تهویه، بازشوهای مجاری فاضلاب، کابل و غیره) می‌بایست در ترازی بالاتر از تراز آب سیلاب (قابل پیش بینی براساس مطالعات آماری بارندگی) در نظر گرفته شود.
- در تمام بازشوهای فوق، بهتر است امکان نصب دریچه موقت (بصورت کشویی یا ...) در مواقع اضطراری جهت ممانعت از ورود آب به داخل ایستگاه فراهم گردد.
- درب هایی که می توانند مانع ورود آب شوند (نظیر درب ورودی های ایستگاه) ترجیحاً باید از نوعی باشند که باز و بسته کردن آنها بصورت دستی و مکانیکی صورت پذیرد.
- در تقاطع کانال‌های آب و فاضلاب با ایستگاه‌ها، احداث موانع مناسب برای جلوگیری از ورود آب کانال ها در مواقع اضطراری (نظیر زلزله) که کانال‌ها (و یا حتی کانال ها و خود ایستگاه بصورت توام) دچار مشکلات سازه‌ای می‌شود الزامی است.

مصالح انتخابی جهت پوشش سطوح باید دارای مشخصات ذیر باشند :

- مقاومت در برابر مواد شیمیایی و اسیدها
- مقاومت در برابر ضربه و سایش
- قابلیت شستشو
- قابلیت تعویض و تعمیر
- سهولت در اجرا
- دوام بالا

omoorepeyman.ir

- استفاده از عایق‌های رطوبتی در بخش های مجاور با خاک
- استفاده از عایق‌های صوتی با توجه به کاربری فضاها در صورت لزوم

برای جلوگیری از ورود صداهای تولید شده توسط قطارها به مناطق مسکونی و تجاری و حتی فضاهای داخلی خود ایستگاه، استفاده از عایق‌های صوتی ضروری است. بعضی از فضاها مانند اتاق های اداری، باید به گونه ای عایق شوند که صداهای خارجی به این فضاها داخل نشود و بعضی دیگر مانند سکوها و اتاق های فنی باید طوری عایق شوند که صدا از آنها خارج نگردد.

۲ـ ۵ ـتعمیر و نگهداری

تعمیر و نگهداری مجموع اقدامات لازم در طول عمر مفید ساختمان جهت بهره‌برداری ایمن با حداکثر کارایی ممکن متناسب با کاربری ساختمان می‌باشد. نگهداری و تعمیر (نت)، در مباحث فنی، به بررسی‌های عملکردی، سرویس‌کاری، تعمیر یا تعویض وسایل، تجهیزات، ماشین‌آلات، زیرساخت‌های ساختمان و پشتیبانی از خدمات در تأسیسات صنعتی، تجاری، دولتی و مسکونی اطلاق می‌شود فعالیت های نگهداری و تعمیرات را به طور کلی می توان به حالتهای واکنشی، پیشگیرانه، پیشگویانه و پرواکتیو (فوق فعال) تقسیم بندی نمود. نت پیشگیرانه بر اساس تناوب اجرای فعالیتها برنامه ریزی و اجرا گردیده است. تعمیرات پیشگیرانه" یک روال برای بازرسی دوره ای با هدف شناسایی مشکلات کوچک و رفع آنها قبل از تبدیل شدن به یک مشکل بزرگ است. به منظور حفظ شرایط مطلوب ساختمان و دستیابی به اهداف پیش بینی شده در زمان بهره‌برداری از آن، به کارگیری یک برنامه نگهداری صحیح و مؤثر امری اجتناب ناپذیر می‌باشد.

۲ ـ ۵ـ ۱-روش تعمیر و نگهداری دوره‌ای

روش نگهداری باید شامل موارد زیر باشد؛

- تهیه و تصویب آیین نامه تعمیر و نگهداری.
- تهیه برنامه و بودجه نگهداری.
- تصویب برنامه و بودجه نگهداری.
- اجرای تعمیر و نگهداری.
- تهیه سوابق نگهداری.
- گزارش در مورد اتمام تعمیر و نگهداری.

- روند تعمیر و نگهداری باید به منظور اطمینان از پوشش کلی برای ساختمان‌ها، به شرح زیر باشد؛

الف) مقررات مربوط به مشخصات فنی، خصوصی.

omoorepeyman.ir

ب) مقررات مربوط به روشها و دفعات بازرسی.

ج) مقررات، مندرجات و دستورالعمل های اجرای تعمیر و نگهداری.

د) مقررات مربوط به زمان بندی و دستورالعمل تعویض دوره ای.

ه) دستورالعمل روش های تعمیر خرابی.

و)مقررات مربوط به شرایط تضمین ایمنی کار و بهداشت محیط در طول اجرای تعمیر و نگهداری.

ر) سایر دستورالعمل های مربوط به نگهداری.

- **تهیه طرح نگهداری**

- بخش تعمیر و نگهداری مسئول تهیه برنامه های تعمیر و نگهداری سالانه، ماهانه به منظور تضمین برنامه‌های عملکردی و نگهداری ایمن و موثر است. محتویات برنامه نگهداری سالانه باید شامل موارد کافی به شرح زیر باشد؛

محتویات کار تعمیر و نگهداری و اقلام اصلی، بخش‌ها، مدت اجرای تعمیر و نگهداری، روشهای اجرا، سطح اولویت، مقدار حجم کار و برآورد هزینه.

- **سوابق تعمیر و نگهداری**

- عملیات اجرا، نتایج بازرسی، تعمیر و نگهداری و تعمیرات باید برای مدیریت و رهگیری ثبت و بایگانی شود.

- افراد مجری مستقیم کارهای تعمیر و نگهداری، مدیریت فنی و همچنین افراد و سازمانهای مرتبط با کارهای بازرسی، تعمیرات و نگهداری مسئولیت ثبت سوابق را بر عهده دارند.

سیستم های ریلی شهری باید بدون تاخیر یا مشکلات غیرمنتظره به کار خود ادامه دهند. در سیستم ریلی شهری کارکنان تعمیر و نگهداری باید اجزاء را به صورت روزانه بررسی نموده و بخش‌های فرسوده را به موقع و قبل از اینکه باعث فروریختن کل ساختمان شود تعمیر کنند تا عملکرد سیستم ریلی شهری تحت تأثیر قرار نگیرد. بررسی و تایید خرابی ساختمان و تجهیزات با مقایسه آنها با اسناد طراحی صورت می پذیرد.

اجزای اصلی ساختمان به صورت دوره ای بازرسی می گردند؛

- سطوح دیوارها در بازه زمانی یکساله بازرسی شوند.
- سطوح سقفها در بازه زمانی یکساله بازرسی شوند.
- پنجره ها ۱ الی ۲ بار در سال بازرسی شوند.
- بام ساختمان یکبار در سال بازرسی شود.

- **ملزومات تعمیر و نگهداری**

- ابزار بازرسی
- چراغ قوه

omoorepeyman.ir

- دوربین دوچشمی
- چکش بازرسی و غیره
- نردبان برای کارهای مرتفع
- وسیله نقلیه برای کار در ارتفاع بالا
- مواد (متریال) در انبار

ساختمان و تجهیزات سیستم ریلی شهری باید در زمان مناسب تعمیر شوند. فرض اصلی در انتخاب "زمان بندی مناسب" برای تعمیر این است که عملیات بهره‌برداری از ساختمان را متوقف نکند. علاوه بر این، سازگاری با برنامه‌ریزی حجم کار نیز عامل مهمی در تصمیم گیری زمان بندی است.

باید حجم مشخصی از مواد لازم برای تعمیرات در انبار نگهداری شوند. با گذشت زمان از شروع بهره‌برداری، بخش‌هایی که دچار آسیب و خرابی می شوند به طور مداوم متغییر هستند. علیرغم بازرسی ها و تعمیرات مداوم، تعداد قسمت هایی که دچار فرسایش می‌شوند به طور اجتناب ناپذیری در طول زمان افزایش می‌یابند. در نتیجه، می‌بایست سالی یک بار مواد و مقادیر مربوط به نگهداری بررسی شوند.

- **الزامات برای کارکنان تعمیر و نگهداری**

- کارکنانی که وظیفه حفظ و نگهداری ساختمان را برعهده دارند می بایست آموزش‌های لازم و همچنین دانش و مهارت کافی برای کار در ساختمان و سازه‌ها را داشته باشند.

- هنگام انعقاد قرارداد بازرسی یا تعمیر با پیمانکار فرعی، کارکنان تعمیر و نگهداری باید تأیید کنند که آیا پیمانکار فرعی توانایی های لازم برای انجام بازرسی ها یا تعمیرات مذکور را دارد یا خیر.

۲ ـ ۵ـ ۲-بازرسی

ساختمانها در طول عمر مفید خود و تحت تأثیر عوامل مختلف دچار آسیب‌ها و خرابی‌هایی می‌شوند و شناخت این آسیب‌ها و تعمیر و ترمیم اصولی و به موقع آنها می‌تواند باعث افزایش طول عمر مفید ساختمان و فراهم آوردن شرایط بهره‌برداری مناسب از آن شود. از این رو لازم است بازرسی‌هایی از اجزای مختلف معماری و سازهای ساختمان به عمل آید و در صورت نیاز اقدام به تعمیر یا تقویت اعضای آسیب دیده شو. بازرسی اولین و یکی از مهمترین بخش های فرآیند نگهداری ساختمانها می باشد. به طورکلی عواملی همچون ایمنی، قابلیت بهره برداری، طول عمر و هزینه ها مهمترین فاکتورهای مؤثر در تعریف اهداف و تعیین سیاست‌های بازرسی ساختمان می‌باشند. می‌توان گفت که هدف از بازرسی، در وهله اول ارزیابی وضعیت و شرایط فیزیکی با تعیین موقعیت خرابی ها و سپس اولویت بندی معایب و تعمیرات می‌باشد. بازرسی معاینه فنی معماری ساختمان نما، دیوارها و چیدمان تجهیزات را در برمی گیرد.

omoorepeyman.ir

جدول ۲ـ۱۵ انتخاب نوع بازرس

گروه	نوع کاربری سازه	بازرس
۱	ساختمان‌های مسکونی چهار طبقه و کمتر و با حداکثر هشت واحد	حداقل یک بازرس حقیقی
۲	ساختمان‌های مسکونی بیش از چهار طبقه یا بیش از هشت واحد	بازرس حقوقی
۳	ساختمان‌های اداری و تجاری چهار طبقه و کمتر و با حداکثر هشت واحد	حداقل یک بازرس حقیقی
۴	ساختمان‌های اداری و تجاری بیش از چهار طبقه یا بیش از هشت واحد	بازرس حقوقی
۵	ساختمان‌های با حیطه عملکردی ناحیه مانند شعبات فرعی بانک‌ها، مراکز آموزشی، درمانگاه‌ها، خوابگاه‌ها و سالن‌های ورزشی ساده	بازرس حقوقی
۶	ساختمانهای با حیطه عملکردی منطقه مانند فروشگاه‌های بزرگ، بیمارستان‌ها، مراکز فرهنگی، ایستگاه‌های فرعی مترو، ساختمان‌های پست، پلیس، آتشنشانی، شعب اصلی بانک‌ها، مهمان‌پذیرها و هتل‌های کوچک	بازرس حقوقی
۷	ساختمان‌های با حیطه عملکردی شهری و فراشهری مانند فرودگاه‌ها، استادیوم‌ها، دانشگاه‌ها، مراکز اصلی مخابرات، مراکز تحقیقاتی، ایستگاه‌های اصلی مترو، بناهای یادبود و هتل‌های بزرگ	بازرس حقوقی

۲ ـ ۵ـ ۳- تناوب دوره بازرسی

حداکثر زمان بین دو بازرسی متوالی است که طی آن باید کلیه موارد موضوع این دستورالعمل توسط بازرس مورد بازدید مجدد قرار گرفته و گزارش آن به مسئول نگهداری ساختمان ارائه شود.

۲ ـ ۵ـ ۴-بازرسی کلی ساختمان ایستگاه

الف) بازرسی ظاهری ساختمان: یک بار در سال

به جهت بازرسی ساختمان وجود مسئول بازرسی و کارکنان بخش بازرسی ضروری می باشد، همچنین حداقل ابزار زیر به جهت انجام روند بازرسی مورد نیاز می باشد.

- ابزار بازرسی
- چراغ قوه
- دوربین دوچشمی
- چکش های بازرسی
- نردبان
- ابزار کار در ارتفاع بالا (در صورت نیاز)

omoorepeyman.ir

❖ روش بازرسی:

۱) مسئول بازرسی باید بخش‌های معیوب (ترک‌ها، نشت آب، لکه‌ها و غیره) را که بر سلامت ساختمان‌ها تأثیر منفی می‌گذارد، تشخیص دهد.

۲) (رئیس واحد) باید با توجه به ضوابط، عیوب را به طور مسئولانه تشخیص دهد و همچنین زمان تعمیر آنها را تعیین کند.

۳) اگر در مورد قسمتی که قبلاً بازرسی شده است، شکی باقی بماند، مسئول بازرسی باید با نزدیک‌تر شدن به آن با استفاده از نردبان یا ابزار دیگر برای کار، دوباره آن را بررسی کنند.

۴) هنگامی که قسمتی با عیب بسیار جدی تشخیص داده شد، (رئیس واحد) دستور توقف استفاده از ساختمان را صادر می‌کند.

۵) (کارکنان) باید اطلاعات مربوط به بخش های معیوب را با جزئیات در پرونده بازرسی شرح دهند. (تصاویر شکل و ضعف ایجاد شده در صورت نیاز ضمیمه شود.)

ب) بازرسی مصالح ساختمانی: ۱ تا ۳ بار در سال

❖ روش بازرسی:

۱) مسئول بازرسی باید بخش‌های معیوب (ترک‌ها، نفوذ آب، نشت آب و غیره) را که بر استفاده از ساختمان تأثیر منفی می‌گذارد، شناسایی کند.

- درها: به جهت ترک و شکستگی بررسی شده، و کارکنان باید مطمئن شوند که در باز و بسته کردن درب مشکلی وجود ندارد.
- سیستم لوله آب: بررسی شود که آیا سیستم به طور معمول در هنگام باز شدن یک شیر آب کار می کند یا خیر. همچنین باید سیستم را برای نشت آب و آبگرفتگی بررسی کنند.
- مسئول بازرسی باید مطمئن شود که علائم پیشگیری و تابلوهای نشانگر مقررات و راهنما مطابق ضابطه شماره ۸۷۳ با عنوان "دستورالعمل کاربرد علائم و تابلوها در شبکه حمل و نقل ریلی شهری و حومه" در موقعیت‌های مشخص شده تنظیم شده است.
- مسئول بازرسی مطمئن می‌شود که افراد تخلیه شده می‌توانند از طریق پله های اضطراری به سطح زمین بروند.
- مسئول بازرسی بررسی می کند که تجهیزات سیستم اطفاء حریق طبق روال مشخص شده عمل می‌کنند. پمپ برقی، پمپ دیزل، سیستم آبرسانی برای اطفای حریق، سیستم اعلام حریق خودکار (ابزار تشخیص دود و دما، آبپاش ها و غیره) به درستی عمل می کنند.
- مسئول بازرسی بررسی می کند که سیستم های تهویه طبق روال مشخص شده عمل می کنند.

omoorepeyman.ir

۲) مسئول بازرسی باید با توجه به ضوابط، عیوب را به طور مسئولانه تشخیص دهد و همچنین زمان تعمیر آنها را تعیین کند.

۳) اگر در مورد قسمتی که قبلاً بازرسی شده است، شکی باقی بماند، [رئیس واحد] و [کارکنان] باید با نزدیک‌تر شدن به آن با استفاده از نردبان یا ابزار دیگری برای کار در ارتفاعات، دوباره آن را بررسی کنند.

۴) هنگامی که یک قطعه دارای نقص بسیار جدی تشخیص داده شود، (رئیس واحد) مسئول باید دستور توقف استفاده از تجهیزات یا ساختمان را صادر کند. هنگامی که تجهیزات یا ساختمان بتواند بر سفر ایمن قطار تأثیر بگذارد، (رئیس واحد) باید دستور توقف فوری را صادر کند.

۵) (کارکنان) باید اطلاعات مربوط به بخش های معیوب را با جزئیات در پرونده بازرسی شرح دهند. (تصاویر شکل و ضعف ایجاد شده در صورت نیاز ضمیمه شود.)

بازرسی داخل سازه ها و ایستگاه‌ها (دیوار، سقف، سیستم روشنایی، درب ورودی، سیستم آبرسانی و زهکشی، تابلوی حفاظت حریق، چراغ راهنمایی اضطراری و ...) باید انجام گردد.

۲ ـ ۵ـ ۵-معایب و خرابی ها و تعمیر

در ادامه به بررسی و توضیح عوامل ایجاد اصلی ایجاد خرابی در ساختمان و همچنین روش نگهداری و تعمیر آنها می پردازیم.

۲ ـ ۵ـ ۶-تعمیر کاشی و موزائیک

الف) دلایل مهم ترک و شکست کاشی

دلیل عمده ترک و شکسته شدن کاشی در ساختمان، نشست ساختمان می‌باشد. دلیل دیگر جنس لعاب کاشی از شیشه و سیلیس می‌باشد و با کوچک ترین فشار ترک و خرد می‌شود. در گاهی موارد کاشی پشت مکانهایی قرار می‌گیرد که باعث می‌شود گرمای زیادی به خود جذب کند و بر اثر انقباض و انبساط کاشی ترک می‌خورد. برای جلوگیری از این امر لوله‌ها را با پشم شیشه می پوشانند و برای چسبندگی بهتر ملات با عایق پشم شیشه از تور سیمی استفاده می‌کنند.

ب)تعمیر کاشی‌هایی که ترک برداشته اند

omoorepeyman.ir

با چکش سبک به گوشه آن ضربه زده و آن را خرد کرده و کامل جمع می‌کنیم. محلی را که باید کاشی جدید نصب گردد کاملاً تمیز کرده و به مقدار کافی از چسب کاشی استفاده می‌کنیم. دقت شود چسب شره نکند و فقط جوابگوی نگهداشتن کاشی باشد. با تخماق به گوشه‌های آن به آرامی ضربه می زنیم تا به خوبی بچسبد.

پ)تعمیر کاشی کاری به روش بنایی

پس از خرد کردن کاشی‌های ترک‌دار، ملات پشت آن را به اندازه ۲ سانتیمتر کاملاً خالی و تمیز می‌کنیم. محل را آبخوار می‌کنیم. ملات ماسه سیمان ریز دانه را با عیار کافی تهیه و در محل می‌گذاریم. کاشی زنجاب شده را در محل خود قرار می‌دهیم و با تخماق بر تمام سطح می‌کوبیم و هم سطح و هم تراز نسبت به کاشی‌های اطراف اجرا می‌کنیم. پس از نصب کاشی آن را با پودر سنگ و سیمان رنگی نسبت یک به چهار بندکشی می‌کنیم و با پارچه سطح کاشی را تمیز می‌کنیم.

ت)نصب کاشی روی ترک‌های عمیق دیوار

دو ردیف از کاشی‌های اطراف ترک را خرد می‌کنیم تا بتوانیم تعمیرات را به خوبی انجام دهیم. ملات پشت کاشی را کاملا می‌گیریم. آجر کاری و عرض ترک را تا ارتفاع عمق لازم خالی می‌کنیم. پس از اجرای سفت کاری (نصب و ترتیب دادن به آجرها) نصب کاشی‌ها را با استفاده از گل رس و دوغاب ریزی ادامه می‌دهیم. در مرحله آخر بندکشی و سطح را تمیز می‌کنیم.

ث) دلایل طبله کردن کاشی

منظور از طبله کردن کاشی درآمدن کاشی از سر جای خود می‌باشد. و حاصل بی‌توجهی در ملات گذاری، استفاده از کاشی کاملاً خشک، به کارگیری روشهای غلط دوغاب‌ریزی، استفاده کردن خاک رس در ملات ماسه سیمان می‌باشد.

ج)روش تعمیر طبله کردن کاشی

پس از خالی کردن ملات قدیمی کاشی را نصب و تعمیر کرده. برای نصب می‌توان از چسب کاشی استفاده کرد و پس از دوغاب بندهای کاشی کاری را بندکش و تمیز کنیم.

چ)به چه دلایلی موزائیک‌ها لق می‌شوند

چنانچه ماسه ملات موزائیک فرش، شسته و از نوع درشت دانه باشد به علت زبری بین ملات و موزائیک پیوند به وجود نمی‌آید و به مرور زمان براثر رفت و آمد و جابجایی وسایل و غیره موزائیک فرش نیز لق می‌شود.

ح)جلوگیری از لق شدن موزائیک

باید از ماسه ریز دانه سیلت‌دار استفاده کرد تا سبب چسبندگی هرچه بیشتر ملات و موزائیک شود. باید سطح موزائیک را از گرد و غبار پاک کرد.

خ)روش تعمیر موزائیک‌هایی که لق شده‌اند (تعمیر جزئی)

omoorepeyman.ir

موزائیک‌هایی که لق شده‌اند را با لبه کاردک یا کمچه از جای درآورده. سطح ملات زبره را گردگیری و مرطوب می‌نمائیم. موزائیک را از ملات های قدیمی پاک می‌کنیم (دوغاب اطراف را می‌تراشیم) و آن را زنجاب می‌کنیم. دوغاب اصلی ساخته شده را روی ملات سابق زبره که سخت شده میریزیم و موزائیک را در جای قبلی خود قرار می‌دهیم و سطح موزائیک را با مشت و تخماق می‌کوبیم. عمل دوغاب ریزی را بلافاصله در موزائیک های لق شده انجام می‌دهیم. سطح دوغاب اضافی را خشک و سپس با کمچه جمع می‌کنیم.

د) تعمیر موزائیک و ملات شکسته شده

موزائیک های شکسته شده را جمع آوری می‌کنیم. با قلم و چکش به اندازه ۱/۵ سانتیمتر ملات را می‌تراشیم. اگر خرابی بیشتر باشد مقدار ۱/۵ افزایش پیدا می‌کند تا حدی که به موزائیک‌های اطراف خسارتی وارد نکند. سطح موزائیک ها را مرطوب و ملات ماسه و سیمان را با عیار کافی نسبت ۱ به ۴ آماده می‌کنیم. موزائیک را اجرا کرده و با مشت و تخماق می‌کوبیم تا ملات در خلل و فرج آنها به خوبی نشست کند. سطح کاشی را کاملا تراز کرده و سپس عمل دوغاب ریزی و تمیز کردن سطح را انجام می‌دهیم.

ذ) دلایل چال شدن سطح موزائیک

به خاطر افت خاک های نرم و فروکش شدن چاهک‌ها و مقاوم نبودن زیرسازی به مرور زمان موزائیک فرش می‌شکند و فروکش می‌کند.

ر) دلایل قوز و کپ و کپ شدن سطح موزائیک

آهک‌های ناشکفته‌ای که در سطح زیر موزائیک فرش و در چاله‌ها مدفون شده، بعد از آبخور شدن آن شکفته می‌شود، ازدیاد حجم پیدا می‌کند و سطح موزائیک را قوز و کپ می‌کند.

ز) دلایل یخ زدگی موزائیک و بلند شدن موزائیک

به علت باز بودن درزهای موزائیک و بی توجهی در امر دوغاب‌ریزی، آب باران به زیر کف پوش نفوذ می‌کند، یخ زده و به علت ازدیاد حجم به وجود آمده موزائیک از جای خود بلند می‌شود.

س) روش های تعمیر سه مواردی (یخزدگی، کپ و چال شدن) موزائیک

موزائیک کف و دوغاب سخت شده اطراف موزائیک و ملات زیر آن را کاملاً جمع آوری می‌کنیم و اگر لازم باشد سطح را می‌کوبیم یا شفته‌ریزی می‌کنیم. موزائیک فرش را با ملات مرغوب و با رعایت مرطوب سازی اجرا کرده و برای دوغاب‌ریزی درزها را بیشتر از ۵ میلیمتر باز می‌کنیم. دوغاب ماسه بادی و یا خاک سنگ و سیمان با عیار کافی تهیه کرده و سپس سطح موزائیک را طوری که مجدداً درزها خالی نشود تمیز می‌کنیم.

به جهت پاکیزگی، اکثر لکه‌ها با آب و صابون پاک می شوند و برای لکه‌های مقاوم از اسکاچ و یک ماده پاک کننده زبر و بسته به نوع موزایک نرم استفاده شود. و برای برطرف نمودن خش ها از سنباده، از دستگاه ساب، نمد و واکس استفاده شود.

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۵ـ ۷-انواع ترک در ساختمان و تعمیر آن

افت پی بر اثر عواملی همچون رطوبت و فشارهای وارده از طبقات، بی مقاومتی خاک و عملکردهای آن پیش می‌آید. همچنین نوع مصالح مصرفی و اجرای غیر فنی، سبب نشست های پی می‌شود. در مجموع بر اثر حرکات زمین، اسکلت بنا حرکت می‌کند و شکست های مختلف که شامل ترک‌های عمیق و یا معمولی و در مواردی به شکل مویی است، نمایان می‌شود.

الف) موقعیت ترک

ترک‌های عمیق: این ترک‌ها گاهی به طور دائمی به وجود می‌آید و دلیل آن نشست مرتب پی است که در این صورت استفاده از ساختمان خطرناک است.

ترک‌های ثابت: معمولاً پس از نشست پی، تحرک ساختمان کم می‌شود. این پدیده بر اثر وقوع رطوبت و فشرده شدن سطح زیر پیش می‌آید. در نتیجه شکست و افت دیوارها و اسکلت بنا نیز متوقف و حالت ترک ثابت می‌شود.

موی ترک‌های معمولی: این ترک‌ها در اثر افت های کوچک در اسکلت بنا و به واسطه نیروها و در مواردی به علت نوع مصالح اندود به وجود می آیند. رطوبت، انقباض و انبساط حاصله در مقابل خشک شدن سطوح مرطوب، باعث ایجاد ترک‌های مویی می‌شود.

ب)حالت های ترک

ترک را به شکل های مختلف می‌توان آزمایش کرد. نوع خطرناک و بدون خطر آنها را به شکلهای زیر می‌توان شناسایی کرد:

- بند دو قسمت دیوار را که بر اثر ترک‌های عمیق از یکدیگر جدا شده اند، با گچ دستی طوری کف کش می‌کنیم که ملات فقط دو قسمت جدا شده را پوشش دهد؛ یعنی در ترک‌ها نفوذ نکند.

پس از خودگیری و خشک کردن ملات گچ، چنانچه از دیوار جدا شود، اسکلت در حال نشست و افت کامل است که باید در مورد آن با احتیاط رفتار کرد.

- در موارد ذکر شده در بالا، می‌توان روی ترک دو قسمت جدا شده دیوار را نوار کاغذی از جنس کاهی نازک به ابعاد ۳۰*۳ سانتیمتر به شکل ضربدر (X) با پونز نصب کرد. چنانچه کاغذ پاره شود، شکست و نشست در ساختمان بسیار خطرناک می‌باشد. در این صورت ساختمان باید از سکنه خالی شود.
- در نشست های خطرناک، کلاف پنجره بر اثر نیروی فشار، اهرم و دفرمه می‌شود. به علت بالا بودن ضریب شکنندگی، شیشه پنجره‌ها ترک می‌خورند و می‌شکنند.
- در افتهای مداوم و مواقع سکوت، صداهای "تک تک" که حاصل ترک مصالح و به ویژه آجرکاری است، شنیده می‌شود.

پ) روش تعمیر ترک‌ها

omoorepeyman.ir

همان طور که گفته شد بر اثر نشست، ترکهایی به وجود می‌آید که برخی از آنها مویین و ریز هستند. با خالی کردن اطراف آنها و با "کشته کشی" و کشیدن پنبه آب روی سطوح ترک‌های مویین آنها گرفته و آماده نقاشی می‌شوند.

ت) ترک‌های نیمه عمیق

بر اثر حرکت‌پذیری سقف که از انقباض و انبساط رطوبت و حرارت حاصل می‌شوند، ترک‌هایی به وجود می‌آید. این ترک‌ها را با نوک کاردک و ماله خالی می‌کنیم و پس از "آماده‌کشی" و پرداخت کشته و پنبه زنی، ترک‌ها را می‌گیریم و آماده نقاشی می‌کنیم.

ث) ترک‌های عمیق

اطراف ترک را با تیشه می‌تراشیم و سپس درز آن را کاملاً خالی می‌کنیم. با به کار بردن گچ دستی و کف‌کش کردن، درون ترک را پر و سطح آن را با گچ آماده صاف می‌کنیم. سپس با گچ کشته و پنبه آب، سطح آن را کاملاً پرداخت و آماده نقاشی می‌کنیم.

توجه شود چون سطح کشته‌کشی در بعد بیشتری انجام می‌شود تا خط کپ کردن به وجود نیاید، باید اصولی را به کاربرد تا سطح ترک از اطراف به شکل پخ از گچ‌کاری و اندود برداشته شود تا عمق ترک در سطحی عریض پیوند شود. به این عمل اصطلاحاً "پرداخت کردن، کشته و هم سطح کردن با زمینه در گچ‌کاری قدیمی" می‌گویند.

ج) ترک در تقاطع دیوار

دیوارها بر اثر نداشتن پیوند با هشت‌گیر ترک می‌خورند. در مواقعی بر اثر نشست و شکست دیوارها، ترک‌ها کاملاً باز و رویت می‌شوند. در بعضی موارد، این ترک‌ها بسیار عمیق هستند به طوری که می‌توان دست را درون آنها حرکت داد. در این حالت چنین عمل می‌کنیم:

۱. سطح ترک را از دو طرف کاملاً با تیشه می‌تراشیم و پس از جارو سطوح آن را کاملاً مرطوب می‌کنیم.
۲. چنانچه لازم باشد کنارهای ترک را با قلم و چکش چند سانتیمتر بازتر می‌کنیم تا نشست گچ با عمق بیشتری انجام شود.
۳. ملات گچ تیزون را شلاقی در درون ترک می‌کوبیم تا سطح ترک کاملاً پر شود.
۴. پس از پر کردن ترک به شکل سرتاسری و کف‌کش کردن گچ تیزون، اندود گچ و خاک را اجرا می‌کنیم.
۵. در صورت نیاز، ترک را شمشه گیری می‌کنیم تا در سطح گچکاری یکنواختی به وجود آید.
۶. با گچ آماده و سپس گچ کشته، سطح اندود را سفید کاری می‌کنیم و با پنبه آب زدن برای پرداخت، گچ کاری را خاتمه می‌دهیم.

چ) پیوند در ترک‌های عمیق

omoorepeyman.ir

چنانچه ترک عمیق باشد، رج‌های بریده شده را از دو طرف به اندازه یک نیمه خالی می‌کنیم و با به کار بردن ملات مرغوب و آجرهای راسته مقاوم، سطح ترک را در عرض دیوار با رعایت پیوند، کامل می‌گیریم و سپس مبادرت به اندودکاری می‌کنیم. در این صورت اثر ترک کلی محو می‌شود. در بعضی موارد ترک به حدی است که از بیرون نور و اشیا قابل رویت می‌شود. به طور مسلم این ترک و شکست و نشست از پی شروع می‌شود و تا بالاترین قسمت ساختمان ادامه می‌یابد که برای تعمیر آن به این صورت عمل می‌کنیم: مسیر ترک را در کفسازی دنبال می‌کنیم و با برداشتن کفسازی به پی می رسیم. تعمیر از پی شروع می‌شود. پس از کرسی چینی جداره تر را جهت به وجود آوردن پیوند خالی می‌کنیم. پس از بنایی ترک مذکور، در عمق دیوار اندود و سفیدکاری انجام می‌دهیم.

۲ ـ ۵ـ ۸-رطوبت و جلوگیری از آن

هر ساله بر اثر ورود رطوبت و آب به داخل ساختمان و یا نفوذ آن به درون اجزای ساختمانی، ضررهای هنگفتی وارد آمده و تأثیرات نابود کننده‌ای بر روی سازه ساختمان‌ها به وجود می‌آید. از جمله تاثیرات آن پوسیدگی چوبها، زنگ‌زدگی فلزات، هجوم رطوبت و ماندگاری آن، ظهور حشرات و قارچ ها در ساختمان و متورم شدن روکش گچی دیوارها می‌باشد.

یخبندان موجبات تخریب اکثر مصالح را فراهم می‌آورد. آبی که به داخل مصالح نفوذ کرده است، پس از منجمد شدن منبسط می‌گردد و آب منبسط شده مصالح را خرد و فرسوده می‌کند. این پدیده را در اجزای نمای ساختمان مانند سنگ، آجر یا اندودها بیشتر مشاهده می‌کنیم. رطوبت به دو طریق به دیوار تأثیر می‌گذارد: اول جذب رطوبت موجود در خاک و دومی تأثیر رطوبت ناشی از بارندگی. بدترین خرابی‌ها در مورد دیوارهایی که فاقد درپوش هستند رخ می‌دهد. نقص در اجرای بامها و یا درپوش روی دیوارها به مرور و به صورت متوالی ساختمان را چنان فرسوده می‌کند و تا مرز تخریب کامل ساختمان را تهدید می‌کند.

الف) چگونگی جذب رطوبت توسط دیوار

همه مصالح بنایی تا حدودی متخلخل هستند و آب را به داخل خود جذب می‌کنند. این آب به همراه املاحی که در آن محلول هستند موجبات تخریب دیوار را فراهم می‌کنند.

آب از سه طریق جذب دیوار می‌گردد:

- نفوذ رطوبت از طریق زمین و پی دیوار.
- نفوذ رطوبت از طریق بدنه دیوار.
- نفوذ رطوبت از طریق روی دیوار.

جلوگیری از نفوذ رطوبت به دیوار:

- کم کردن رطوبت خاک اطراف ساختمان (زهکشی).
- استفاده از مصالحی که جاذب رطوبت نباشند.

omoorepeyman.ir

بعضی از مصالح کمتر تحت تأثیر رطوبت محیط قرار می‌گیرند. سنگهای ساختمانی بسیار کمتر از آجر، آب محیط را به خود جذب می کنند. به طور کلی علت جذب رطوبت مصالح ساختمانی به میزان تخلخل و وجود حفره‌های آوندگونه و همچنین تماس مستقیم مصالح با آب و یا مصالح مرطوب می‌باشد. لذا می‌بایست مابین جسم مرطوب و مصالح یا اجزای ساختمانی مورد نظر صفحه‌ای قرار دهیم که مانع از عبور رطوبت گردند. به آن دسته از مصالحی که مانع عبور رطوبت و آب می‌شوند، عایق رطوبتی می‌گویند.

ب) مصالح عایق رطوبتی

کلیه مصالحی که متخلخل و یا دارای حفره های آوندگونه نباشند می‌توانند به عنوان عایق رطوبتی مورد استفاده قرار گیرند. از دیگر خصوصیات این مصالح عبارتست از:

- غیر قابل ترکیب بودن با سایر مواد موجود در محیط (آب، هوا، مصالح مجاور).
- دوام و مقاومت کافی در برابر نیروهای محیطی و مکانیکی.
- قابلیت انعطاف.
- دارا بودن خصوصیات مثبت کاربردی (حمل و نقل، قیمت مناسب، نگهداری آسان).

نفوذ رطوبت به دیوار داخلی ساختمان

- نفوذ رطوبت از طریق زمین و پی ساختمان : برای جلوگیری از نفوذ رطوبت در این حالت باید حرکت آن را به ترتیبی سد نمود و برای این منظور روی پی را با لایه عایق پوشانده و سپس دیوارچینی را از روی عایق شروع می نماییم. ولی چون غالباً سطح پی از کف تمام شده ساختمان پایین تر است، قبلاً روی پی را با کرسی چینی تا حد بالای قلوه چینی (بلوکاژ) کف بالا آورده، سپس روی آن را عایق می‌کنیم. باید به خاطر داشته باشیم که چنانچه لایه عایق از حد بالای قلوه چینی پایین‌تر قرار گیرد، جلوی نفوذ رطوبت کامل گرفته نمی‌شود و از آن قسمت دیوار که پایین تر از کفسازی قرار دارد، رطوبت به طرف بالا نفوذ می‌کند.
- نفوذ رطوبت از بدنه دیوار: چنانچه دیوار داخلی در جوار سرویس‌های بهداشتی و یا هر مکان دیگری که احتمال نفوذ آب از یک سمت دیوار به سمت دیگر باشد، نسبت به عایق کاری دیوار اقدام می‌کنیم. باید در نظر داشته باشیم که چون در این گونه فضاها به علت آبریزی، کفسازی نیز ممکن است عایق کاری شده باشد، لزوماً بایستی عایق سطوح عمودی و افقی به خوبی به یکدیگر متصل و یکپارچه گردند. قسمت داخلی دیوار از محل اتصال به کف تا ارتفاع ۷ الی ۱۰ سانتیمتر از مصالحی مانند پلاک‌های سنگی، موزائیک، سرامیک، یا چوب اجرا می‌شود. این قسمت را قرنیز پای دیوار می‌خوانند.

omoorepeyman.ir

- قرنیز پای دیوار علاوه بر ایجاد زیبایی و محافظت از پای دیوار در مقابل برخورد اجسام گوناگون به آن می‌تواند به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت حاصل از شستشوی کف اتاق به دیوار در محل خود قرار گیرد. به طور کلی قرنیزها احتیاجی به عایق کاری ندارند. در فضای سرویس‌ها که کف آنها در معرض ریزش آب و رطوبت داخلی است، عایق کاری کف این فضاها به صورت کاسه بوده و تا ارتفاع ده سانتیمتر روی دیوارها ادامه می‌یابد و سپس پوشش نهایی دیوار انجام می‌گیرد.

نفوذ رطوبت به دیوارهای جانبی ساختمان

- نفوذ رطوبت از طریق زمین و پی ساختمان: اصول جلوگیری از نفوذ رطوبت به دیوارهای جانبی ساختمان از طریق زمین و پی ساختمان کاملاً مشابه دیوارهای داخلی و با عایق کاری روی کرسی چینی تکمیل می‌گردد.
- نفوذ رطوبت از طریق بدنه دیوار: به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت به دیوارهای جانبی ساختمان از طریق بدنه دیوار، باید بدانیم که این رطوبت از دو جبهه جذب دیوار می‌گردد. اول از طریق آب جاری در کنار ساختمان و یا نفوذ تدریجی آب حاصل از ذوب شدن برفهایی که در کنار دیوار انباشته می‌گردند و دوم از طریق جذب رطوبت موجود در خاک مجاور دیوار، در مورد فضاهای زیرزمین هستند. در مورد اول که خطر یخبندان و تخریب ناشی از انبساط آب جذب شده، در داخل مصالح دیوار نیز می رود از ازاره استفاده می‌کنیم. در قسمت خارجی دیوار در محل اتصال به کف، به دلیل تماس مستقیم با آب باران و برف، و قرار گرفتن در معرض ضربه‌های احتمالی، با مصالح مقاومتی مانند پلاک‌های سنگی یا بتنی اجرا می‌شود و به آن ازاره می گوییم. در این جزئیات، حداقل ارتفاع ازاره از کف تمام شده خارج برابر ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده است که این مقدار با توجه به میزان بارندگی و میزان برف هر منطقه متغیر بوده. در صورتی که پلاک های سنگی مورد استفاده قرار گیرد، حداقل ضخامت سنگ برابر با ۳ سانتیمتر و نوع آن از انواع مقاوم در برابر ضربه، با میزان کم جذب رطوبت و عدم وجود مواد حل شدنی در آب در نظر گرفته می‌شود. در مورد ازاره‌های بتنی، حداقل عیار بتن غیر مسلح برابر با ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب بتن می‌باشد.
- نفوذ رطوبت از طریق روی دیوار: آب باران از طریق روی دیوار به راحتی جذب مصالح بنایی شده و علاوه بر آن نمای ظاهری ساختمان را زائل می نماید و تخریب تدریجی دیوار را نیز به همراه دارد. برای جلوگیری از بروز این پدیده از درپوش یا قرنیز روی دیوار استفاده می‌کنند. عملکرد اصلی درپوش جلوگیری از نفوذ رطوبت به داخل دیوار و هدایت آب باران به خارج است. درپوش یا قرنیز روی دیوار با توجه به تماس مستقیم با آب و یخ، معمولاً از مصالحی مانند سنگ، بتن و یا ورق‌های گالوانیزه یا مصالح دیگر ساخته می‌شود. سطح درپوش با شیبی در حدود ۳ تا ۵ درصد به سمت خارج اجرا می‌شود و لبه آن به اندازه لازم و به صورت افقی از دیوار خارج شده و در زیر آن شیاری به عنوان آبچکان تعبیه

omoorepeyman.ir

می‌شود. عمق آبچکان باید به حدی باشد که آب به خوبی از آن خارج شده و امکان رسیدن به دیوار را نداشته باشد. چنانچه دیوار در معرض باران و برف و رطوبت شدید قرار گیرد، می‌توان از درپوش های مختلف مانند سنگ پلاک و ورق گالوانیزه استفاده کرد. برای نصب درپوش های فلزی، بلوک‌های چوبی را که به صورت هرم ناقص ساخته شده است، در فواصل معین (هر ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر) روی دیوار و داخل ملات به شکلی نصب می کنند که چوب نتواند از داخل آن خارج شود. سپس به اندازه عرض مورد نیاز تسمه های فلزی به ضخامت ۳ میلیمتر و پهنای ۲ تا ۳ سانتیمتر را که لبه آنها به صورت خمیده از دیوار خارج می‌شود، به چوب ها پیچ و محکم می کنند. سپس ورق های گالوانیزه که برای درپوش دیوار ساخته و لبه آنها فتیله و خم شده است، از دو طرف به لبه تسمه‌ها محکم می‌شود. در اجرای این نوع درپوش باید دقت کرد که در مقابل بادهای شدید، مقاومت لازم را داشته باشد.

پ) پیشگیری از رطوبت بالا رونده

چنانچه دیوار به علل مختلف دچار رطوبت شود، سبب اشکالات ظاهری مانند سفیدک زدن، شوره زدن، پوسته کردن و ورقه شدن و طبله کردن اندود می‌شود که به علت خالی شدن پای دیوار و همچنین از نظر بهداشتی عوارض ناگواری را به وجود می‌آورد.

راه جلوگیری:

۱. حد بین ملات و موزائیک را قیر اندود می‌کنیم.
۲. پای دیوار را به اندازه ۶۰-۵۰ سانتیمتر به طور سرتاسری به شکل کانال خالی می‌کنیم و سپس کرسی چینی انجام می‌دهیم. روی کرسی را عایق نموده تا جلوی رطوبت گرفته شود. رج نهایی را با ملات بسیار نرم و مقاوم به صورت غوطه ور انجام می‌دهیم تا دیوار دچار نشست نگردد. برای بستن زیر دیوار با ملات یا بتن آن قسمت را می بندیم. عرض کانال ها ۱/۲ متر است. پس از اجرای عایق کاری قسمت خالی شده را با سنگ پر می‌کنیم و سپس روی آن را ملات ریخته و موزائیک فرش می‌کنند. بعد از اجرای کفسازی دیوار را سفید کاری می‌کنیم.

ت)پیشگیری از رطوبت بالا رونده به شکل سیستماتیک

این روش هزینه و وقت کمتری را می خواهد. نحوه اجرا به این شکل است که رج های پایین دیوار را به طور سرتاسری می‌تراشند، سپس سطح را جارو می نمایند، گوشه دیوار را با قلم و چکش خالی می کنند و سپس دیوار بریده شده را به وسیله

فشار هوا از گرد و غبار پاک کرده و آب را با فشار به این جداره می‌پاشند و از ورقه‌های ایزوگام فشرده استفاده نموده و دیوار را عایق کاری می‌کنند.

ث)زهکشی اطراف ساختمان

omoorepeyman.ir

چنانچه نفوذ آب و رطوبت به حدی باشد که اجرای کانال موثر واقع نگردد، اقدام به زهکشی می‌کنیم. به این شکل که با رعایت فاصله‌ای به اندازه ی ۱/۵ متر اطراف ساختمان کانال حفر می‌کنیم. ارتفاع کانال باید پایین تر از سطح تراز زیر پی باشد. سپس اگر کفسازی بتنی باشد به صورت شیب‌دار از دو طرف کانال حفر می‌کنیم. سرعت شیب برای کشش آب باید به نحوی باشد که آب از درون کانال‌ها به درون چاه سرازیر گردد. سپس چاه‌ها را طوقه چینی کرده و درپوش می‌گذاریم. عمل زهکشی توسط سفال‌ها و سنگ های سطح کانال انجام می‌شود.

ج)علت نفوذ رطوبت به کف خواب پشت بام

۱. نشست احتمالی باعث باز شدن لایه های زیرین می‌شود. سپس آب در آنها اثر می‌کند و باعث به وجود آمدن رطوبت در ناحیه ناودانی می‌شود.
۲. آسفالت پشت بام به علت تماس با هوای آزاد و اثرات جوی فرسوده می‌شود. به همین علت هر چند سال یک بار باید آن را تعمیر کرد.
۳. ضربه وارد کردن به سطح پشت بام باعث شکست آسفالت شده و رطوبت به پشت بام نفوذ می‌کند.
۴. اجرای کف خواب گذاری در گوشه و نواحی کناری پشت بام ممکن است به علت عدم عایق کاری مناسب باعث نفوذ رطوبت گردد.

۲ ـ ۵ـ ۹-تمیز کردن نما (کیوسک ورودی)

۱. زمانی که جرم روی نمای ساختمان ناچیز و سطحی است، می‌توانیم روی آن آب بپاشیم و هنگام حرکت آب از بالا به طرف پایین، با سنباده غیر سیمی یا مویی و در مواردی سنگساب دستی سطح را سایش دهیم. سپس با آب گرفتن جرم ها، نمای ساختمان را تمیز کنیم.
۲. اگر جرم روی نمای ساختمان زیاد باشد، یا نما به رنگ روغنی آغشته باشد و یا مورد دیوار نویسی واقع شده باشد، برای تمیز کردن آن از روش تمیز کردن مکانیکی و وزش ماسه ای با فشار دستگاه استفاده می‌کنیم. در این روش باید فشار ماسه ای به حدی باشد که نما دچار خلل و فرج های ریز نکن. معمولاً این روش برای نماهایی مفید است چرخش و حرکت دورانی سطح را تمیز می‌کنند باید با دقت انجام شوند تا اولاً امواجی در سطح نما به وجود نیاید و ثانیاً گرد حاصله برای کارگران زیان آور نباشد. که مصالح سخت دارند: مانند سنگ کاری‌های تزئینی، در این دستگاه، چهار نوع شیلنگ با قطرهای مختلف وجود دارد که از آنها برای زدودن جرم استفاده می‌شود.

omoorepeyman.ir

۳. لازم به ذکر است که نوع ماسه های به کار رفته در این عمل باید غیر سیلیسی باشد تا برای کارگران زیان آور نباشد و همین طور غبارهایی را که از ماسه به وجود می‌آید، پس از پایان کار با آب می شوییم و تمیز می‌کنیم. بدیهی است که پاشیدن آب ممکن است از درزها به قسمت های داخلی ساختمان اثر کند. در آخر نیز توجه گردد که برسهای مکانیکی که با چرخش و حرکت دورانی سطح را تمیز می‌کنند باید با دقت انجام شوند تا اولاً امواجی در سطح نما به وجود نیاید و ثانیاً گرد حاصله برای کارگران زیان آور نباشد.

الف) تمیز کردن نمای ساختمان با مواد شیمیایی

برخی از مواد شیمیایی و نمک ها می‌توانند در نماهای سنگی، آجری و نما با مصالح دیگر، خسارت کلی وارد آورند و باعث تخریب آنها و یا به وجود آمدن لکه و حفره‌هایی در سطوح شوند که بین آنها به موارد زیر اشاره می‌کنیم:

- اسید رقیق فلوئوریدریک:

این اسید را به مقدار ۱۰٪ با آب مخلوط می‌کنیم و با قلم، چکته و یا فرچه بر سطحی که قبلاً با آب خیس شده است، می‌مالیم. سپس با برس چرمی سایش می‌دهیم و بلافاصله با آب می شوییم.

- اسید فسفریک:

برای پاک کردن زنگ آهن، محلول اسید فوق را با سمپاش و یا برس به سطحی که قبلاً خیس کرده ایم می زنیم و با برس نرم دیگری بر کل آن می کشیم و بلافاصله آن را با آب شستشو می‌دهیم. این اسیدها سطح شیشه را می خورند و دچار یخزدگی می کنند. به این ترتیب جلای سنگ های نما در کنار پنجره و یا نماسازی روکار از بین می رود. در ضمن تخته های زیر پایی را فاسد و در بعضی موارد سوراخ می کنند. پاشیده شدن اسید مذکور بر دست و بدن سبب سوختگی شدید می‌شود.

- تمیز کردن به وسیله بخار آب:

با دستگاه آب گرم و بخار را بر روی سطح کار می پاشیم. برخی از موارد سطح نما در بخار آب حل و شسته می‌شود. اما استفاده از این روش از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست. در آخر نیز یادآوری می‌گردد که قبل از استفاده از مواد شیمیایی جهت تمیز کردن کل نما، سطح کوچکی را به طور آزمایشی تمیز می‌کنیم و پس از اطمینان از اینکه اشکالی پیش نخواهد آمد، نما را پاک خواهیم کرد. در مواردی استفاده از آب تنها سبب انتقال نمک ها از دل کار بر سطح کار می‌شود که در این صورت سطح کار دائم شوره می زند.

ب)تمیز کردن دوده از نمای ساختمان با شستشو

- لکه هایی را که از دوده بخاری حاصل می‌شود می‌توان با آب گرم و مواد کف کننده به ویژه صابون شست.
- چنانچه دوده چرب باشد، با دو تا سه بار شستشو با آب و صابون تمیز می‌شود.

omoorepeyman.ir

- چنانچه دوده بسیار چرب باشد می‌توان از گل "مهل" یا "تالک" و یا "تری کلرواتیلن" خمیری تهیه کرد و بر سطح لکه گذاشت و پس از خشک شدن، سطح مذکور را با برس تراشید و چربی غلیظ را از آن گرفت. باید دقت شود که این عمل در هوای آزاد انجام شود تا خطر تنفسی برای کارگران پیش نیاید.

پ) پاک کردن اثرات قیر و قطران از روی نمای ساختمان

- لکه های قیر و قطران را می‌توان تراشید و اثرات باقیمانده آن را با خمیری که از ترکیب "تالک" و یا "گل مهل" حلالی همچون "تولوئن" و یا "تری کلروراتیلن" و یا "جوهرهای معدنی" به دست می‌آید، پاک نمود. پس از خشک شدن خمیر آن را با برس از سطح نمای ساختمان می‌تراشیم. به طور مسلم چون این مواد شیمیایی است، کار کردن با آنها با احتیاط و دقت لازم انجام شود.
- هنگام صبح که هوا خنک است با احتیاط کامل می‌توان با ضربه نوک کاردک قیر را از سطح کار تراشید.
- می‌توانیم پارافین را روی محلی که قیر به صورت مذاب و لکه بر سطح آجر نشسته است، بکشیم و لکه ها را پاک کنیم.
- اثرات موجود از لکه های قهوه ای منگنز را نیز با یک واحد "پراکسید هیدروژن" و یک واحد "اسید استیک" که در چهار واحد آب حل می‌کنیم، می‌توانیم از بین ببریم.
- در تماس چربی های مرطوب با نمای ساختمان، رنگ های خاکستری و قهوه ای که از صمغ چوب و یا مازوت خارج می‌شود، بر سطح نما اثر می‌کند. برای پاک کردن آنها، محلول اسید "اکزولیک" را در چهار واحد آب گرم و داغ حل می‌کنیم. سطح رنگی را با محلول به دست آمده آغشته می‌کنیم و با مالش برس سیمی، رنگ ها را از بین می بریم.

۲ ـ ۵ـ ۱۰-تعمیر ونگهداری بتن

از جمله معایب و مشکلات ساخت و بهره برداری بتن می‌توان به اشتباهات طراحی، خطاهای اجرایی، خوردگی، کربناته شدن بتن ، سولفاته شدن بتن، واکنش قلیایی سنگدانه‌ها، تخریب اسیدی بتن، تخریب ناشی از ضربه، سایش، فرآیند تبلور نمک، فرآیند ذوب و یخ آب، کاویتاسیون، تاثیر مواد شیمیایی بر بتن و ... اشاره کرد. شایان ذکر است مشکلات تشخیص و تعمیر بتن به طور مفصل در اسناد "تحویل‌گیری، بهره برداری و نگهداری ابنیه ایستگاه‌ها، تونل وهواکش‌های میان تونلی" و " تحویل‌گیری، بهره برداری و نگهداری ابنیه ساختمان های دپو و محوطه" ارائه گردیده است.

ویزیت و ارزیابی سازه های بتنی پر اهمیت در بازه های زمانی معین شش یا یک ساله با استفاده از تیم کارشناسی متخصص انجام می گیرد.

از جمله انواع روشهای تعمیرات و ترمیم سازه های بتنی می‌توان به : قالب بندی و بتن ریزی با بتن حاوی افزودنی های بتن ، بتن پیش آکنده ، بتن پاشی یا شاتکریت، ترمیم دستی، تزریق رزین اپوکسی و پلی یورتان، بتن اصلاح شده با پلیمر و چسب اپوکسی یا لاتکس، بتن های پلیمری و ... اشاره کرد.

omoorepeyman.ir

روشهای ترمیم دیوار و ستون های بتنی :

- ترمیم ترکهای ستون ها با استفاده از تزریق رزین اپوکسی
- ترمیم با استفاده از چسب اپوکسی و ملات پایه سیمانی اصلاح شده با پلیمر در شکستی و خوردگی ستون ها و دیوارها
- ترمیم با استفاده از چسب اپوکسی اتصال قدیم به جدید و ملات منبسط شونده در کپ های اتصال
- ترمیم سطحی و دوامی با استفاده از ملات ترمیم کننده پایه سیمانی اصلاح شده با پلیمر
- پوشش ترک های سطحی با پوشش های محافظتی الاستومری به منظور حفظ دوام
- استفاده از الیاف های CFRP به صورت ترکیبی با سایر روش ها با توجه به حجم آسیب
- ترمیم با استفاده از دوخت سازه به وسله تزریق رزین و کاشت میلگرد

روشهای ترمیم سقف، تیر و پلهای بتنی:

- ترمیم ترک های سقف، تیر و پل ها با استفاده از تزریق رزین اپوکسی
- استفاده از بتن های پلیمری برای ترمیم سطح روی پل ها و عرشه عبور با تردد زود هنگام
- ساب زدن سطح بتن در سطوح ناصاف و نما
- ترمیم با استفاده از چسب اپوکسی و ملات پایه سیمانی اصلاح شده با پلیمر در شکستی و خوردگی تیر، پل و سقفها
- ترمیم با استفاده از چسب اپوکسی اتصال قدیم به جدید و ملات منبسط شونده در کپ های اتصال
- ترمیم سطحی و دوامی با استفاده از ملات ترمیم کننده پایه سیمانی اصلاح شده با پلیمر
- پوشش ترک های سطحی با پوشش های محافظتی الاستومری به منظور حفظ دوام
- استفاده از الیاف های CFRP به صورت ترکیبی با سایر روش ها با توجه به حجم آسیب
- دوخت ترک با استفاده از تزریق رزین و میلگرد

۲ ـ ۵ـ ۱۱-بهره برداری تعمیر ونگهداری سنگ

سطوح سنگی را به صورت دوره‌ای با وسایلی مانند طی یا وسیله مشابه دیگر به جهت پاکسازی آبهای سطحی به جا مانده روی سنگ تمیز نمایید. برای پاکسازی سطوح سنگی از پاک کننده های اسیدی و قلیایی مانند جوهر نمک، وایتکس و... استفاده نمی‌شود. بهترین گزینه استفاده ازپاک کننده های خنثی و محلول آب و صابون رقیق می‌باشد. به جهت جلوگیری از خراش بر روی سطوح سنگی توصیه می‌شود در ابتدای ورودی به ساختمان از پادری و وسایل مشابه استفاده شود.

- تمیزکردن سنگ

omoorepeyman.ir

برای شستن سنگ بهتر است تنها از آب استفاده شود. برای تمیز کردن گرانیت ها می‌توان برس مویی غیرفلزی و محلول شوینده رقیق و مناسب به کار برد. مرمرها را نیز می‌توان با آب و محلول شوینده رقیق تمیز کرد. در صورت استفاده از محلولهای شوینده باید انواع سازگار با سنگ و بدون تاثیر بر خواص فیزیکی و شیمیایی، مکانیکی و مطابق شیوه نامه تولیدکننده به کاربرده شود. برای این کار، پیش از استفاده از این محلول‌ها، اثر آنها بر روی نمونه کوچک و مشابهی از سنگ آزمایش شود. از مصرف شوینده های اسیدی و قلیایی اسیدکلریدریک، محلول آمونیوم و سودسوزآور خودداری گردد.

الف) تراورتن

سطح تراورتن باید سالانه و به صورت دوره‌ای (هر ۶ ماه یا هر ۴ ماه یکبار) مورد بررسی قرار گیرند. استفاده از سیلر ها می‌تواند دوام سنگ را تضمین کند. اگر کفپوش تراورتن به طرز صحیحی با یک لایه سیلر با کیفیت خوب آب بندی شده باشد، کیفیت و رنگ سطح تراورتن عمری طولانی و درخشان را برای مدت طولانی حفظ می کند. روش پاکسازی لکه برروی سنگ تراورتن به شرح ذیل می‌باشد.

- لکه های روغنی

هر نوع محصول روغنی مانند قیر، گریس، روغن و غیره می‌تواند باعث ایجاد لکه های روغن روی سنگ شود. برای از بین بردن لکه های نفتی ابتدا از مواد باقی مانده را با پاک کردن یا خرد کردن (فقط برای قیر) از روی سطح بردارید. در مرحله بعدی، با استفاده از یک پارچه، ناحیه کثیف شده را با یک پاک کننده مخصوص سنگ به آرامی تمیز کنید. تمیز کننده را مستقیماً روی لکه قرار ندهید زیرا این کار باعث رقیق شدن لکه می‌شود که به نوبه خود باعث می‌شود تا بیشتر به داخل ساختار متخلخل سنگ منتقل شود. با قرار دادن پارچه روی لکه برای چند دقیقه، از پارچه دیگری برای جذب لکه استفاده کنید. ضد چربی قلیایی (بازی)، مواد شوینده خانگی و پاک کننده های مخصوص سنگ طبیعی می‌توانند به عنوان پاک کننده این لکه ها استفاده شوند.

- لکه های آب میوه

آب میوه، قهوه، چای، نوشیدنی‌هایی مانند نوشابه، مواد غذایی مانند دخانیات، و سایر منابع لکه‌های ارگانیک را شامل می‌شوند. اگر تراورتن در فضای خارجی نصب شود، با برداشتن باقی مانده لکه، به مرور بر اثر عوامل طبیعی مانند باران و نور خورشید از بین می رود. اگر سنگ در داخل نصب شده باشد؛ با استفاده از شوینده های موجود در بازار و یا پاک کننده های خانگی (۱۲٪ هیدروژن پراکسید یا آب اکسیژنه با چند قطره آمونیاک) می‌تواند تمیز شود.

- شوره ها

شوره نوعی رسوب پودر سفید است که در اثر شستشوی سنگ با آب حاوی نمک های معدنی ایجاد می‌شود. این ماده پودری هنگام تبخیر آب روی سطح سنگ تراورتن ظاهر می‌شود. اگر شوره ها تازه هستند، آن را به سادگی با دستمال یا جارو برقی، از بین ببرید. خشک کرده یا آن را از سطح سنگ جدا کنید. این کار را تکرار کنید تا این که شوره کاملاً حذف شود. به هیچ وجه نباید از آب برای خلاص شدن از شوره استفاده کنید زیرا این کار باعث آسیب دیدن سطح سنگ می‌شود.

omoorepeyman.ir

ب)مرمریت

- واکس زدن

پر کردن سطوح معیوب کوچک از قبیل منافذ یا سوراخ های ریز با لاک مخصوص روان، واکس مبل سازی یا ترکیبات پلی‌استر است. کاربردهای گذشته واکس برای درخشان ساختن سطوح، مورد نظر نیست.

- چسباندن

اتصال لمبه تعمیری قطعات شکسته شده که امروزه عموماً با میخ و پرچ، سیمان یا چسب انجام می‌شود.

- پرکردن

پرکردن منافذی که به طور طبیعی در مرمریت ایجاد شده اند و می‌توان آنها را با پلی استر پر نمود.

ت) گرانیت

زیبایی کامل گرانیت هنگامی ظاهر می شود که بطور کامل پولیش شود که این امر با ضد لغزش بودن، عامل ضروری برای کف، مغایرت دارد.

• هنگامی که به منظور مقاوم کردن آن در برابر لغزش شیارکاری و آتش‌کاری می شود، احتمالاً بافت سطح آن صدمه می‌بیند، شکل ظاهری گرانیت پس از این نوع نازک کاریها کدر می شود.

• جایگزینی قسمت های خراب شده از نظر رنگ،طرح،رگه ها و ... با قسمتهای دیگر بسیار دشوار است و وصله مانند می شود.

• مدت زمان لازم برای نصب آن بیش از سنگ‌های دیگر می‌باشد.

- مکان‌هایی با رفت و آمد سنگین نیازمند تمیز کردن روزانه برای حفظ ظاهر آن در حد خوب است. پس از شیار زنی و آتش زنی، نظافت آن بسیار دشوار است. بنابراین احتیاج به روش نظافت پیچیده ای دارد.

۲ ـ ۵ـ ۱۲- تعمیر ونگهداری کف کاذب

مطابق استاندارد ۱-۲۱۱۹۳ کف های کاذب باید دارای خاصیت آنتی استاتیک باشد. نگهداری از کف کاذب شامل دو بخش خواهد شد، که عبارت اند از:

۱. موارد نگهداری سازه‌ای

۲. موارد محیط زیستی

به جهت سهولت، استفاده از کاتالوگهای شرکت سازنده که در بایگانی شناسنامه ساختمان نگهداری می‌شود امری ضروری می نماید.

omoorepeyman.ir

۱. در صورتی که کف کاذب در فضاهای دارای بار ترافیکی تقریبا سنگین هستند، پانل یا تایل های کف کاذب را در آورده و تا زاویه ۱۸۰ درجه چرخانده و مجددا نصب می نماییم. توصیه می‌شود این عمل سالیانه ۴ بار انجام شود.

۱. در سال حداقل دو بار سیستم کف کاذب را تنظیم کرده و اشکالات مورد نظر سازه‌ای را برطرف می کنیم.

۲. در صورتی که تجهیزات جدید به روی کف کاذب قرار می‌گیرد، پایه اضافی را در زیر تایل نصب نموده و یا این که نیاز به برش پانل و نیز چیدمان مجدد وجود دارد؛ در ضمن استفاده از متخصصان آموزش دیده در این زمینه حائز اهمیت می‌باشد.

۳. توصیه می‌شود از کشیدن یا هول دادن اجسام زبر و برنده به روی سطح کف کاذب جدا خودداری شود. برای حمل این چنین وسایلی از میزی چرخ دار استفاده نمود تا آسیبی به پانل ها وارد نشود.

۴. تعویض پانل هایی که پوسته پوسته شده یا تاب دارند، در اسرع وقت انجام گردد.

۵. در صورتی که نوار محافظ کف کاذب در گوشه ها آسیب دیده است سریعا برای تعویض آن اقدام نموده و یا این که آنها را تعمیر کنید.

۶. در سال باید دو بار کارشناس متخصص کف کاذب برای شست وشوی آن توسط مواد شیمیایی اقدام کرده و طبق مدرک NEAM شست وشوی سبک انجام شود.

۷. در سال حداقل دو بار بایستی زیر کف کاذب و سازه تحتانی را با جارو برقی تمیز کرده و گرد و غبار موجود را پاک کرد.

۸. در صورتی که به روی کف کاذب شده که لمینیت شده است روغن یا واکس ریخته شد، باید سریعا آن را پاک نمود. توصیه می‌شود برای براق کردن کف کاذب به هیچ وجه از واکس استفاده نشود.

توصیه می‌شود در محل هایی که ورودی در اتاق ها هستند، از پادری هایی استفاده نمود تا آلودگی را گرفته و به داخل اتاق نرود.

الف) تعمیر کف کاذب

در نگهداری و اجرای کف کاذب اجزای مختلف استفاده می‌شود. پایه ها همان قطعاتی هستند که باعث ایجاد ارتفاع از کف اصلی ساختمان می شوند. اگر پایه ای بشکند و یا خم شود، روی کل کف کاذب تاثیر می گذارد. استفاده از افراد آموزش دیده در زمینه کف کاذب اهمیت دارد.

- مرحله اول: برداشتن پانل مورد نظر

ابتدا پانل های کف کاذب که در ناحیه آسیب دیده قرار دارند را جدا می‌نماییم. نمی توان پانل را حذف کرد. فقط می توان پانل را برداشت تا به قسمتی که خراب شده دسترسی داشت.

- مرحله دوم: ارزیابی وضعیت

omoorepeyman.ir

هنگامی که پانل برداشته شد، اطراف آن را نیز بررسی نموده و توجه می نماییم که آیا علائم مشابه به مشکلی که به وجود آمده، در اطراف مشاهده می‌شود یا خیر.

- مرحله سوم: حذف قسمت آسیب دیده

قابی معیوب را جدا نموده و دقت می نماییم که پایه شکسته شده مربوط به همان قاب باشد.

- مرحله چهارم: تعمیر قاب

بسته به نوع فریم های کف مورد استفاده، ممکن است بتوان قاب را با پیچ کردن در پایه های جدید تعمیر نمود. با این حال، اکثر فریم ها با هم جوش داده شده اند که باعث شده هنگام خرابی یک پایه، کل قاب را جدا نموده و تعمیر یا تعویض نمایند.

هنگام تعویض قاب، می بایست فریمی را انتخاب نمود که دقیقاً به اندازه قاب موجود باشد.

- مرحله پنجم: جایگزین کردن پانل

بعد از اینکه از تعمیر کف کاذب و اطمینان از درستی نصب، و هم سطح بودن با دیگر پایه ها، پانل را روی کف قرار داده و مجددا همتراز بودن کف بررسی می شود.

ب) تمیز کردن کف کاذب

نگهداری انواع کف کاذب (کف کاذب آلومینیومی، کف کاذب فولادی و کف کاذب گالوانیزه) برای سالیان سال نیاز به اقداماتی دارد. یکی از این اقدامات تمیز کردن کف کاذب در زمان های مناسب است. تمیز کردن کف کاذب و از بین بردن گرد و غبار از کف کاذب باعث افزایش طول عمر کف ها خواهد شد. فقط تمیز کردن باید به روش اصولی انجام شود تا مانع از آسیب رساندن به کف کاذب شود.

هیچ اتاقی بدون گرد و غبار نخواهد بود. آلودگی ها و گرد و غبار نه تنها باعث آسیب دیدن تجهیزات می‌شود، بلکه می‌تواند خسارات زیادی نیز به وجود آورد. بنابراین، یک محیط تمیز مخصوصاً برای اتاق های رایانه و مراکز داده که جزء قسمت های مهم هستند، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. به عنوان بخش اصلی سیستم پشتیبانی از محیط اتاق رایانه، تمیز کردن کف اتاق کامپیوتر از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

۱- اولین نکته ای که برای نگهداری کف کاذب در هنگام ورود به اتاق باید در نظر داشته باشید، استفاده از کفش مناسب است. یا حتی می‌توانید هنگام ورود، از روکش کفش استفاده کنید. نباید از کفشی استفاده کنید که باعث خراشیدن روکش کف های کاذب شود. گاهی افراد عادت به کشیدن و یا هل دادن وسایل دارند که می‌تواند باعث آسیب دیدن کف ها شود.

۲- برای تمیز کردن کف کاذب استفاده از مواد اسیدی و خوردنده که باعث خرابی کف کاذب خواهد شد، ممنوع می‌باشد. شستن کف ها با آب زیاد برای اتاق با تجهیزات برقی توصیه نمی‌شود. چرا که رطوبت باعث خرابی تجهیزات برقی و کابل‌ها می‌شود.

omoorepeyman.ir

۳- برای پاک کردن گرد و غبار موجود در اتاق می‌توان از ماشین جارو برقی استفاده نمود. با وصل کردن سر مخصوص به جارو برقی می‌توان شکاف های کف کاذب را نیز به صورت کامل تمیز نمود.

۴- برای پاک کردن لکه از روی کف کاذب روش های مختلفی وجود دارد. می‌توان از محلول دست ساز سرکه سیب و آب برای پاک کردن سطح کف کاذب و لکه ها استفاده نمود. محلول را روی قسمت مورد نظر اسپری نموده و سپس با دستمال نخی خشک نمود. روش دیگر این است که الکل را با آب رقیق نمودهو با استفاده از دستمال تمیز آن را روی سطح کف کاذب کشیده و سپس با دستمال خشک محیط را خشک نمایید.

۲ ـ ۵ـ ۱۳-تعمیر ونگهداری سقف کاذب

الف)نظافت و شست و شوی سقف کاذب

سقف‌های کاذب تایل و دامپا به دلیل اینکه از .plc ساخته شده‌اند به راحتی امکان شست و شو دارند و تحت رطوبت و تماس مستقیم با آب آسیبی نمی بینند. بنابراین در صورت نیاز بدون هیچ مشکلی می‌توان به شست و شوی کامل آن پرداخت. البته توجه داشت که از مواد شوینده و شیمیایی استفاده نشود. همچنین در صورت ضرورت می‌توان تایل ها را به سادگی برداشته و تمیز نموده و مجدداً در جای خود قرار داد.

یکی از روش‌های کلی تمیز کردن، استفاده از جاروبرقی می‌باشد. همچنین از طی مرطوب نیز می‌توان برای این کار استفاده نمود. به هنگام تمیز کردن سقف کاذب حتی الامکان فشار زیاد به آن وارد نشود، چرا که می‌تواند باعث آسیب و کاهش دوام سازه و شاسی آن شود. همچنین سقف کاذب معمولاً در بازه‌های زمانی طولانی نیاز به تمیز کردن و نظافت دارد و شست و شو و نظافت مکرر در درازمدت می‌تواند باعث آسیب به سازه آن در زمان طولانی شود.

ب)تعمیر سقف کاذب

خوشبختانه در اغلب موارد و در صورت آسیب به اسکلت و سازه انواع سقف کاذب مدل های تایل، دامپا، پانل را می‌توان بدون تخریب و تعویض کلی به صورت موضعی تعمیر نمود. آسیب‌های جزیی به شاسی بدون تخریب کلی در بسیاری اوقات قابل تعمیر می‌باشد. به عنوان مثال نبشی‌های دور تا دور و یا شبکه سازه نگهدارنده را در بخش‌های دچار مشکل می‌توان تعمیر نمود. همچنین بعضاً ممکن است برخی از آویزها دچار مشکل شود. تعویض یا اتصال مجدد و پایدار آویز نیز به طور موضعی و تنها در بخش آسیب دیده قابل انجام است.

- **تعویض تایل**

یکی از مزایای سقف کاذب قابلیت تعویض پانلهای آن می‌باشد؛ البته در صورتی که زیرسازی کار به درستی اجرا شده باشد.

در خصوص سقف‌های تایل و دامپا، پنل ها از جنس .plc بوده و در صورت آسیب می‌توان به سادگی آن را تعویض نمود.

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۵ـ ۱۴-بهره برداری تعمیر ونگهداری آجر

- خزه و کپک

محلول یک فنجان سفید کننده مخلوط با یک گالن آب را می‌توان با یک برس اسکراب استفاده کرد و می‌توان از آن برای تمیز کردن بیشتر مناطق مشکل دار استفاده کرد. از یک برس موی طبیعی یا مصنوعی استفاده شود (برس های سیمی ردپایی از فولاد در پشت خود باقی می گذارند که باعث زنگ زدگی و تغییر رنگ آجرها می‌شود). قبل از استفاده از محلول سفید کننده روی آجر، محل کاملا خیس شود. تا به جلوگیری از جذب سفید کننده توسط آجر کمک کند.

- آسیب آب

آسیب آب به علت یکی از دو حالت ایجاد می‌شود: پس زدن پاشیده یا افزایش رطوبت. در پشت پاشیدن، باران به طور مداوم با آجر برخورد می کند و ملات خیس می‌شود و باعث ترک خوردن درزهای ملات یا آجرها می‌شود. هنگامی که آب زیرزمینی از پایین به سمت بالا تراوش می کند و آنچه را که خط جزر و مد نامیده می‌شود پشت سر می گذارد، افزایش رطوبت حاصل می‌شود. رطوبت بالای خط جزر و مد در نهایت تبخیر می‌شود، اما کریستال‌های نمکی که باقی می‌مانند، به مرور زمان باعث شکسته شدن آجرها و ملات می‌شوند. چرخه های انجماد و ذوب می‌تواند آسیب به آجرهای آغشته به آب را تسریع کند، بنابراین تعمیر زودهنگام مشکلات از تعمیرات گسترده تر در آینده جلوگیری می کند. به طور سالانه به دنبال آسیب آب باشید و هر پنج تا ده سال یکبار برای برخی از موارد احتمالی آن بودجه را در نظر بگیرید.

- تاک پوینت

فرآیند تاک پوینت شامل جایگزینی ملات است که آجرها را به هم متصل می‌کند. از آنجایی که ملات به اندازه آجر استحکام یا بادوام نیست، سریعتر از آجر فرسایش می یابد و خراب می‌شود. در جاهایی که درزهای ملات نرم شده و یا خود ملات ترک خورده یا آسیب دیده است، ملات آسیب دیده با دقت برداشته می‌شود تا مزاحمتی در آجرکاری اطراف ایجاد نشود. ملات تازه در لایه‌ها اعمال می‌شود. عمق ملات جدید باید دو برابر عرض درز ملات باشد. ملات که مستقیماً روی سطح آسیب دیده اعمال می‌شود مقاومت نمی‌کند.

- شوره-زنگ آجر

omoorepeyman.ir

روشهای تهاجمی، مانند کاربردهای شیمیایی که برای از بین بردن گچ، کربنات کلسیم و زنگ استفاده می‌شوند، بهتر است به متخصصان واگذار شوند. مواد شیمیایی باید در غلظت های مختلف آزمایش شوند. غلظت خیلی زیاد می‌تواند سطح آجر را حکاکی کند، به شیشه پنجره آسیب برساند یا باعث تغییر رنگ شود. سندبلاست هرگز نباید راه حلی برای حذف رنگ باشد، زیرا باعث آسیب ماندگاری به زیبایی و یکپارچگی آجر می‌شود. آجر باقیمانده از نظر بافت خشن خواهد بود و از آنجایی که سندبلاست پوسته بیرونی آجر سخت شده در کوره را از بین می‌برد، نسبت به تجمع کثیفی و نفوذ رطوبت حساس‌تر می‌شود. با استفاده از دستکش و ترکیب مایع سفیدکننده با آب و یک برس زبر می‌توان دیوارها را تمیز کرد. همیشه بهترین انتخاب در هنگام تمیزکاری دیوارها، آب با فشار بالا است. شوره سفید رنگ در آجرهایی دیده می‌شود که در اثر مکش آب و یا جذب رطوبت، نمکهای موجود در گل پخته را به شکل کپک بر سطح آجرکاری ساختمان نمایان می‌سازند. چنانچه شوره زیاد باشد، آن را چند بار با آب و جارو باید شسته شود. اگر با شستن برطرف نشد، با اسید رقیق و برس سیمی، شوره های حاصله را از نما پاک کنید.

اگر یک یا چند آجر در نقطه ای از دیوار آجری شکسته یا خراب و یا به علت آلوئک زدن نیازمند به تعویض باشند، ابتدا باید با قلم و چکش اطراف آجرها را خالی و پس از آن آجر مورد نظر را از جای خود خارج و ملات داخل حفره را کاملاً تمیز نمود، به طوری که در درون آن، هیچگونه ملات اضافی باقی نماند. برای کار گذاشتن آجرهای نو، اول ملات را در کف محل کنده شده به ضخامت ملات اولیه، پهن و یک ردیف آجر را در محل خود کار می گذارند و شمشه را در امتداد آجرها طوری قرار می دهند که دو سر شمشه روی آجرهای از پیش نصب شده و وسط شمشه روی آجرهای تازه نصب شده قرار گیرد. روی آجرها نیز باید تراز و در امتداد یکدیگر قرار گیرند . بقیه ردیفهای آجرکاری را نیز به همین طریق نصب می‌کنند. برای پر کردن آخرین درز بین آجر نو و آجرهای از پیش نصب شده، از نوک کمچه سیمانکاری و یا از قلم بندکشی استفاده می‌شود و ملات را در داخل درز قرار می‌دهند. پس از آن بسته به مورد به ترمیم اندودکاری و یا بندکشی آجرها مبادرت می‌شود.

- تخریب کامل و تعویض قسمتی از ارتفاع یک ستون آجری

ابتدا باید ارتفاع محل تعویض آجرها، مشخص و یک خط تراز با گچ رنگی در چهار طرف ستون رسم شود. پس از آن اگر مقطع ستون مربع باشد، دو ضلع متقابل از آن و اگر مربع مستطیل باشد، دو ضلع بزرگتر آن را انتخاب کرده و بالای خط تراز را به ارتفاع و عمق تقریبی ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر از یک طرف ستون با قلم و چکش خالی م یکنند . سپس یک تیرآهن یا چهارتراش از چوب مقاوم که طول آن لااقل دو برابر بعد بزرگتر ستون و با سطح مقطع مناسب باشد با تأیید دستگاه نظارت، انتخاب و آن را در محل کنده شده قرار می دهند و بالای آن را با گچ زنده محکم می کنند، به قسمی که گچ تمام فضای بین تیرآهن یا چهارتراش و ف ضای فوقانی کنده شده را پر کند و پس از آن دو طرف چوب یا تیرآهن افقی نصب شده را روی دو عدد شمع قرار می دهند . شمعها را کمی ۲۰× کوتاهتر از ارتفاع لازم در نظر گرفته و زیر پایه آنها را یک عدد تخته به مقطع تقریبی ۴ سانتیمتر و طول لازم و دو عدد گوه قرار می دهند . در طرف دیگر ستون نیز به همین نحو عمل می‌شود. دو تیرآهن یا دو الوار طرفین را به هم مهار م یکنند و در نهایت ۴ عدد شمع در چهار گوشه پایه

omoorepeyman.ir

قرار می گیرد و چهار سر الوار یا تیرآهن روی شمعها و پایه های شمعها هرکدام توسط دو عدد گوه روی تخته های افقی روی کف قرار می‌گیرند و پس از اطمینان از محکم بودن کار، یک ردیف آجرهای زیر تیر افقی را با قلم و چکش به آرامی کنده و وقتی زیر تیر با احتیاط خالی شد، بقیه دیوار را خراب کرده و پس از تمیزکاری ستون را تجدید بنا م یکنند . وقتی ارتفاع ستون به محل استقرار تیرهای افقی رسید، فاصله بین دو ستون قدیمی و نوساز را در محلهایی که بین تیرهای افقی قرار گرفته، با آجر و گچ زنده پر می‌کنند . پس از دو سه روزی که ستون افت خود را انجام داد، تیرهای افقی را یکی بعد از دیگری از جای خود خارج و جای آنها را با آجر و گچ زنده پر می‌کنند. باید از بیرون آوردن دو عدد تیر افقی به طور همزمان جداً خودداری شود و خارج نمودن دومین تیر افقی مؤکول به پر کردن جای اولین تیر خارج شده گردد . پیمانکار باید اجرای کار را به اشخاص مجرب و ورزیده که تجربه چنین کارهایی را داشته باشند، واگذار نماید و برای ایمنی افراد شاغل نهایت دقت را معمول دارد.

- اصلاح نمای آجری

اگر تعدادی از آجرهای نما شکسته و یا لب پریده باشند، به قسمی که عدم تعویض آنها لطمه زیادی به زیبایی نمای ساختمان وارد سازد، باید نسبت به تعویض آنها اقدام گردد. بدین منظور ابتدا باید با قلم و چکش اطراف آجر را خالی و سپس آجر شکسته را از جای خود بیرون آورند، داخل حفره های آجر را کاملاً تمیز کرده، آجر نما ر ا در صورت لزوم تیشه داری و آب ساب کرده و به نحوی که در تعمیر آجرکاری توضیح داده شد، سر جای خود قرار دهند . بعد از نصب آجر باید بندکشی با دقت انجام شود . با افزایش کمی سیمان سفید به ملات ماسه سیمان، می‌توان رنگ ملات نو را با ملات کهنه هماهنگ ساخت.

۲ ـ ۵ـ ۱۵-بهره برداری تعمیر ونگهداری ورقهای آلومینیوم

چنانچه در حین ساختمان، سازی ملات ماسه و سیمان یا بتن با ورقهای آلومینیوم تماس پیدا نمایند، موجبات از بین رفتن تدریجی ورقها فراهم می‌شود، به علاوه مرور زمان نیز باعث خرابی این قبیل ورقها می گردد. خوردگیهای کوچک را می‌توان با ماستیک تعمیر نمود. بریدن یک قسمت از ورق آسیب دیده و جایگزین نمودن آن با یک قطعه ورق نو، باید با تأیید دستگاه نظارت صورت گیرد.

در ادامه به طور خلاصه جدول تعمیر و نگهداری آورده شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۶ جدول تعمیر و نگهداری اجزای ایستگاه

ردیف	عنوان	موارد بازرسی	نظافت	تعمیر	تعویض
۱	دیوار	کنترل ترک و شکستگی، لب پریدگی، ریختگی در مصالح-نم و رطوبت (نشست)- صافی سطوح (شکم دادن)- دوغاب و بند کشی	با توجه به نوع مصالح به کار رفته	پر کردن درز ها، بازسازی دوغاب و بندکشی	تعویض بخش آسیب دیده
۲	پله	شکستگی- ترک- لب پریدگی- لقی- ساییدگی- خوردگی	با توجه به نوع مصالح به کار رفته	پر کردن درز ها، بازسازی دوغاب و بندکشی	تعویض بخش آسیب دیده
۳	هندریل	کنترل اتصالات، لقی، شکستگی، کمبود(دزدیده شدن)، زنگ زده‌گی، تیرگی	پاکسازی به محض کثیفی- استفاده از ماده پاک کننده با خاصیت اسیدشویی و یا خنثی کنندگی با رعایت الزامات بهداشتی	تعویض پیچ و مهره ای فرسوده و جوش، نصب ساپورت	تعویض بخش آسیب دیده
۴	سقف کاذب	از بین رفتن درزها- ترک و شکستگی – افتادن و کمبود- تابدار شدن و شکم دادن- زنگ زدگی	پاکسازی با مواد غیر شیمیایی-استفاده از پارچه نرم و خمیر پاک کننده	مطابق مشخصات سازنده	تعویض بخش آسیب دیده
۵	کف	کنترل بند کشی و دوغاب بین مصالح- لقی – صاف بودن سطح- شیب بندی مناسب- شکستگی و لب پریدگی- بازرسی زهکشی- کفشوی تمیز	پاکسازی با مواد غیر شیمیایی و غیر اسیدی- استفاده از شوینده با PH خنثی	پر کردن بندکشی ها و دوغاب ریزی، پاکسازی آلودگی ها	تعویض بخش آسیب دیده
۶	کف کاذب	شکستگی پایه ها- خم شدن- گود رفتگی – پوسته پوسته شدن- تاب دار شدن- همتراز بودن سطح، آسیب نوار محافظ	جاروبرقی- و پاکسازی گرد و غبار	تعمیر قاب	تعویض کامل پانل آسیب دیده
۷	سقف بام	کنترل پوشش عایق کاری – شیب بندی مناسب- عدم وجود نم و رطوبت- عدم وجود ترک، درز و شکاف- تمیزی ناودانها و آبروها- نشست جانپناه- کنترل بندکشی- تبله کردن- ریزش، صاف بودن سطوح	پاکسازی گرد و غبار وآلودگی، تمیز کردن محل آبرو و ناودان	اصلاح عایق کاری و نصب پوشش جدید	تعویض کامل بخش آسیب دیده
۸	درب و پنجره	کنترل اتصالات و چفت و بست ها،پیچ و مهره و قلاب ها، پایه ها و لولاها- شکستگی وترک – درز گیری اطراف لولاها	پاکسازی با مواد غیر شیمیایی و غیر اسیدی	روغنکاری اتصالات- پر کردن درزها- تعمیر قاب و ارسی	تعویض کامل بخش آسیب دیده
۹	تابلوها و علائم	رنگ پریدگی و پاک شدن علائم، شل شدگی و لقی، شکستگی، پوسته شدن	نظافت با دستمال نرم و مرطوب- عدم استفاده از مواد شیمیایی و اسیدی	تعویض اتصال به دیوار (چسب)	تعویض کامل

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۶ جدول تعمیر و نگهداری اجزای ایستگاه

ردیف	عنوان	موارد بازرسی	نظافت	تعمیر	تعویض
۱۰	مسیر نابینایان	شکستگی، لقی و کمبود، سیاه شدن، خوردگی	پاکسازی با مواد غیر شیمیایی و غیر اسیدی- استفاده از شوینده با PH خنثی	اصلاح به همراه کفپوش زیرین	تعویض کامل بخش اسیب دیده
۱۱	شیشه	کنترل لب پریدگی، لب برآمدگی، ناخنک، ترک، خراش، لکه، دودزدگی، شفافیت (بدون حباب)	پاکسازی لک و آلودگی با استفاده از محلول الکل	تعمیر قاب- تعویض شیشه شکسته و ترکدار	تعویض کامل شیشه آسیب دیده
۱۲	سنگ	کنترل ترک و شکستگی، لب پریدگی، ریختگی، ساییدگی	پاکسازی با مواد غیر شیمیایی و غیر اسیدی و قلیایی-برس مویی غیر فلزی - استفاده از شوینده با PH خنثی	پرکردن درزها و آب بندی آنها (چسباندن و واکس زدن و پرکردن با پلی استر برای سنگهای مرمریت)	تعویض کامل بخش اسیب دیده
۱۳	آجر	کنترل شوره زده گی- ساییدگی، طبله کردن، پوسته شدن، ورقه شدن	مطابق متن	بررسی جهت نوع آسیب و انتخاب روش مناسب مطابق متن	تعویض کامل بخش اسیب دیده
۱۴	بتن	کنترل خوردگی، کربناته شدن، سولفاته شدن، شکستگی (اثر ضربه) و سایش	پاکسازی گرد و غبار با آب و شوینده صابونی	تزریق رزین و اپوکسی و...	بررسی جهت نوع آسیب و انتخاب روش مناسب
۱۵	رنگ	کنترل پوسته پوسته شدن، ترک، لکه ، تیرگی و زرد شدن	شستشو براساس نوع رنگ	بتونه کاری ترک ها، پاکسازی لکه ها	رنگکاری مجدد
۱۶	سرامیک	کنترل ترک و شکستگی، لب پریدگی، لقی، بندکشی	پاکسازی با مواد غیر شیمیایی و غیر اسیدی	تعویض ملات	تعویض کامل بخش اسیب دیده
۱۷	موزائیک	کنترل ترک و شکستگی، لب پریدگی، لقی، بندکشی	تمیزی با آب، عدم استفاده از شوینده‌های قوی، اسیدی و نمک	تعویض ملات آب‌بندی هر ۳ تا ۵ سال یکبار-	تعویض کامل بخش اسیب دیده
۱۸	استیل	کنترل جوش، شکستگی ، لقی	پاکسازی به محض کثیفی- استفاده از ماده پاک کننده با خاصیت اسیدشویی و یا خنثی کنندگی با رعایت الزامات بهداشتی	تعمیر جوش و اتصالات	تعویض کامل بخش اسیب دیده

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۶ جدول تعمیر و نگهداری اجزای ایستگاه

ردیف	عنوان	موارد بازرسی	نظافت	تعمیر	تعویض
۱۹	دامپا	کنترل شکم داده گی، ترک، تو رفتگی، لقی، اتصالات و درزها، آویزها و شاسی کشی	پاکسازی بدون فشار و با مواد غیر شیمیایی و غیر اسیدی	تعویض نبشی ، اصلاح زیرسازی	تعویض کامل بخش اسیب دیده
۲۰	آلومینیوم رنگ شده	کنترل شکم داده گی، ترک، تو رفتگی، لقی، اتصالات و درزها، آویزها و شاسی کشی	پاکسازی بدون فشار و با مواد غیر شیمیایی و غیر اسیدی	تعویض نبشی ، اصلاح زیرسازی	تعویض کامل بخش اسیب دیده
۲۱	تایل	کنترل شکم داده گی، ترک، تو رفتگی، لقی، اتصالات و درزها، آویزها و شاسی کشی	پاکسازی بدون فشار و با مواد غیر شیمیایی و غیر اسیدی	تعویض نبشی ، اصلاح زیرسازی	تعویض کامل بخش اسیب دیده
۲۲	کامپوزیت	کنترل شکم داده گی، ترک، تو رفتگی، لقی، اتصالات و درزها، آویزها و شاسی کشی	پاکسازی بدون فشار و با مواد غیر شیمیایی و غیر اسیدی	تعویض نبشی ، اصلاح زیرسازی	تعویض کامل بخش اسیب دیده
توضیحات:استفاده از مشخصات کارخانه سازنده و همچنین نیروی متخصص در تعمیر و تعویض اجزا امری ضروری می باشد.					

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بخش دوم

روسازی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱ــ فصل اول

ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری ادوات ریلی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱ـ ۱ ـمعرفی سیستم روسازی

۱ ـ ۱ـ ۱-مقدمه

آنچه در گزارش عنوان خواهد شد، مبانی مرتبط با روسازی خطوط ریلی درون شهری می‌باشد. به طور کلی انواع روسازی خطوط ریلی را می‌توان در دو گروه بالاستی و بدون بالاست دسته‌بندی نمود. اگرچه به علت وجود پاره‌ای محدودیت‌ها، استفاده از خطوط بالاستی به عنوان سیستم روسازی منتخب در خطوط ریلی درون شهری و کاربرد آن در متروها همواره با نوعی محافظه‌کاری همراه بوده است، اما تجربه استفاده از چنین خطوطی در مسیرهای سریع‌السیر جهان (خط TGV در فرانسه) و همچنین خطوط متروی کشور (خط ۵ متروی تهران تا شهر کرج) ضرورت پرداختن به مسایل مرتبط با خطوط بالاستی را هرچند به طور مختصر، روشن می‌سازد. هدف اصلی در این بخش ایجاد شناخت نسبت به اجزای روسازی خطوط ریلی سیستم‌های مترو اعم از بالاستی یا بدون بالاست، معرفی مقدماتی و مبانی کلی اجرا و تعمیر و نگهداری خطوط ریلی است. و اصطلاحات به‌کار رفته در متن حاضر به شرح ذیل می باشد:

BR: British Railway	*راه آهن انگلستان*
Breakdown Maintenance	*تعمیر و نگهداری خرابی*
C3A	*تری کلسیم آلومینات*
Developer	*ظاهر کننده*
Ettringite	*نام معدنی سولفو آلومینات کلسیم، جزء اصلی هیدراتاسیون بتن در سیمان پرتلند*
Emergency Maintenance	*تعمیرات اضطراری*
LCC: Life Cycle Cost	*هزینه چرخه عمر*
Maintenance Prevention	*تعمیر و نگهداری پیشگیرانه*
MTBF: Mean Time Between Failure	*متوسط زمان میانگین بین دو خرابی*
MT: Magnetic Test	*تست ذرات مغناطیسی*
NS	*راه‌آهن هلند*
PM: Proactive Maintenance	*تعمیر و نگهداری موثر*
Penetrant	*نافذ (مایع نافذ)*
RM: Reactive Maintenance	*تعمیر و نگهداری واکنشی*
SNCF	*راه‌آهن فرانسه*
Sand Blas Ting	*سمباده‌کاری ماسه‌ای*
TPM: Productive Total Maintenance	*تعمیر و نگهداری بهره‌ور فراگیر*
TQI: Track Quality Index	*شاخص کیفیت*

omoorepeyman.ir

۱ـ ۲ ـانواع روسازی

۱ ـ ۲ـ ۱-روسازی بالادستی

در روسازی بالاستی، لایه پرکننده فواصل تراورسها و همچنین بستر زیر تراورس از بالاست استفاده می‌شود. بالاست به عنوان مصالحی سنگدانه‌ای و متشکل از مصالح دانه بندی شده، یکی از اجزای روسازی خطوط بالاستی می‌باشد که به‌منظور برآورده شدن تمامی وظایفی که از لایه بالاستی مناسب برای روسازی انتظار میرود، بکار گرفته می‌شود.

۱ ـ ۲ـ ۲-روسازی بتنی

در روسازی بتنی، از بتن به عنوان جایگزین بالاست و ایجاد لایه پرکننده فواصل و همچنین لایه زیر تراورس، از بتن با عیار مشخص، مطابق آیین نامه های رایج، استفاده می‌شود.

۱ـ ۳ ـتعریف اجزای روسازی بتنی

هدف اصلی استفاده از روسازی بتنی کاهش ضخامت سازه خط در تونل‌ها و در نتیجه کاهش هزینه‌های حفاری و اجرای تونل می‌باشد. مسئله دیگر در استفاده از سیستم روسازی بتنی، قابلیت اطمینان بالای آن در مقابل تعمیر و نگهداری و ضریب دسترسی بالای آن می‌باشد که استفاده از این سیستم آن را بی نیاز از تعمیر و نگهداری دوره‌ای مشابه با سیستم روسازی بالاستی می‌نماید.

۱ ـ ۳ـ ۱-ریل

ریل به عنوان مهمترین بخش سیستم روسازی در نظر گرفته می‌شود. عملکرد ریل در سیستم روسازی به شرح ذیل است:

- تحمل بار چرخ و انتقال آن به سیستم پابند.
- هدایت عرضی چرخ و در نتیجه ناوگان و انتقال نیروی عرضی به پابندها و تراورس‌ها.
- فراهم آوردن یک سطح صاف برای حرکت ناوگان و انتقال نیروها طولی به سیستم روسازی.
- ایجاد یک مدار الکتریکی در سیستم سیگنالینگ.

۱ ـ ۳ـ ۲-تراورس

تراورس به عنوان یک المان عرضی و به‌منظور نگهداری پایداری عرض خط، توزیع و انتقال نیرو (شامل بار محوری قائم، نیروی جانب به مرکز افقی و نیروهای طولی درون ریل) به بستر روسازی، نگهداری ریل (در تراز ارتفاعی، راستای جانبی و راستای طولی)، ایجاد یک تکیه گاه ایمن برای ریل در خطوط آهن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۳ـ ۳-پابند

در یک سیستم بالاستی، بالاست موجود در خط پنجاه درصد خاصیت ارتجاعی خط را به منظور جذب دینامیکی نیروهای دینامیکی وارده تأمین می‌کند و پنجاه درصد دیگر نیز توسط سیستم پابند تأمین خواهد شد. با توجه به حذف بالاست در سیستم روسازی دال بتنی، این خاصیت ارتجاعی می‌بایست توسط وسیله دیگری تأمین شود. با توجه به ساختار دال خط در تونل‌ها و پل ها در خطوط راه آهن شهری، مناسب‌ترین روش استفاده از پابندهای ارتجاعی خاص به منظور تأمین خاصیت ارتجاعی خط می باشد. در انتخاب سیستم پابند خطوط دال بتنی، تأمین نیازمندی‌های خط از الزامات مورد نیاز برای انتخاب می‌باشد. عمده نیازمندی‌های یک خط دال بتنی که می‌بایست توسط پابند تأمین شود به شرح ذیل می‌باشد:

- سهولت نصب در دال بتنی(پیش ساخته و درجا)
- عدم نیاز به تغییر در هندسه دال(نشیمنگاه)
- تأمین الزامات مورد نیاز برای جذب بخشی از ارتعاش وارد به خط
- سهولت تعمیر و نگهداری(عدم نیاز به تجهیزات خاص حین نصب و بهره برداری و تعداد کم قطعات)
- تأمین رواداری‌های مورد نیاز در جهت عرضی و ارتفاعی

انواع پابند های رایج در خطوط آهن

- سیستم پاندرول FCA
- سیستم پاندرول SFC
- سیستم وسلو 300-UTS
- سیستم وسلو DFF-300-UTS

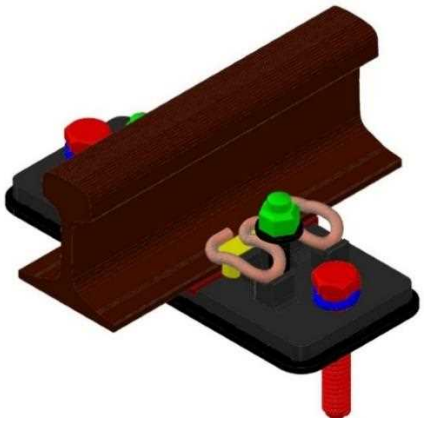
Pandrol FCA

Pandrol SFC

omoorepeyman.ir

Vossloh -300 UTS

Vossloh –DFF 300 UTS



پابند متروی تهران(تیپ چینی) (K-Vossloh)

شکل ۱ـ۱ انواع پابندهای رایج در خطوط راه‌آهن

۱ـ ۴ ـضوابط تحویل گیری

۱ ـ ۴ـ ۱- لیست آزمون ها و ضوابط پذیرش ادوات روسازی

omoorepeyman.ir

جدول ۱– لیست آزمون‌ها و ضوابط پذیرش ادوات روسازی

	استاندارد مرجع	دفعات نمونه گیری	تعداد در هر نمونه	نام مشخصه	استاندارد انجام آزمایش	مقدار پذیرش
بد بزرگ	UIC-۵ ۸۶۴ (ضابطه ۳۵۵)	هر ۱۰۰۰۰ عدد یک نمونه از مواد اولیه	۵ عدد	(Shore A سختیDurometer)	ASTM D2240	65 min
				(Tensile Strength) استحکام کششی	(ضابطه ۳۵۵) ۵- UIC ۸۶۴	12 min
				درصد ازدیاد طول(Elongation)	(ضابطه ۳۵۵) ۵- UIC ۸۶۴	250% Min
				مدول ۱۰۰درصد ازدیاد طول	(ضابطه ۳۵۵) ۵- UIC ۸۶۴	حداقل 2 Mpa حداکثر 5 Mpa
				حداقل مقاومت الکتریکی(اهم)(قطعه اصلی)	(ضابطه ۳۵۵) ۵- UIC ۸۶۴	25 KΩ Min
				مانایی فشاری	ASTM D 395-B	15% max
				کنترل ابعادی	مطابق نقشه ها	-

	استاندارد مرجع	دفعات نمونه گیری	تعداد در هر نمونه	نام مشخصه	استاندارد انجام آزمایش	مقدار پذیرش
بد کوچک	UIC-۵ ۸۶۴ (ضابطه ۳۵۵)	هر ۱۰۰۰۰ عدد یک نمونه از مواد اولیه	۵ عدد	(Shore A سختیDurometer)	ASTM D2240	65 min
				(Tensile Strengthاستحکام کششی)	(ضابطه ۳۵۵) ۵- UIC ۸۶۴	15 min
				درصد ازدیاد طول(Elongation)	(ضابطه ۳۵۵) ۵- UIC ۸۶۴	250% Min
				مدول 001 درصد ازدیاد طول	(ضابطه ۳۵۵) ۵- UIC ۸۶۴	حداقل 2 Mpa حداکثر 5 Mpa
				مانایی فشاری	ASTM D 395-B	15% max
				کنترل ابعادی	مطابق نقشه ها	-

	استاندارد مرجع	دفعات نمونه گیری	تعداد در هر نمونه	نام مشخصه	استاندارد انجام آزمایش	مقدار پذیرش
گیج بلاک	ضابطه ۳۵۵	هر ۱۰۰۰۰ عدد یک نمونه	۵ عدد	نقطه ذوب(قطعه نهایی)	ASTM D 789	250تا 270
				حداقل مقاومت الکتریکی(اهم)(قطعه اصلی)	ASTM D 257	2E09 Ω.cm
				جذب آب(قطعه اصلی)	ضابطه 553 بند 1-3-7	0.8 تا 2.1
				درصد ازدیاد طول(مواد اولیه)	ASTM D 638	حداقل 3٪

omoorepeyman.ir

					استحکام کششی نهایی(مواد اولیه)	ASTM D 638	(011Mpa Min)
					سختی (Shore D)(قطعه اصلی)	ASTM D 2240	75 Min
					استحکام ضربه ای(قطعه اصلی)	ASTM D 256	(Kj/m2) 6 minبا ناچ
							بدون ناچ Kj/m2 () 40 min
					کنترل ابعادی(قطعه اصلی)	مطابق نقشه ها	-
					کنترل تخلل(قطعه اصلی)	ضابطه ۳۵۵ بند 7-3-6	بدون تخلخل

	استاندارد مرجع	دفعات نمونه گیری	تعداد در هر نمونه	نام مشخصه	استاندارد انجام آزمایش	مقدار پذیرش
بیس پلیت	۱۵۶۳ EN	به ازای هر ۴۰۰۰ عدد یک نمونه آئین نامه ISO ۱-۲۸۵۹	۱ عدد	سختی برینل (قطعه اصلی)	ASTM E 10	140-190
				درصد ازدیاد طول نسبی(قطعه اصلی)	EN 1563	15%Min
				استحکام کششی تسلیم(قطعه اصلی)	EN 1563	(052N mm/ 2) Min
				استحکام کششی گسیختگی(قطعه اصلی)	EN 1563	(004N mm/ 2) Min
				٪P(قطعه اصلی)	ASTM E 415	0.03-0.18
				٪S(قطعه اصلی)		(81.0Max)
				٪Si(قطعه اصلی)		2.0-2.45
				٪Mn(قطعه اصلی)		0.20-0.26
				٪C(قطعه اصلی)		3.15-3.40
				کنترل ابعادی(قطعه اصلی)	مطابق نقشه ها	-
				ساختار فریتی(قطعه اصلی)		٪Min 58 گرافیتهای کروی نوع A

	استاندارد مرجع	دفعات نمونه گیری	تعداد در هر نمونه	نام مشخصه	استاندارد انجام آزمایش	مقدار پذیرش
فنر یا بند(مگا)		به ازای هر ۱۰۰۰۰ عدد یک نمونه	۱ عدد پابند ۲ عدد مفتول ۰۴ سانتیمتری با اعمال عملیات حرارتی	سختی ویکرز(قطعه اصلی)	ASTM E 92	400-460
				درصد ازدیاد طول نسبی(مواد اولیه)	DIN 50125	6%
				استحکام کششی تسلیم(مواد اولیه)	DIN 50125	(0311N mm/ 2) Min

omoorepeyman.ir

	ضابطه DIN ۱۷۲۲۱ ۳۵۵			استحکام کششی گسیختگی(مواد اولیه)	DIN 50125	(0731-0811N mm/)2
				P٪(مواد اولیه)	ASTM E 415	(540.0max)
				S٪(مواد اولیه)		(540.0max)
				Si٪(مواد اولیه)		1.5-1.8
				Mn٪(مواد اولیه)		0.5-0.8
				C٪(مواد اولیه)		0.35-0.42
				کنترل ابعادی(قطعه اصلی)	مطابق نقشه ها	-
				ساختار میکروسکوپی(قطعه اصلی)		مارتنزیت تمپر شده

	استاندارد مرجع	دفعات نمونه گیری	تعداد در هر نمونه	نام مشخصه	استاندارد انجام آزمایش	مقدار پذیرش
بیچ یا بند (بیچ تراورس)	ضابطه ۱۸۶۴- UIC (۳۵۵)	به ازای هر ۱۰۰۰۰عدد یک نمونه ارجاع به بند ۵,۵,۲,۱ ضابطه ۳۵۵	۱ ست یک عدد مفتول ۴۰ سانتی متری	درصد ازدیاد طول نسبی در شکست (مواد اولیه)	DIN 50125	12% - 22%
				استحکام کششی تسلیم (قطعه اصلی)	DIN 50125	2) (062N mm/ Min
				استحکام کششی گسیختگی (قطعه اصلی)	DIN 50125	(024N mm/ 2)Min
				P٪(قطعه اصلی)	ASTM E 415	(540.0max)
				S٪(قطعه اصلی)		(540.0max)
				Si٪(قطعه اصلی)		(55.0max)
				Mn٪(قطعه اصلی)		(6.1max)
				C٪(قطعه اصلی)		(22.0max)
				کنترل ابعادی(قطعه اصلی)	مطابق نقشه ها	-

	استاندارد مرجع	دفعات نمونه گیری	تعداد در هر نمونه	نام مشخصه	استاندارد انجام آزمایش	مقدار پذیرش
واشر فنری دولایه	U ۸۶۴- ض ۳	به ازای هر ۱۰۰۰۰عدد یک نمونه ارجاع به بند ۲,۱,۲,۱ و ۲,۱,۲,۲ آئین نامه UIC 3-۸۶۴	۵ عدد مفتول ۴۰سانتیمتری عملیات حرارتی واشر	درصد ازدیاد طول نسبی(مواد اولیه)	DIN 50125	6% min
				استحکام کششی تسلیم(مواد اولیه)	DIN 50125	2) (0301N mm/ Min
				استحکام کششی گسیختگی(مواد اولیه)	DIN 50125	(0731-0811N mm/)2
				P٪(مواد اولیه)	ASTM E 415	(540.0max)
				S٪(مواد اولیه)		(540.0max)
				Si٪(مواد اولیه)		1.5-1.8
				Mn٪(مواد اولیه)		0.5-0.8

omoorepeyman.ir

					C٪(مواد اولیه)	0.35-0.42
					کنترل ابعادی(قطعه اصلی)	مطابق نقشه ها	-

	استاندارد مرجع	دفعات نمونه گیری	تعداد در هر نمونه	نام مشخصه	استاندارد انجام آزمایش	مقدار پذیرش
پیچ ، مهره و واشر نخت	UIC ۸۶۴-۱- ضابطه (۳۵۵	به ازای هر ۱۰۰۰۰عدد یک نمونه ارجاع به بند ۵،۵،۲،۱ ضابطه ۳۵۵	عدد مفتول ۳ سانتیمتری	درصد ازدیاد طول نسبی در شکست (مواد اولیه)	DIN 50125	12% - 22%
				استحکام کششی تسلیم(مواد اولیه)	DIN 50125	2) (062N mm/ Min
				استحکام کششی گسیختگی(مواد اولیه)	DIN 50125	(024N mm/ 2)Min
				P٪(مواد اولیه)	ASTM E 415	(540.0max)
				S٪(مواد اولیه)		(540.0max)
				Si٪(مواد اولیه)		(55.0max)
				Mn٪(مواد اولیه)		(6.1max)
				C٪(مواد اولیه)		(22.0max)
				کنترل ابعادی(قطعه اصلی)	مطابق نقشه ها	-

۱ ـ ۴ـ ۲-چک لیست های تحویل گیری

جدول ۲ـ۲ فرم کنترل مشخصات کیفی و هندسی مسیر

وضعیت کیفی مسیر		
کیلومتر شروع: کیلومتر پایان: خط: رفت □ برگشت □	نوع ریل: نوع پابند: نوع تراورس: نوع روسازی:	تاریخ بازدید:

موضوعات مورد بررسی	مناسب	نامناسب
ریل (بازدید چشمی ـ عیوب ظاهری):		
بازدید چشمی ادوات اتصال (کامل بودن سِت ادوات)		
قرارگیری صحیح و محکم بودن پیچ های پابند		
قرارگیری صحیح و محکم بودن گیج بلاک ها		
قرارگیری صحیح و محکم بودن پدهای ارتجاعی زیر ریل و زیر صفحه		
قرارگیری صحیح و محکم بودن فنر پابند		
قرارگیری صحیح و محکم بودن پیچ های صفحه		

omoorepeyman.ir

موضوعات مورد بررسی	مناسب	نامناسب
کنترل عرض خط با شابلن مخصوص		
کنترل دِور خط و مطابقت با پلان پروفیل		
بازدید چشمی تراورس ها و اسلب بتنی (تَرَک های عمیق و طولی)		
بازدید چشمی و کنترل جوش ها با خط کش مخصوص (سلامت ظاهری و سنگ زنی مناسب روی جوش و بغل جوش)		
کنترل لوله های درناژ و تأئید باز بودن آنها برای عبور آب		
کنترل لوله های سیگنالینگ و برق و تأئید باز بودن آنها برای عبور کابل		
کنترل ظاهری داکت های کناری و زیرسری های کابل (کامل و سالم بودن)		
توضیحات:		

جدول ۳-مشخصات عمومی سوزن کراس اُور

مشخصات عمومی سوزن کراس اُور		
نوع دستگاه خطوط: زاویه و شعاع دستگاه خطوط: نوع ریل: سازنده:	کیلومتر شروع شروع کراس اُور: کیلومتر پایان کراس اُور: جهت سوزن کراس اُور:	تاریخ بازدید:

مجموعه واقع در خط رفت	
وضعیت کیفی تیغه سوزن	
نظافت و پاکیزگی ریلهای پهلُویی:	توضیحات:
نظافت و پاکیزگی ریلهای تیغه:	
کیفیت چسبندگی تیغه مستقیم: مناسب □ نامناسب □	
کیفیت چسبندگی تیغه قوسی: مناسب □ نامناسب □	
طول چسبندگی تیغه مستقیم (سانتیمتر):	
طول چسبندگی تیغه قوسی (سانتیمتر):	
صفحات لغزنده	
کنترل کامل بودن صفحات سرسره:	توضیحات:
لرزش یا حرکت الاکلنگی تیغه مستقیم: دارد □ ندارد □	
لرزش یا حرکت الاکلنگی تیغه قوسی: دارد □ ندارد □	
لرزش یا حرکت الاکلنگی تیغه سرسره: دارد □ ندارد □	

omoorepeyman.ir

نظافت و پاکیزگی صفحات سرسره: مطلوب□ نامطلوب□ وجود خراش عمیق یا ترک بر سطح لغزنده: دارد □ ندارد □	
ادوات و آلات اتصال مجموعه دستگاه خطوط	
کنترل محکم و کامل بودن پیچ های شروب: □ کنترل محکم و کامل بودن پیچ های پابند: □ کنترل محکم و کامل بودن پیچ ها و فیش پلیت ها: □	توضیحات:
کنترل کامل بودن آلات اتصال ریل به صفحه: □ کنترل سالم و کامل بودن پدهای لاستیکی: □	توضیحات:
بررسی سلامت هندسی و سطحی ریل های پیوندی	توضیحات:
بررسی صحت رنگ آمیزی سر ریل های پیوندی	توضیحات:
تکه مرکزی	
بررسی سلامت هندسی و سطحی تکه مرکزی سوزن و نوک دماغه:	

بررسی سلامت هندسی و سطحی صفحات اتصال تکه مرکزی به تراورسها:
بررسی کامل بودن ادوات اتصال تکه مرکزی به تراوسهاس مربوطه:

ریل های هادی ـ خط رفت						
کنترل کامل بودن پیچ های اتصال دهنده به پایه:				توضیحات:		
کنترل هندسی و چشمی ریل های هادی:						
کنترل عرض خط در مجموعه سوزن (میلیمتر)						
شماره تراورس	مستقیم	انشعاب	شماره تراورس	مستقیم	انشعاب	توضیحات:
۲			۲۷			
۱۱			۳۰			
۲۰			۳۰			
۲۴			۴۲			
کنترل کامل بودن وضعیت کیفی و کامل بودن تراورسهاس مجموعه سوزن						
شماره تراورس	کیفیت	شماره تراورس	کیفیت	شماره تراورس	کیفیت	توضیحات:
۱		۱۵		۲۹		
۲		۱۶		۳۰		
۳		۱۷		۳۱		
۴		۱۸		۳۲		

omoorepeyman.ir

۵		۱۹		۳۳		
۶		۲۰		۳۴		
۷		۲۱		۳۵		
۸		۲۲		۳۶		
۹		۲۳		۳۷		
۱۰		۲۴		۳۸		
۱۱		۲۵		۳۹		
۱۲		۲۶		۴۰		
۱۳		۲۷		۴۱		
۱۴		۲۸		۴۲		

مجموعه واقع در خط برگشت

ریل های هادی ـ خط برگشت

کنترل کامل بودن پیچ های اتصال دهنده به پایه:	توضیحات:
کنترل هندسی و چشمی ریل های هادی:	

کنترل عرض خط در مجموعه سوزن (میلیمتر)

شماره تراورس	مستقیم	انشعاب	شماره تراورس	مستقیم	انشعاب	توضیحات:
۲			۲۷			
۱۱			۳۰			
۲۰			۳۰			
۲۴			۴۲			

کنترل کامل بودن وضعیت کیفی و کامل بودن تراورسهاس مجموعه سوزن

شماره تراورس	کیفیت	شماره تراورس	کیفیت	شماره تراورس	کیفیت	توضیحات:
۱		۱۵		۲۹		
۲		۱۶		۳۰		
۳		۱۷		۳۱		
۴		۱۸		۳۲		
۵		۱۹		۳۳		
۶		۲۰		۳۴		
۷		۲۱		۳۵		
۸		۲۲		۳۶		
۹		۲۳		۳۷		
۱۰		۲۴		۳۸		

omoorepeyman.ir

۱۱		۲۵		۳۹		
۱۲		۲۶		۴۰		
۱۳		۲۷		۴۱		
۱۴		۲۸		۴۲		

ریل های هادی ـ خط برگشت	
کنترل کامل بودن پیچ های اتصال دهنده به پایه:	توضیحات:
کنترل هندسی و چشمی ریل های هادی:	

کنترل عرض خط در مجموعه سوزن (میلیمتر)						
شماره تراورس	مستقیم	انشعاب	شماره تراورس	مستقیم	انشعاب	توضیحات:
۲			۲۷			
۱۱			۳۰			
۲۰			۳۰			
۲۴			۴۲			

کنترل کامل بودن وضعیت کیفی و کامل بودن تراورسهاس مجموعه سوزن						
شماره تراورس	کیفیت	شماره تراورس	کیفیت	شماره تراورس	کیفیت	توضیحات:
۱		۱۵		۲۹		
۲		۱۶		۳۰		
۳		۱۷		۳۱		
۴		۱۸		۳۲		
۵		۱۹		۳۳		
۶		۲۰		۳۴		
۷		۲۱		۳۵		
۸		۲۲		۳۶		
۹		۲۳		۳۷		
۱۰		۲۴		۳۸		
۱۱		۲۵		۳۹		
۱۲		۲۶		۴۰		
۱۳		۲۷		۴۱		
۱۴		۲۸		۴۲		

omoorepeyman.ir

جدول ۱—۴فعالیتهای کنترل روسازی بالاستی

شرح فعالیت	دوره اقدام
بازرسی خط جهت اطمینان از آزادی و ایمنی مسیر، بررسی حرکات عرضی و صداهای ناهنجار قطار و ارائه گزارش	روزانه
آچارکشی ادوات اتصالات روسازی، تعویض قطعات معیوب، هرزگیری اتصالات و پاکسازی مسیر حرکت	ماهانه
اندازه‌گیری، اصلاح و تنظیم مشخصات هندسی خط بر اساس شابلون‌های مخصوص یا پارامترهای ماشین اندازه‌گیر	سه ماهه
نظافت و روغن‌کاری قطعات پابند ریل	شش ماهه
بازدید، زیرکوبی و شیروانی‌سازی بالاست به صورت دستی	ماهانه
سرویس، نظافت و گریس‌زنی سوزن	روزانه
	هفتگی
بازرسی و کنترل سوزن، محکم نمودن ادوات اتصالات و اصلاح و تعویض قطعات معیوب	هفتگی
تست دیداری و کنترل و اندازه‌گیری پارامترهای سوزن و تکمیل چک‌لیست	سه ماهه
زیرکوبی و شیروانی‌سازی سوزن	ماهانه
تست دیداری و کنترل جوش‌ها، تنظیم فاصله درزها و محکم نمودن پیچ‌های صفحات اتصالی	ماهانه
بازدید فنی، سرویس، نظافت و شارژ گریس‌پمپ و تعویض قطعات معیوب	ده روزه
بازدید فنی، سرویس و نظافت سپر انتهایی و تنظیم محل نصب	ماهانه
امضای نماینده دستگاه نظارت:	امضا سرپرست عملیات پیمانکار:

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱چک لیست فعالیتهای خطوط

ردیف	چک لیست‌های فعالیت‌های خطوط	وضعیت عیوب	
		دارد	ندارد
۱	انجام بازدید سلامت روسازی و عدم وجود ترک در بستر		
۲	بازدید سلامت ریل جوش		
۳	بازدید سلامت ادوات و پابندها		
۴	بازدید سلامت روسازی سوزن		
۵	کنترل هندسه سوزن		
۶	کنترل تراز سوزن و انحرافات جانبی		
۷	کنترل سلامت استاپر انتهای خط		
۸	کنترل سلامت گریس پمپ		
۹	کنترل صحت محل سوراخکاری ریل		
۱۰	کنترل صحت فواصل داکت با خط		

۱ـ ۵ ـتعمیر و نگهداری

۱ ـ ۵ـ ۱-مقدمه بر تعمیر و نگهدار

امروزه مسئله نگهداری و تعمیرات و یا به عبارت فنی‌تر مهندسی نگهداری و تعمیرات با پیشرفت و توسعه تجهیزات و ماشین‌آلات و اتوماسیون دستخوش تحولات شگرفی گردیده است. سیر تحولات به گونه‌ای است که صاحبان صنایع و مدیران تولید بدون اطلاع و آگاهی از علوم پیشرفته مهندسی نگهداری و تعمیرات نه تنها قادر به رقابت با بازار بین‌المللی تولیدات مشابه خود نبوده بلکه برای حفظ موفقیت‌های گذشته خود نیز با مشکلات عدیده‌ای مواجه هستند. آنچه که در حال حاضر بیشتر مورد نظر تمام مدیران سیستمهای پیشرفته مانند قطار شهری است، مساله نگهداری سیستم می‌باشد. با توجه به شرایط ویژه قطار شهری (درگیر بودن بسیاری از سیستمهای مهندسی از جمله سازه، خطوط ریلی، تاسیسات شهری، سیستم الکترونیکی و ...)، پایه‌ریزی صحیح سیستم

omoorepeyman.ir

نت (نگهداری و تعمیر) مبتنی بر کار با نرم‌افزارهای نگهداری نقش مهم و تعیین کننده‌ای در کاهش هزینه‌ها در بلند مدت خواهد داشت. در این فصل به بیان روشهای تعمیر و نگهداری مورد استفاده در سیستم‌های قطار شهری و پرداخته شده است.

۱ ـ ۵ـ ۲-تعریف تعمیر و نگهداری

موسسه استانداردهای انگلستان نگهداری و تعمیر را به صورت زیر تعریف نموده است: مجموعه عملیاتی که به منظور نگهداری تجهیزات در شرایط قابل قبول و یا تغییر آنها از شرایط نامطلوب به شرایط قابل قبول انجام می‌شود.

۱ ـ ۵ـ ۳-تعمیر و نگهداری راه آهن

پس از احداث خط آهن و به مرور زمان، خط آرایش و شکل هندسی اولیه خود را از دست می‌دهد. این تغییرات در زمان بهره‌برداری بایستی به نحوی کنترل گردند که حرکت قطارها با مشکلی مواجه نشود. به مجموعه عملیاتی که انجام می‌شود تا خط کارایی مورد نظر را داشته باشد عملیات نگهداری گفته می‌شود. این کارایی ممکن است بر اساس نوع بهره‌برداری خطوط متفاوت باشد. به عنوان مثال نوع عملیاتی که در یک خط سریع‌السیر انجام می‌شود با آنچه که در یک خط باری با سرعت پایین صورت می‌گیرد متفاوت است. عملیات تعمیر به مجموعه کارهایی گفته می‌شود که جهت برطرف کردن عیب بوجود آمده روی خط انجام می‌گیرد.

۱ ـ ۵ـ ۴-فواید یک سیستم نت

با اعمال یک سیستم صحیح نت، فواید زیر می‌تواند حاصل شود:

- بالا رفتن عمر مفید تجهیزات و داراییها.
- بالا رفتن میزان قابلیت اطمینان و قابلیت دسترسی تجهیزات.
- کاهش هزینه‌های ناشی از تولیدات معیوب (تولیدات معیوب در سیستم قطار شهری می‌تواند شامل ناراحتی مسافرین، تاخیر قطارها، پایین بودن ضریب اطمینان سیستم باشد).
- افزایش میزان تولیدات به علت افزایش قابلیت در دسترس تجهیزات.
- افزایش ضریب ایمنی تجهیزات و کاهش خطرات جانی.
- کاهش هزینه‌های تعمیر اضطراری و اعمال اقتصادی‌ترین شرایط بهره‌برداری از تجهیزات.
- بالا رفتن بهره‌وری و اثربخشی تجهیزات.
- تعیین زمانهای بازنشستگی تجهیزات و جایگزینی آنها با تجهیزات پیشرفته‌تر در صورت لزوم.

۱ ـ ۵ـ ۵-مشخصه های اصلی یک سیستم نت

یک سازمان نت برای انجام وظایف و ماموریتهای خود در بهترین حالت بایستی ویژگی‌ها و شرایط خاصی داشته باشد. برخی از مشخصه‌های یک سازمان نت ممتاز را می‌توان به صورت زیر نام برد:

omoorepeyman.ir

- توجه به هزینه چرخه عمر(LCC).
- تمرکز بر اهداف کلان سازمان.
- داشتن خط‌مشی و سیاست قابلیت اطمینان.
- مهارت بالای کارکنان نت.
- تعیین حیطه کاری کارکنان نت.
- سطح بالای برنامه‌ریزی و زمان‌بندی.
- اولویت‌بندی صحیح کارها.
- درک صحیح مفهوم نت پیشگیرانه.
- اجرای ۱۰۰٪ برنامه‌های پیشگیرانه و مراقبت وضعیت.
- آماده بودن بموقع مواد و قطعات یدکی.
- ارتقای سطح خدمت.
- صحت کامل اطلاعات آرشیو فنی.
- سازماندهی و انجام مناسب عملیات بنیادی و اساسی نت.
- نیازسنجی آموزشی دقیق برای کارکنان نت.
- سطح بالای استانداردهای ایمنی.
- آنالیز علل اصلی شکست و خرابی.

۱ ـ ۵ـ ۶-نقش تعمیر و نگهداری بر عملکرد خطوط

عملاً هزینه تعمیر و نگهداری قسمت عمده‌ای از هزینه‌های جاری هر سیستمی را تشکیل می‌دهد. به همین خاطر و با هدف کاستن هزینه‌ها بایستی یک برنامه تدوین شده برای عملیات تعمیر و نگهداری در نظر گرفته شود. عمدتاً هزینه‌ها در یک سیستم برای امر تعمیر و نگهداری، صرف عملیات تعمیر می‌شود. این هزینه صرف این می‌شود تا سیستم بتواند حداقل کارایی را داشته باشد. اگر هزینه صرف عملیات نگهداری شود، کارایی سیستم تامین شده و در زمان t سیستم در سطح عملکرد L فعالیت خود را انجام می‌دهد.

پارامترهای زیادی در زوال شرایط اولیه خط تاثیر دارند. تعدادی از این عوامل به شرح زیر می‌باشند.

- سرعت حرکت قطارها.
- میزان بار محوری موجود قطارها.
- سختی چرخ و ریل.

با توجه به هزینه زیاد تعمیر (۱۰ تا ۲۰ درصد هزینه‌ها)، شناخت درست عوامل موثر در خرابی خط و اعمال روشهای صحیح پیشگیری و تعمیر می‌تواند تا حد زیادی هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش دهد.

omoorepeyman.ir

تعمیر و نگهداری در خطوط قطار شهری، نقش حیاتی بر عهده دارد. عملاً خرابی در یک قسمت خط به صورتی که خط را غیر قابل استفاده نماید هزینه‌های زیادی بر سیستم اعمال می‌کند. از جمله این هزینه‌ها افزایش ناگهانی ترافیک است که پرت زمانی زیادی در پی خواهد داشت. بخش بعد مربوط به تاخیراتی است که برای مسافرین پیش می‌آید.

هزینه دیگری که جبران آن غیر ممکن است تلفات جانی است که در صورت وقوع حادثه ناشی از خرابی ناگهانی یکی از تجهیزات به سیستم تحمیل می‌شود. در عمل می‌توان با نگهداری به موقع و صرف هزینه کم، از تلفات جانی تا حد زیادی کاست. به عنوان مثال تعلل تکنسین فنی در بخش ترمز قطارها و عدم توجه وی تا زمانی که منجر به حادثه نشده قابل لمس نیست اما این قصور و کوتاهی زمانی که مجموعه ترمز به درستی کار نکند نتیجه خود را نشان می‌دهد. ممکن است دو قطار با هم برخورد نمایند و خسارات جانی زیادی به سیستم اعمال نماید. متاسفانه در کشور ما اغلب به مقوله تعمیر پرداخته می‌شود و به بخش نگهداری (بر عکس اینکه نگهداری مهمتر از تعمیر است) توجه لازم نمی‌شود.

روند تعمیر یک سیستم به صورت کلی به شرح زیر می‌باشد:

۱- تشخیص خرابی[۱].

۲- مکانیابی خرابی[۲].

۳- تعمیر.

۴- تست (تست بیشتر در قالب تعمیر ارائه می‌شود، زیرا اگر تست رد شود یعنی تعمیر صحیح نبوده است).

۵- بازیابی سیستم[۳].

۱ ـ ۵ـ ۷-تعمیرات اساسی

مراقبت وضعیت و بازرسیهای ویژه پیش از آغاز تعمیرات اساسی یکی از اساسی‌ترین مبناهای برنامه‌ریزی تعمیرات اساسی می‌باشد. انجام بازرسیهای CM در زمانی مشخص پیش از دوره تعمیرات اساسی و نیز تحلیل و آنالیز نتایج بازرسیهای دوره‌ای نقش موثری در تعیین فعالیتهای مورد نیاز خواهد داشت.

ارتعاش سنجی، کنترل و نمودار سازی علائم حیاتی سیستم، علاوه بر کمک به تشخیص و تفکیک تجهیزات معیوب، نوع عیب سیستم را نیز مشخص می‌نماید که در برنامه‌ریزی فعالیت تعمیر مورد نظر کمک موثری می باشد.

نکات زیر در بهره‌گیری از مراقبت بر اساس وضعیت در هنگام برنامه‌ریزی تعمیرات اساسی وجود دارد:

- از برنامه‌ریزی فعالیتهای تعمیر بر روی تجهیزاتی که بر اساس نتایج بازرسی‌ها و آنالیزها نیازی به تعمیر ندارند، جلوگیری می‌نماید.
- با تشخیص نوع عیب موجود در سیستم، تشخیص نوع فعالیت تعمیر و گروه کاری انجام دهنده کار و در نتیجه برنامه‌ریزی فعالیت تعمیر دقیق‌تر و آسانتر خواهد بود.

---

[۱] Fault Detection
[۲] Fault Location
[۳] Recovery

omoorepeyman.ir

- به دلیل مشخص بودن تجهیزات معیوب، میزان فعالیتهای غیر ضروری کاهش یافته و در نتیجه بهره‌گیری موثرتر از زمان با تمرکز بر فعالیتهای ضروری امکان پذیر می‌شود.
- با توجه به تمرکز بر فعالیتهای ضروری ، علاوه بر کاهش قابل ملاحظه هزینه‌های تعمیرات اساسی، تخصیص بودجه نیز موثرتر صورت خواهد گرفت. به این معنی که برای مثال تامین و تدارک قطعات و مواد ضروری به دلیل کاهش حجم کارهای غیر ضروری آسانتر می‌گردد. مدیریت امور پیمانکاران نیز منسجم تر صورت خواهد گرفت.
- خسارات متداول در دوره تعمیرات اساسی خصوصا در ارتباط با تجهیزات حساس کاهش می‌یابد (برای مثال باز و بسته نمودن یک کمپرسور بدون انجام هیچ گونه تعمیری جهت انجام بازرسی تجهیز خود باعث خسارت بوده و نیاز به تعویض برخی قطعات را ایجاب می‌کند، در صورتی که با انجام بازرسی CM بدون نیاز به باز نمودن کمپرسور از معیوب بودن و یا سلامت تجهیزات آگاه خواهیم شد)
- برنامه‌ریزی فعالیتها، گروه‌های کاری ، برآورد مواد و متریال مورد نیاز دقیق‌تر صورت می‌گیرد.

۱ ـ ۵ـ ۸- سیستمهای تعمیر و نگهداری

سیستمهای تعمیر و نگهداری را می‌توان به دسته‌های زیر تقسیم‌بندی نمود.

۱- تعمیر و نگهداری واکنشی RM.

۲- تعمیر و نگهداری پیشگیرانه PM.

۳- نگهداری و تعمیرات موثر Proactive Maintenance .

۴- تعمیر و نگهداری بهره‌ور فراگیر TPM.

۱ـ ۵ ـ ۸ـ ۱ـتعمیر و نگهداری واکنشی RM

در این روش بعد از وقوع خرابی نسبت به تعمیر ماشین و بازگشت وضعیت به حالت اولیه اقدام می‌شود.

در استانداردTPM از این روش با عنوان (Breakdown Maintenance) یاد شده و در ایران نیز عنوان تعمیرات اضطراری (Emergency Maintenance) برای این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد .

این سیستم در سالهای آغازین تکامل نت مورد استفاده قرار می‌گرفته و بدین سبب با ساختار امروزین ماشین‌آلات و تجهیزات همخوانی چندانی نداشته و معایب زیر را با خود به همراه دارد :

۱ -کاهش ایمنی کار با ماشین‌آلات.

۲ -عدم برنامه‌ریزی دقیق تولید به علت بروز مشکلات کمی و کیفی.

۳ -نیاز به گروه تعمیراتی قوی و آماده به کار.

۴ -افزایش زمان تعمیرات بعلت مشاهده خرابیهای فرعی.

۵- نیاز به ذخیره و انبار کردن وسیع قطعات.

omoorepeyman.ir

۱ـ ۵ ـ ۸ـ ۲ـتعمیر و نگهداری پیشگیرانه PM

به فعالیتهایی که قبل از ایجاد خرابی در یک سیستم به منظور جلوگیری و به حداقل رساندن عیوب احتمالی انجام می‌شود، نگهداری پیشگیرانه گفته می‌شود. در این سیستم، پس از آغاز بهره‌برداری بازدیدهای منظم و اتفاقی از کلیه تجهیزات صورت می‌گیرد. هر کدام از این تجهیزات به صورت جداگانه و به صورت خاص مورد بازرسی منظم قرار می‌گیرد و پارامترهای مورد نظر بررسی می‌شوند. برای هر قسمت از دپارتمانها، نمونه‌های چک لیست جداگانه تهیه می‌شود. قبل از بازرسی این چک لیستها در اختیار تکنسین فنی قرار گرفته و آموزشهای لازم در خصوص چگونگی پر کردن این فرمها در اختیار وی قرار می‌گیرد. پس از بازرسی و پر کردن فرمها، این اطلاعات در اختیار کارشناس فنی مربوطه قرار می‌گیرد تا به تحلیل نتایج مربوطه و ارائه روشهای متناسب و بهینه برای تعمیرات بپردازد. همچنین نقاط بحرانی عملیات تعمیر و نگهداری را مشخص نماید.

۱ـ ۵ ـ ۸ـ ۳ـنگهداری و تعمیرات موثر Proactive Maintenance

نت موثر به مجموعه فعالیتهایی اطلاق می‌گردد که با هدف بهبود وضعیت کارکرد ماشین‌آلات، کاهش میزان نیاز آنها به اجرای نت و حذف کامل علل وقوع خرابیها انجام می‌گیرد. در استاندارد نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) که از سوی انجمن مهندسین نت ژاپن تدوین گردیده عبارت (Maintenance Prevention) برای نت موثر استفاده گردیده است.

مهمترین روشهای تحلیلی مورد استفاده در سیستم نگهداری و تعمیرات موثر عبارتند از:

RCA : Root Cause Analysis
&
MFMEA : Machine Failure Mode and Effects Analysis

فعالیتهای نت موثر عبارتند از:

۱- انتخاب ماشین‌آلات و تجهیزات و یا تغییر در نحوه استفاده از آنها بر اساس سوابق نت و تجربیات پرسنل نت وتولید.

۲- طراحی مجدد اجزاء ماشین با هدف حذف علل وقوع خرابیها.

۳- بازنگری در طراحی ، نصب و نحوه بهره‌برداری از تجهیزات.

۱ـ ۵ ـ ۸ـ ۴ـتعمیر و نگهداری بهره ور فراگیر TPM

این سیستم در حقیقت همان سیستم نت بهره‌ور به شیوه آمریکایی (که در سال ۱۹۵۴ معرفی شد) است که در جهت سازگاری با شرایط صنعتی ژاپن در آن بهبودهایی داده شده است. ابتکار محوری و حساس در اصول TPM این است که اپراتورها خودشان به امور اصلی و اولیه نگهداری و تعمیرات ماشینهای خودشان می‌پردازند. در نت بهره‌ور فراگیر نتایج حاصل از فعالیتهای صنعتی و تجاری به صورت اعجاب‌انگیزی بهبود یافته و سبب ایجاد یک محیط کاری با بهره‌وری بالا، شادی‌آفرین و ایمن با بهینه‌سازی روابط بین نیروی انسانی و تجهیزاتی که با آن سر و کار دارند، می‌شود.

از زمانیکه اولین اسناد در زمینه سیستم نت بهره‌ور جامع (TPM) ارائه گردید بیش از سی سال می‌گذرد. نسخه اول سیستم TPM به مدل Nakajima (از بنیانگذاران TPM) مشهور بوده و تا سال ۱۹۸۹ نیز در اصول پنجگانه آن تغییری داده نشد. با

omoorepeyman.ir

تغییر نگرش در سیاست‌های کلان TPM، ویرایش دوم و سوم سیستم مذکور در طول سال‌های ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۴ توسط T. Suzuki ارائه گردیده که یکی از ویژگیهای مهم ویرایش سوم افزایش اصول سیستم به هشت اصل زیر می‌باشد:

۱- افزایش میزان اثربخشی کلی ماشین‌آلات.

۲- اجرای نت خودکنترلی توسط پرسنل خطوط تولید.

۳- اجرای نت برنامه‌ریزی شده توسط بخش نگهداری و تعمیرات.

۴- برگزاری دوره‌های آموزش تئوری و عملی برای کلیه پرسنل.

۵- مدیریت زودهنگام بر روی ماشین‌آلات.

۶- استقرار سیستم نت کیفیتی با ایجاد ارتباط بین واحدهای نت و کنترل کیفیت.

۷- استقرار نت بهره‌ور فراگیر در واحدهای پشتیبانی و ستادی نت.

۸- مدیریت ایمنی و محیط زیست.

۱ ـ ۵ـ ۹- تحلیل شاخص های ارزیابی (پایش) فهالیت های نت

در امور مهندسی نگهداری و تعمیرات یک عامل مهم که باید همواره به آن دقت داشت پایش وضعیت کیفی و کمی اجرای فعالیت‌های نت می‌باشد. پایش و ارزیابی می‌بایست به صورت دوره‌ای و تصادفی به اجرا درآید و دائماً وضعیت و چگونگی پیشرفت کیفی کار مورد ارزیابی قرار گیرد. در واقع هر کدام از شاخص‌ها می‌توانند یک نوع سیاست را در امور مدیریت نگهداری و تعمیرات ایجاد نمایند. در اینجا به معرفی شاخصهای مربوط به پایش فعالیت‌های نت می‌پردازیم.

۱ـ ۵ ـ ۹ـ ۱ـشاخص فرکانس یا سرعت خرابی

فرکانس یا سرعت خرابی عبارت است از تعداد خرابیها در واحد زمان، فرکانس را با نماد (L) نمایش می‌دهیم.

$$L = \frac{\text{تعداد خرابیها در یک سیکل زمانی}}{\text{جمع زمان سیکل}}$$

برای مثال در صورتی که در یک سیکل زمانی ۱۱ ماهه شامل ۲۲ روز کاری در هر ماه و ۱۸ ساعت کاری در هر روز (برای ریلها و سوزنها) جمعاً روی یک جزء از ادوات ریلی ۱۰ بار خرابی اتفاق افتاده باشد خواهیم داشت:

$$L = \frac{10}{11 \times 22 \times 18} = \frac{10}{4356} = 0.0023 \quad \text{خرابی در ساعت}$$

حال با داشتن این شاخص در هر دوره زمانی به راحتی می‌توان با سیاست‌گذاری مبنی بر کاهش شاخص L به بهبود کیفی در سیستم برنامه‌ریزی و اجرایی نت پرداخت و در نهایت با این شاخص وضعیت نت را در دو برهه زمانی مورد پایش قرار داد.

omoorepeyman.ir

۱ـ ۵ ـ ۹ـ ۲ـمتوسط فاصله زمانی بین دو خرابی متوالی

متوسط فاصله زمانی بین دو خرابی را با نماد m نمایش می‌دهیم:

$M = \frac{1}{L}$ واحد زمانی (ساعت)

متوسط فاصله زمانی بین دو خرابی را با نماد MTBF نمایش می‌دهند که ما در اینجا به اختصار با m نمایش می‌دهیم. بدیهی است هرچه مقدار L بیشتر باشد، یعنی هر چه تعداد خرابیها در واحد زمان بیشتر باشد، متوسط فاصله زمانی بین دو خرابی کمتر خواهد بود. یعنی تجهیزات و ادوات ریلی در فاصله زمانی کمتری دچار آسیب‌های متوالی می‌گردند.

بنابراین شاخص m می‌بایست به سمت بی‌نهایت میل نماید تا حالت ایده‌آل پیش آید که این در حالتی است که حد L صفر باشد یعنی $L \to 0$ یعنی تعداد یا فرکانس خرابی به سمت صفر میل نماید.

۱ـ ۵ ـ ۹ـ ۳ـشاخص (TTT) یا سه سیستم یا سه ماشین با بیشترین خرابی

برای تعیین ادوات یا ماشینهایی که دارای بیشترین خرابی در یک دوره زمانی هستند می‌توان از شاخص TTT (Three Top Troubling) استفاده نمود. فرض کنید در یک ماه مشخص، عدد L (فرکانس خرابی) برای ۱۱ ادوات ریلی مورد تعمیر در هفته گذشته در راه‌آهن مطابق جدول زیر باشد:

جدول ۶ـجدول خرابی ادوات ریلی در هفته

نام ادوات ریلی (شماره سوزن)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	M	N
L (خرابی /هفته)	۷	۲	۱۲	۱۰	۳	۷	۲	۵	۳	۱۵	۱۳

از مجموعه ۱۱ سوزن بالا، یک زیرمجموعه شامل سه سوزن که بزرگترین عدد L را دارند انتخاب می‌نماییم و این زیرمجموعه را TTT می‌نامیم.

TTT={M,N,C}

حال در صورتی که ماشین برای m دوره متوالی یا n دوره غیرمتوالی (m<n) در زیر مجموعه TTT ظاهر شود می‌بایست نسبت به بررسی علل خرابی و ایجاد تغییرات در طرح ادوات ریلی یا نحوه بهره‌برداری از آن اقدام نمود.

در تعیین زیرمجموعه TTT ممکن است به جای L، از شاخصهای دیگری نظیر بودجه صرف شده جهت تعمیرات در یک دوره مشخص، یا نفر - ساعت صرف شده در یک دوره مشخص استفاده نمود.

۱ـ ۵ ـ ۹ـ ۴ـمتوسط زمان بین دو تعمیر (شامل تعمیرات اضطراری) و تعمیرات پیشگیری

یک سیستم ممکن است هر چند گاه یک بار دچار خرابی اضطراری گردد که در این صورت لازمست تعمیرات اضطراری بر روی سیستم اعمال شود. علاوه بر آن لازم خواهد بود که در فواصل مشخص و از پیش تعیین شده، تعمیرات پیشگیری روی سیستم

omoorepeyman.ir

اعمال گردد. در صورتیکه لازم باشد متوسط زمان بین دو تعمیر متوالی که ممکن است از نوع پیشگیری یا اضطراری باشد محاسبه شود، داریم:

$$MTBM = \frac{1}{\frac{1}{MTBF} + \frac{1}{MTBP}} = \frac{1}{L+F}$$

که در آن:

MTBM: متوسط زمان بین دو تعمیر.

MTBF: متوسط زمان بین دو تعمیر اضطراری.

MTBP: متوسط زمان بین دو تعمیر پیشگیری

L: فرکانس خرابیهای اضطراری

F: فرکانس تعمیرات پیشگیری

در حالت ایده‌آل می‌بایست MTBM به سمت بینهایت میل نماید برای این منظور بایستی مخرج کسر به سمت صفر میل کند یعنی L+F=0 که در این حالت بایستی L=0 و F=0 باشد. در واقع بایستی فرکانس خرابی اضطراری و پیشگیری ادوات ریلی به سمت صفر میل نماید.

۱ـ ۵ ـ ۹ـ ۵ـشاخص TP متوسط زمان برای تعمیرات پیشگیری

ممکن است بر روی یک سیستم انواع تعمیرات پیشگیری با دوره تناوب مختلف اعمال گردد در این صورت داریم:

$$T_p = \frac{\sum P_i \times F_i}{\sum F_i}$$

که در آن :

T_p : متوسط زمان لازم برای اعمال تعمیرات پیشگیری روی سیستم

F_i : فرکانس اعمال تعمیرات پیشگیری نوع i

P_i : متوسط زمان لازم برای اعمال تعمیرات پیشگیری نوع i

هر چه متوسط زمان برای تعمیرات پیشگیری بیشتر باشد مقبولیت سیستم نت نیز بیشتر گردیده است و وضعیت نت بهبود یافته است. بنابراین می‌بایست درصدد کاهش شاخص TP در دوره‌های مختلف باشیم.

omoorepeyman.ir

۱ـ ۵ ـ ۹ـ ۶ـشاخص سوانح

این شاخص به نسبت سانحه در دوره اخیر با یک دوره زمانی پایه می‌پردازد و هر چه این شاخص به سمت صفر میل نماید وضعیت نت مقبول‌تر می‌باشد.

$$E= \frac{\text{تعداد سوانح مشابه در دوره زمانی اخیر}}{\text{تعداد سوانح مشابه در دوره زمانی پایه}}$$

امروزه کاربرد روش‌های کمی حل مساله، روش‌های تحقیق در عملیات، محاسبات آمار و احتمالات و کاربرد کامپیوتر در نگهداری و تعمیرات توسعه زیادی پیدا کرده است، از آنجاکه بسیاری از موضوعات نگهداری و تعمیرات دارای پیچیدگی بوده و تصمیم‌گیری در مورد آنها به راحتی قابل انجام نیست، استفاده از روش‌های عددی تصمیم‌گیری، کمک بسیاری به نت خواهد کرد. مدل‌ها و الگوهای مختلفی در مورد بحث‌های گوناگون نت ایجاد و توسعه داده شده است. این مدل‌ها با بکارگیری روش‌های آمار و احتمالات، شبیه‌سازی، تئوری صف، منحنی‌های ترسیمی، اقتصاد مهندسی و توابع ریاضی نهایتاً در قالب فرمول‌های کاربردی یا جداول عددی خلاصه شده‌اند. برخی از این مدل ها در موارد ذیل کاربرد دارند:

- تعیین زمان مناسب جایگزینی دستگاهها.
- تعیین فرکانس بازرسی‌ها.
- تعیین میزان بازرسی‌ها.
- تعیین فاصله زمانی بین تعمیرات اساسی.
- تعیین فاصله زمانی بین کارهای PM و PdM.
- میزان اقلام یدکی مورد نیاز.
- سیاست‌گذاری در مورد تجهیزات سرمایه‌ای.
- فاصله زمانی و مقدار تامین قطعات یدکی.
- آرایش ماشین‌آلات و تجهیزات.
- محاسبات قابلیت اطمینان.
- چگونگی تشکیلات و سازمان نت.
- اولویت‌بندی فعالیت‌های نت.
- تعیین الگوهای شکست قطعات.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۵ـ ۱۰- روشهای کنترل وضعیت و شرایط تجهیزات

- **Monitoring**

در این روش با استفاده از سیستمهای دستی یا مکانیزه وضعیت تجهیزات(در حال کار-آماده بکار- در حال تعمیر- متوقف و...) مراقبت می‌شود. بطوری که با استفاده از تابلوهای اطلاعاتی دستی یا مکانیزه این اطلاعات در مرکز کنترل قابل ردیابی می‌باشد.

- **Illustration**

در این روش که به مصور سازی محلها معروف است، نقاطی از تجهیزات که باید مورد بازدید قرار گیرند توسط عکس- نقشه و تصویر مشخص می‌شود.

- **Permit**

در این روش نیز با نصب تابلوهایی برروی دستگاه، قابل کاربری یا غیرکاربری بودن دستگاه مشخص می‌شود و این تابلوها می‌تواند زماندار بوده تا اپراتور از کار با دستگاه معیوب و ناتنظیم خودداری نماید.

- **نگهداری خطوط**

یکی از مهمترین ویژگیهای خط ریلی در شکل موجودش این است که تمام تجهیزات آن (البته بجز سطح زیر سازی) قابل تعویض می‌باشد. پس از آن که بعد از مدتی لوازم دچار سایش شدند می‌توانند بدون ایجاد وقفه طولانی در حمل و نقل تعویض گردند و این امر به صورت دستی و مکانیزه انجام می‌گیرد.

تعمیر و نگهداری خطوط راه‌آهن همواره سهم بزرگی از بودجه راه‌آهن را به خود اختصاص می‌دهد و این هزینه متناسب با افزایش سرعت حرکت، بار محوری و ترافیک مسیر افزایش می‌یابد. مشکل بزرگتر از موضوع هزینه‌ها، نیروی انسانی لازم برای انجام فعالیتهای نگهداری و تعمیرات به روشهای سنتی می‌باشد که به این ترتیب ضرورت انجام تعمیر و نگهداری مکانیزه خطوط جهت کاهش هزینه‌ها و کم کردن نیروی انسانی احساس می‌شود و در نتیجه، به کارگیری ماشین آلات مکانیزه تعمیر و نگهداری راه‌آهن جهت تامین دقت کافی در حفظ و تثبیت وضعیت هندسی خط و افزایش سرعت حرکت قطارها ضروری می‌باشد.

- **تاثیر افزایش سرعت بر هزینه های تعمیر و نگهداری**

یکی از مهمترین پارامترها در طراحی خطوط راه‌آهن و اجزای موجود در آن، سرعت می‌باشد. در طراحی خطوط قبل از انتخاب ادوات مورد نیاز روسازی، سرعت طرح مربوطه مشخص می‌گردد و بر مبنای سرعت عبور وسایط نقلیه از روی خط ادوات متناسب با آن انتخاب می‌شوند. با افزایش سرعت میزان دقت مورد نیاز جهت احداث و صحت عملکرد هر یک از اجزای خط بیشتر شده و بازرسی‌های مورد نیاز در این قسمت نیز دقیق‌تر خواهد شد. تعمیر و نگهداری خطوط نیز از این امر مستثنی نیست و با افزایش سرعت در محورهای قدیم و یا در خطوط سریع‌السیر از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد شد به طوری که بازدیدهای دوره‌ای باید در زمانهای کوتاه‌تر و با دقت بیشتری صورت گیرد.

- **بار محوری و تاثیر آن بر تعمیر ونگهداری**

omoorepeyman.ir

امروزه با توجه به گسترش و بکارگیری حمل و نقل ریلی جهت جابجایی کالا و به خصوص ایجاد شرایط ترانزیت مناسب برای کشورهای مختلف و اتصال آنها به هم و همچنین افزایش استفاده از سیستم ریلی برای جابجایی مسافران درون شهری، انتقال بار و مسافر با حجم بالا میسر گردیده است. این موضوع سبب افزایش بار محوری و به کارگیری تجهیزات خاص در راه‌آهن کشورهای مختلف شده است. افزایش بار محوری با استفاده از لکوموتیوهای قوی و واگنهای با حجم بالا سبب ایجاد خرابیهای مضاعف در خط آهن و اجزای آن خواهد شد. همچنین تنشهای خمشی و برشی ایجاد شده در ریل و سایر ادوات روسازی افزایش می‌یابد و بدین ترتیب در تعداد سیکلهای بارگذاری کمتری به حد گسیختگی خواهند رسید و نهایتاً عمر سرویس‌دهی آنها پایین خواهد بود. از دیگر قسمتهای خط آهن که در برابر افزایش بار محوری حساس می‌باشد، بالاست است . افزایش بار محوری سبب زوال و خرد شدن بالاست می‌شود. به منظور جلوگیری از زوال بالاست باید از سنگ مرغوب تر استفاده نمود و تراکم آن را نیز افزایش داد.

طبق بررسیهای انجام شده مشاهده گردیده است که درصد خرابیهای ایجاد شده در ادوات روسازی راه‌آهن ناشی از افزایش بار محوری بیشتر از حالتی می‌باشد که پارامتر سرعت سیر آلات ناقله افزایش یافته است. به عنوان مثال نسبت افزایش خرابی ایجاد شده در اجزای خط با افزایش بار محوری در راه‌آهن فرانسه به اندازه ۲/۲۵ و در آمریکا ۳/۸ برابر رشد داشته است. یکی از پارامترهای کنترل بار محوری نسبت $\frac{P}{D}$ می‌باشد که در آن P مقدار بار محوری بر حسب KN و D قطر چرخ بر حسب متر می‌باشد.

- **حجم ترافیک و تاثیر آن بر راه‌آهن**

افزایش دو پارامتر سرعت سیر و بار محوری که در بالا به آنها اشاره شد، سبب ایجاد خرابی و زوال در ادوات روسازی خواهد شد ولی مورد دیگری که به سادگی نمی‌توان از کنار آن گذشت بارگذاری و تکرار آن می‌باشد که همان حجم ترافیک عبوری از روی راه‌آهن می‌باشد. به عبارتی با افزایش حجم ترافیک، طول عمر ادوات به شدت کاهش یافته و مدت زمان سرویس‌دهی آنها کم خواهد شد زیرا در این حالت ادوات زودتر از موعد به حد گسیختگی خواهند رسید.

به منظور جلوگیری از بروز خرابی زودرس در ادوات روسازی نیاز است که قبل از طراحی خطوط برآورد دقیقی از ترافیک و حجم عبوری آن در اختیار داشته باشیم تا بتوانیم به واسطه آن از مصالح مقاوم‌تر و مناسب‌تر استفاده نمود. با توجه به اهمیت خطوط پرترافیک و به منظور جلوگیری از ایجاد وقفه در سیر قطارها، وجود تعمیر و نگهداری اصولی و برنامه‌ریزی شده ضروری است و نیاز است تا بازدیدهای منظمی از محور صورت گیرد تا خطوط همیشه آماده بوده و تردد ایمن بر روی آنها امکان پذیر باشد.

در صورت عدم برنامه‌ریزی صحیح برای تعمیر و نگهداری، با افزایش ترافیک زمان مسدودی خط کاهش یابد. با کم شدن زمان مسدودی دیگر نمی‌توان خرابیها را به موقع بر طرف نمود. این امر باعث می گردد تا خرابیها انباشته شده و خط از شرایط ایده‌آل طرح دور گردد.

- **مدیریت تعمیر و نگهداری TMMS**

omoorepeyman.ir

به منظور تفاوت با سایر روشهای حمل ونقل، نیاز راه‌آهنها برای بالا بردن قابلیت اطمینان، کارایی و کاهش زمان سیر افزایش می‌یابد. نیازهای حاصله برای افزایش سرعت و بار محوری به این معناست که هزینه‌های امور زیر بنایی خصوصاً راه‌آهن بسیار سنگین می‌شود. جهت مهیا نمودن هزینه‌های موثر خط برای تامین نیازهای آینده بهبود روشهایی که عملیات خط را کنترل می‌کنند و نیز به کارگیری روشهای مطمئن برای پیش‌بینی و برنامه‌ریزی ضروری است.

تعمیر و نگهداری و نوسازی شبکه راه‌آهن نیازمند هزینه زیادی می‌باشد. برای کم کردن هزینه‌ها، مدیران نیاز به اطلاعات کافی از ساختار خط دارند تا به وسیله این اطلاعات و داده‌های واقعی جریان کار مشخص شود و هزینه‌های تعمیر و نگهداری بهتر کنترل شود. از جمله این اطلاعات می‌توان به پارامترهای هندسی خط و بانک اطلاعاتی مربوط به تغییرات آنها در سنوات گذشته، مشخصات اجزاء و ادوات روسازی با جزییات بیشتر و نیز نتایج آخرین بازرسی‌ها از وضعیت آنها اشاره نمود. با توجه به اهمیت بازرسی ها، جزئیات بیشتری در این زمینه در ادامه تشریح می‌گردد.

۱ ـ ۵ـ ۱۱-بازرسی خطوط

نگه داشتن خط در شرایط مناسب که باعث کاهش حجم عملیات نگهداری می‌شود فقط با اجرای روشهای پیش‌گیری میسر خواهد بود. در غیر این صورت حجم عملیات جهت مرمت معایب به مرور زمان بیشتر شده و هزینه‌های نگهداری بالا خواهد رفت و در نتیجه آن کیفیت حرکت قطارها در این فاصله زمانی تا مرمت کامل آن با مشکلاتی همراه خواهد بود. یکی از روشهای پیش‌گیری از معایب خط انجام بازرسی‌های دوره‌ای می‌باشد. با توجه به شرایط خط آهن (تناژ عبوری و میزان ترافیک) می توان نوع بازرسی را مشخص نمود. انواع بازرسی‌ها به شرح زیر است :

- بازرسی چشمی با پیاده روی .
- بازرسی چشمی با درزین .
- بازرسی چشمی با قطار. مهمترین خرابیها را راهبر قطار گزارش می کنند مثل شکستگی ریل یا جوشهای درز ریل موجود در مسیر.
- بازرسی با ابزار دستی.
- بازرسی با قطار بازرسی.

بازدیدهای مکانیزه خطوط آهن عمدتاً برای خطوط سراسری و برای سرعتهای بالا و ترافیک زیاد قطارها به کار گرفته می‌شود و در شبکه های خطوط محدود نظیر ایستگاهها، خطوط فرعی و مانوری و خطوط پارکینگ به دلایل فنی و اقتصادی از روش سنتی و با استفاده از ابزارها و وسایل اندازه‌گیری سبک و دستی استفاده می‌شود. این ابزار ها عبارتند از: دوربین خطی ـ شابلون دستی خط ـ شابلون ریل ، شمشه تراز ، گونیا ، ریسمان (طناب) ، خط کش فلزی و متر.

قطارهای بازرسی خط آهن شامل موارد زیر هستند:

۱- ماشین اندازه گیری هندسه خط.

omoorepeyman.ir

۲- ماشین بازرسی پل. به وسیله این ماشین می توان از قسمتهای مختلف پلهای موجود در مسیر بازدید کرد و کلیه شرایط پل را با توجه به چک لیست های موجود استخراج نمود.

۴- ماشین بازرسی ریل.

۵- قطار بازرسی خط. به وسیله این قطار سیستم علائم و ارتباطات را کنترل می‌کنند.

بازرسی فنی خطوط شامل موارد زیر است.

۱- بازرسی پارامترهای هندسی .

۲- بازرسی هر یک از اجزاء تشکیل دهنده خط .

هر کدام از بازرسیهای بالا باید طبق استانداردهای موجود انجام گیرد تا نتایج قابل اعتماد باشد و بتوان بر پایه این نتایج در مورد تعمیر و نگهداری خط آهن تصمیم‌گیری نمود.

۱ ـ ۵ـ ۱۲-بازرسی وضعیت ریل

این بازرسی با دستگاههای التراسونیک و بر پایه روشهای گفته شده در استانداردها انجام می‌شود. یک روش دیگر بازرسی استفاده از ماشینهای کنترل ریل است. یکی از روشهای کنترل ریل به دست آوردن ضریب زیر است.

RFI=(تعداد عیوب ریل / (طول ریل(متر ۱۰۰۰*

RFI : Rail Flow Index

روش دیگر استفاده از ضریب زیر است .

RBI[1]=(تعداد شکستگی ها / (طول ریل(کیلومتر ۱۰۰*

اگر در ناحیه ای بخواهیم تعویض ریل نماییم، بهتر است از جایی شروع کنیم که شاخص خرابی ریل بیشتری دارد.

۱ ـ ۵ـ ۱۳-بازرسی جوشها

مهندسین معمولاً عادت دارند خواص یک ماده را روی نمونه‌های مخصوصی که از همین ماده تهیه شده‌اند با آزمونهای استاندارد ارزیابی کنند. اطلاعات بسیار ارزشمندی از این آزمونها به دست می‌آید که شامل خواص کششی، فشاری، برشی و ضربه‌ای ماده مورد نظر است. اما این آزمونها ماهیت تخریبی دارند. بعلاوه خواص ماده به گونه‌ای که با آزمونهای استاندارد تا حد تخریب تعیین می‌شود، به یقین راهنمای روشنی در مورد مشخصات کارایی قطعه‌ای نیست که بخش پیچیده‌ای از یک مجموعه مهندسی را تشکیل می‌دهد.

omoorepeyman.ir

[1] - Rail Bricage Index

در طی تولید و حمل و نقل امکان دارد که انواع عیوب با اندازه‌های مختلف در ماده یا قطعه به وجود آیند. ماهیت و اندازه دقیق هر عیب روی عملیات بعدی آن قطعه تاثیر خواهد داشت. عیوب دیگری نیز مانند ترکهای حاصل از خستگی یا خوردگی ممکن است در طی کار قطعه ایجاد شوند. بنابراین برای آشکار سازی وجود عیبها در مرحله تولید و نیز جهت تشخیص و تعیین سرعت رشد این نقصها در طول عمر قطعه یا دستگاه ، داشتن وسائل مطمئن ضروری است.

منشا بعضی عیوب که در مواد و قطعات یافت می‌شوند، عبارتند از :

- عیوبی که ممکن است طی ساخت مواد خام یا تولید قطعات ریختگی به وجود آیند.
- (ناخالصیهای سرباره، حفره‌های گازی، حفره‌های انقباضی، ترکهای تنشی و ...).
- عیوبی که ممکن است طی تولید قطعات به وجود آیند(عیوب ماشینکاری، عیوب عملیات حرارتی، عیوب جوشکاری، ترکهای ناشی از تنشهای پسماند و ...).
- عیوبی که ممکن است طی مونتاژ قطعات به وجود آیند(کم شدن قطعات، مونتاژ نادرست، ترکهای ناشی از تنش اضافی و ...).
- عیوبی که در مدت کاربری و حمل و نقل به وجود می‌آیند (خستگی، خوردگی، سایش، خزش، ناپایداری حرارتی و ...).

روشهای مختلف آزمونهای غیرمخرب در عمل می‌توانند به راههای بسیار متفاوتی در عیب‌یابی به کار روند. اعتبار هر روش آزمون غیرمخرب سنجشی از کارایی آن روش در رابطه با آشکارسازی نوع و شکل و اندازه بخصوص عیبها است. بعد از آن که بازرسی تکمیل شد، احتمال معینی وجود دارد که یک قطعه عاری از یک نوع عیب با شکل و اندازه بخصوص باشد. هر قدر این احتمال بالاتر باشد اعتبار روش به کار رفته بیشتر خواهد بود. اما باید این واقعیت را به خاطر داشت که بازرسیهای غیرمخرب برای اغلب قطعات به وسیله انسان انجام می‌گیرد و در اصل دو نفر همیشه نمی‌توانند یک کار تکراری مشابه را بطور دقیق همانند یکدیگر انجام دهند. از این رو باید یک ضریب عدم یقین در برآورد اعتبار بازرسی به حساب آورده شود و ارزش تصمیماتی رد و یا قبول قطعه باید از رویدادهای آماری تخمین زده شود.

نقش بازرسی غیرمخرب این است که با میزان اطمینان معینی ضمانت نماید که در زمان بکارگیری قطعه برای بار طراحی، ترکهایی به اندازه بحرانی شکست در قطعه وجود ندارند.

همچنین ممکن است لازم باشد که با اطمینان، عدم وجود ترکهای کوچکتر از حد بحرانی را نیز ضمانت کند. اما رشد ترکهای کوچکتر از حد بحرانی. بویژه در مورد قطعاتی که در معرض بارهای خستگی قرار دارند و یا در محیطهای خورنده کار می‌کنند، اهمیت دارد، بطوریکه این گونه قطعات، قبل از این که شکست ناگهانی در آنها اتفاق بیفتد، به یک حداقل عمر کار مفید برسند. در برخی حالتها، بازرسیهای مرتب و متناوب جهت اطمینان از نرسیدن ترکها به اندازه بحرانی ممکن است ضروری باشد.

omoorepeyman.ir

بکارگیری ایده‌های مکانیک شکست در طراحی، برای توانایی روشهای مختلف آزمونهای غیرمخرب در آشکارسازی ترکهای کوچک، حد و مرز تعیین می‌کند. اختلاف بین کوچکترین ترک قابل آشکارسازی و اندازه بحرانی آن، میزان ایمنی یک قطعه است.

در هر برنامه خاص بازرسی، تعداد عیوب شناسایی شده(هر چند زیاد)، با تعداد واقعی آنها مطابقت پیدا نمی‌کند، بنابراین احتمال شناسایی یک قطعه سالم و بدون عیبهای با اندازه‌های گوناگون کاهش می‌یابد. اما هنگامی که قطعات بسیار مهم مورد نظر هستند، سعی بر این است تا حد امکان عیبهای بیشتری شناسایی شوند و تمایل به قبول تمام نشانه‌های وجود عیبها زیاد است. زیرا اگر قطعه‌ای در طی بازرسی مردود و غیرقابل مصرف معرفی شود، بهتر از آن است که هنگام استفاده منجر به شکست فاجعه آمیز شود. مسلم است مهندسی که ایده‌های مکانیک شکست را مورد استفاده قرار می‌دهد، علاقه‌مند است که بداند به چه اندازه عیبها را در هنگام بازرسی مورد نظر داشته باشد. انتخاب روش با این بررسی اولیه تعیین می‌شود و تمام پارامترهای دیگر در درجه دوم اهمیت قرار می‌گیرند. برای مثال بازرسی ترکهای مربوط به خستگی قطعات فولادی به روش فراصوتی که نسبتاً براحتی قابل اجرا است، در مقابل تجزیه و تحلیل به روش جریان گردابی برای آشکارسازی ترکهایی به طول ۱/۵ میلیمتر، کنار گذاشته می‌شود زیرا احتمال آشکارسازی این ترکها با فراصوتی ۵۰ درصد و با جریان گردابی ۸۰ درصد است.

یکی از فایده‌های بدیهی و روشن به کار بردن صحیح آزمونهای غیرمخرب، شناسایی عیوبی است که اگر بدون تشخیص در قطعه باقی بمانند، موجب شکست فاجعه آمیز قطعه و در نتیجه بروز خسارتهای مالی و جانی فراوان خواهند شد. استفاده از این روشهای آزمون می‌تواند فواید زیادی از این بابت، در بر داشته باشد.

بکارگیری هر یک از سیستمهای بازرسی متحمل هزینه است، اما اغلب استفاده موثر از روشهای بازرسی مناسب موجب صرفه‌جویی‌های مالی قابل ملاحظه‌ای خواهد شد. نه فقط نوع بازرسی، بلکه مراحل بکارگیری آن نیز مهم است. بکارگیری روشهای آزمون غیرمخرب روی قطعات ریختگی و آهنگری کوچک بعد از آنکه کلیه عملیات ماشینکاری روی آنها انجام گرفت، معمولاً بیهوده خواهد بود. در اینگونه موارد باید قبل از انجام عملیات ماشینکاری پرهزینه، قطعات بدقت بازرسی شوند و قطعاتی که دارای عیوب غیرقابل قبول هستند، کنار گذاشته شوند. باید توجه داشت کلیه معایبی که در این مرحله تشخیص داده می‌شوند، نمی‌توانند موجب مردود شدن قطعه از نظر بازرسی باشند. ممکن است قطعه‌ای دارای ناپیوستگیها و ترکهای سطحی بسیار ریز باشد که در مراحل ماشینکاری از بین بروند.

- **آزمایش پرتو نگاری و تفسیر فیلم**

تابش الکترومغناطیسی با طول موجهای بسیار کوتاه، یعنی پرتو ایکس یا پرتو گاما از درون مواد جامد عبور می‌کند اما بخشی از آن، توسط محیط جذب می‌شود. مقدار جذب پرتو در هنگام عبور از ماده به چگالی و ضخامت ماده و همچنین ویژگیهای تابش بستگی دارد. تابش عبوری از درون ماده می‌تواند به وسیله یک فیلم یا کاغذ حساس آشکار شده و روی صفحه فلورسنت مشاهده شود، یا این که توسط دستگاههای حساس الکترونیکی نشان داده شود. اگر بخواهیم دقیقتر بگوییم، عبارت پرتو نگاری به معنی فرایندی است که در نتیجه آن، تصویری روی فیلم ایجاد شود. بررسی این فیلم را تفسیر می‌گوییم.

omoorepeyman.ir

بعد از این که فیلم عکس گرفته شده پرتو نگاری ظاهر شد، تصویری سایه روشن با چگالی متفاوت مشاهده می‌شود. قسمتهایی از فیلم که بیشترین مقدار تابش را دریافت کرده‌اند، سیاهتر دیده می‌شوند. همچنانکه پیشتر گفته شد، مقدار تابش جذب شده توسط ماده، تابعی از چگالی و ضخامت آن خواهد بود. همچنین وجود عیوب خاص، مانند حفره‌ها و تخلخل درون ماده، بر مقدار تابش جذب شده تاثیر خواهد گذاشت. بنابراین پرتو نگاری می‌تواند برای آشکار سازی انواع خاصی از عیوب در بازرسی مواد و قطعات به کار رود.

استفاده از پرتو نگاری و فرآیندهای مربوط به آن باید به شدت کنترل شود، زیرا قرار گرفتن انسان در معرض پرتو می‌تواند منجر به آسیب بافت بدن شود.

- **آزمایش فراصوتی**

در این روش، امواج صوتی با بسامد ۰/۵ تا ۲۰ مگاهرتز به درون قطعه فرستاده می‌شود. این موج پس از برخورد به سطح مقابل قطعه باز تابیده می‌شود. با توجه به زمان رفت و برگشت این موج، می‌توان ضخامت قطعه را تعیین کرد. حال اگر یک عیب در مسیر رفت و برگشت موج باشد، از این محل هم موجی بازتابیده خواهد شد که اختلاف زمانی نسبت به مرحله اول، محل عیب را مشخص می‌کند. روشهای فراصوتی به طور گسترده‌ای برای آشکارسازی عیوب داخلی مواد به کار می‌روند ولی می‌توان از آنها برای آشکارسازی ترکهای کوچک سطحی نیز استفاده کرد.

- **بازرسی با ذرات مغناطیسی**

بازرسی با ذرات مغناطیسی، روش حساسی برای ردیابی عیوب سطحی و برخی نقصهای زیر سطحی قطعات فرو مغناطیسی است. پارامترهای اساسی فرآیند به مفاهیم نسبتاً ساده‌ای بستگی دارد. هنگامی که یک قطعه فرومغناطیسی، مغناطیس می‌شود، ناپیوستگی مغناطیسی که تقریباً در راستای عمود بر جهت میدان مغناطیسی واقع است، موجب ایجاد یک میدان نشتی قوی می‌شود. این میدان نشتی در رو و بالای سطح قطعه مغناطیس شده حضور داشته و می‌تواند آشکارا توسط ذرات ریز مغناطیسی دیدپذیر شود. پاشیدن ذرات خشک یا ذرات مرطوب با یک مایع محلول بر روی سطح قطعه، موجب تجمع ذرات مغناطیسی روی خط گسل خواهد شد. بنابراین پل مغناطیسی تشکیل شده، موقعیت، اندازه و شکل ناپیوستگی را نشان می‌دهد.

یک قطعه را می‌توان با به کاربردن آهنرباهای دائم، آهنرباهای الکتریکی و یا عبور یک جریان قوی از درون یا برون قطعه، مغناطیس کرد. با توجه به این که با روش آخر می‌توان میدانهای مغناطیسی با شدت زیاد در داخل قطعه ایجاد کرد، این روش به صورت گسترده‌ای در کنترل کیفی محصول به کار می‌رود زیرا این روش حساسیت خوبی برای شناسایی عیوب قطعات و آشکارسازی آنها عرضه می‌دارد.

- **آزمایش جریان گردابی**

omoorepeyman.ir

اساس روشهای آزمون الکترومغناطیسی بر این است که وقتی یک سیم پیچ حامل جریان متناوب، نزدیک ماده‌ای تقریباً رسانا قرار داده شود، جریانهای گردابی یا ثانویه در آن ماده القا خواهد شد. جریانهای القایی، میدانی مغناطیسی ایجاد خواهند کرد که در جهت مخالف میدان مغناطیسی اولیه اطراف سیم پیچ است. تاثیر متقابل بین میدانها موجب ایجاد یک نیروی ضد محرکه الکتریکی در سیم پیچ شده و در نتیجه سبب تغییر مقدار مقاومت ظاهری سیم پیچ خواهد شد. اگر ماده از نظر ابعاد و ترکیب شیمیایی یکنواخت باشد. مقدار مقاومت ظاهری سیم پیچ کاوشگر نزدیک سطح قطعه در کلیه نقاط سطح قطعه یکسان خواهد بود، به غیر از تغییر اندکی که نزدیک لبه‌های نمونه مشاهده می‌شود. اگر ماده ناپیوستگی داشته باشد، توزیع و مقدار جریانهای گردابی مجاور آن تغییر می‌کند و در نتیجه کاهشی در میدان مغناطیسی در رابطه با جریانهای گردابی به وجود می‌آید، بنابراین مقدار مقاومت ظاهری سیم پیچ کاوشگر تغییر خواهد کرد.

از روی تحلیل این آثار می‌توان در مورد کیفیت و شرایط قطعه کار نتیجه‌گیری کرد. این روشها بسیار متنوع هستند و با وسیله و روش آزمون مناسب، می‌توان آنها را برای آشکارسازی عیوب سطحی و زیر سطحی قطعات و تعیین ضخامت پوشش فلزات به کار برد و اطلاعاتی در زمینه مشخصات ساختاری مانند اندازه دانه بندی و شرایط عملیات حرارتی به دست آورد.همچنین می‌توان خواص فیزیکی مانند رسانایی الکتریکی تراوایی مغناطیسی و سختی فیزیکی را تعیین کرد.

- **آزمون مایع نافذ**

ترکهای سطحی و منافذی که با چشم عادی قابل رویت نمی باشند بوسیله آزمون مایع نافذ شناسایی می شوند. این روش در شناسایی منافذ جوش کاربرد فراوانی دارد. قابل ذکر است که فولادهای آستنیتیک و فلزات غیر آهنی که از روش ذرات مغناطیسی (MT) نمی‌توان آنها را تست نمود از روش مایع نافذ ارزیابی می‌شوند آزمون مایع نافذ را به دو طریق، با استفاده از رنگ مرئی و فلورسنت می‌توان انجام داد. بدین صورت که ابتدا سطح قطعه مورد نظر را تمیز و خشک می‌نماییم (سطح باید عاری از هرگونه شی خارجی مثل براده ها باشد تا مایع نافذ بخوبی داخل ترکها نفوذ نماید). سپس بوسیله مایع نافذ (penetrant) سطح مورد نظر را می پوشانیم که می توان این عمل را با اسپری نمودن نافذ و یا غوطه ور ساختن قطعه درون نافذ انجام داد. بر اثر خاصیت مویینگی نافذ به درون ترکها نفوذ می کند و برای اینکه از نفوذ آن اطمینان حاصل نماییم مدتی را صبر کرده (حدود ۳۰ دقیقه) و سپس ماده نافذ اضافی را از روی سطح پاک می‌کنیم. ظاهر کننده (Developer) که پودر سفید رنگی می‌باشد را روی سطح فوق اسپری می‌کنیم. ظاهر کننده باعث می‌شود مایع نافذ از ترکها بیرون کشیده شود و درنتیجه رنگ بر روی سطح پس می‌زند.

سپس بوسیله بازرسی چشمی تحت نور سفید(در صورت استفاده از رنگ مرئی) و یا نور ماورابنفش(در صورت استفاده از رنگ فلورسنتی) نشانه های رنگی ایجاد شده را مشاهده نموده و محل عیوب و ترکها مشخص می‌شود.

- **بازرسی سوزنها**

omoorepeyman.ir

سوزنها و تقاطعها تجهیزات ضروری برای انشعاب قطارها از یک خط به خط دیگر می‌باشند. این تجهیزات از اجزای بسیار مهم خطوط آهن بوده و مستقیماً به بهره‌برداری موثر و مطمئن حمل و نقل ریلی ارتباط دارد. سوزن یا دوراهی دستگاهی است که در محل تلاقی یا به هم رسیدن دو خط نصب می شود و عبارت است از دو تیغه سوزن و یک وزنه که به وسیله اهرمی تیغه‌های سوزن را بر روی صفحه زیر سوزن حرکت داده و به جدار ریل پهلویی متصل می‌سازد. مشخصات اجزاء سوزنهای مکانیکی به شرح زیر می‌باشد.

میله فرمان سوزن دستگاهی است که به منظور تغییر جهت دادن تیغه سوزن (به راست یا چپ) به کار می‌رود.

- تیغه سوزن از دو قطعه ریل تشکیل شده است که یک طرف دارای لبه تیزی است که هنگام حرکت میله فرمان کاملاً به ریل می‌چسبد و قسمت انتهای دیگر در روی صفحه‌های لغزنده داخل یک کشو حرکت می‌نماید.
- تکه مرکزی که در کارخانجات به صورت یک پارچه ریخته‌گری می‌شود.
- ریلهای هادی که در مجاورت تکه مرکزی در داخل خط قرار گرفته که انتهای طرفین آنها بداخل برگشته است.
- ریلهای پهلو ریلهایی هستند که مجاور تیغه‌های سوزن قرار داشته و هنگام تغییر محل دادن، تیغه‌ها به ریل پهلو چسبیده و جهت سوزن را به طرف راست و چپ مشخص می‌نماید.

- **دلایل معیوب گشتن سوزن**

در اغلب نقاط به واسطه برخی اتفاقات از قبیل سست بودن قرارگاه ریلهای سوزن با ادوات اتصال و یا به واسطه فشارهای نامرتب چرخهای آلات ناقله و یا مکانهای شیب دار و نقاطی که در آن قطارها اجباراً باید ترمز نمایند ریلهای سوزن از جای خود حرکت می‌کنند. برای حرکت خط اصول و قاعده مشخصی وجود ندارد زیرا ممکن است ریلها به تنهایی و یا به اتفاق مصالح دیگر روسازی مثل بالاست و تراورسها تواماً حرکت کنند. اغلب سوزن در اثر عوامل زیر معیوب می‌شود.

- فشار زیاد چرخ قطارها.
- ترمز نمودن وسایط نقلیه.
- اصطکاک چرخها.
- فشار وارد بر سر درزها.
- وزن مصالح روسازی در قسمتهایی که در شیب قرار دارد.
- حرکتهای عرضی وسایط نقلیه.
- خمیدگی ریلها بین تراورسها در اثر فشار چرخ.
- شل بودن آلات اتصالی و پیچ و مهره‌ها.

omoorepeyman.ir

- گشاد شدن بیش از حد فاصله درزهای ریل.

بر اثر نیروهای وارده از قطارهای عبوری از روی سوزنها به مرور در مشخصات هندسی و ساختمانی آنها معایبی بروز می‌کند. عدم کنترل و رفع این معایب موجب بروز حادثه و خروج از خط وسائط نقلیه ریلی در محل سوزن می‌شود. این معایب عبارتند از:

- ساییدگی بیش از حد زبانه که باعث افزایش عرض خط و همچنین شکستگی زبانه و نهایتاً موجب خروج از خط وسایط نقلیه بر روی سوزن می‌گردد. رفع این نقص فقط با تعویض زبانه ساییده یا شکسته امکان پذیر است.
- حرکت طولی (خزش) زبانه و پشت زبانه (به علت شل شدن پیچهای پابند) که با توجه به مورب بودن سطوح تراشیده شده آنها بر اثر ممان وارده از چرخ وسائط نقلیه به زبانه و پشت زبانه موجب ایجاد فاصله بین آنها و بروز سانحه خروج از خط خواهد شد. برای رفع این عیب باید ابتدا با شل کردن کلیه پابندها، زبانه و پشت زبانه را به محل اولیه انتقال داده وسپس پیچهای پابند را مجدداً محکم کرد.
- شل شدن انگشتیها و ادوات اتصال آنها و ناتوانی آنها در خنثی کردن نیروهای جانبی چرخ وسائط نقلیه خصوصاً در مسیر فرعی سوزن و در نتیجه اضافه شدن عرض خط. این نقص با محکم کردن پیچ و مهره‌های مربوطه قابل رفع است.
- اضافه شدن فاصله گارد ریلها (ریلهای هادی) با ریل کناری آنها براثر سائیدگی گارد ریل یا شل شدن پیچ و مهره سنگهای میاندار و در نتیجه افزایش امکان حرکات عرضی چرخ و محور وسائط نقلیه در هنگام عبور از روی دماغهٔ تکه مرکزی و نتیجتاً عبور چرخ از مسیر غلط دماغه. برای رفع این نقص چنانچه با محکم کردن پیچ و مهره های سنگهای میاندار مرتفع نگردد لازم است نسبت به تعویض گارد ریل ساییده شده اقدام نمود.
- خروج تراورس بلند دستگاه سوزن از حالت تراز و عدم زیرکوبی مطلوب آن که باعث ایجاد مشکل در حرکت سوزن و عدم چسبندگی زبانه به پشت زبانه شده و موجب ایجاد فاصله بین آنها می‌شود. این عیب با تراز کردن خط و تراورس و زیرکوبی آن قابل رفع است.
- شکستگی نوک تکه مرکزی سوزن بر اثر برخورد چرخ وسائط نقلیه با آن که برای حرکت وسائط نقلیه ایجاد خطر می‌نماید. برای مرمت این نقص از جوشکاری الکتریکی تکه مرکزی با رعایت شرایط لازم (نوع و ترکیبات الکترود، آمپرجوشکاری، تمیز کردن محل شکستگی) استفاده می‌شود. جوشکاری تکه مرکزی سوزنها معمولاً به صورت یکجا و سالیانه توسط گروه ویژه جوشکاری تکه مرکزی انجام می‌گیرد.

omoorepeyman.ir

در اکثر مواقع دیده شده قطارها هنگام ورود به ایستگاه غفلتاً ترمزهای شدیدی می‌زنند تا بتوانند سرعت خود را از حداکثر به حداقل برسانند. این ترمزهای شدید و سریع معایبی در ریلها به وجود می‌آورد که تقریباً با هزینه‌های زیاد جبران خواهد شد. حال اگر این ترمزها بر روی ریلهای سوزن به خصوص تیغه‌ها یا قسمتهای مهم خط (سوزن) که با قیمتی گران تهیه می‌شود وارد آید ترمیم آنها هزینه زیادی را دربر خواهد داشت که جبران ناپذیر است. معایبی که سوزنها دارند و از نقاط ضعف آنها به شمار می‌روند عبارتند از:

انحراف خط منشعب از خط اصلی که خود باعث برخورد می‌گردد.

در ابتدای دو راهی سطح مقطع ریل خیلی کوچکتر از مقطع عادی است در حالی که از ابتدای دوراهه ریل نیروی عرضی را تحمل می‌کند لذا در این حالت ریل در این قسمت استقامت لازم را نخواهد داشت.

اگر شعاع سوزن کوچک باشد، هر مرتبه که قطار می‌خواهد وارد خط منشعب شود، باید از سرعت آن کاسته شود که در نتیجه ساییدگی ریل و چرخ زیاد خواهد بود.

در قسمت درز اولیه سوزن و خط به علت ناهمگن بودن همیشه خط و سوزن در حال فرار بوده و در جای خود کاملاً مستقر نخواهد بود(که می بایستی مراقبت و نگهداری بیشتری در این قسمت شود).

بانداژ چرخهای قطارها ممکن است بر اثر ساییده شدن شکل قوسی خود را از دست بدهند. این مقدار ساییدگی برای قطارهای مسافری تا یک میلی‌متر و قطارهای باری تا سه میلی‌متر مجاز است. اگر ساییدگی بیش از این اندازه باشد چرخ ضربات اضافی به ریل زده که در اثر ضربات، معایبی در ریل به وجود خواهد آمد. عامل غیر عادی دیگری که بانداژ چرخ یا طوقه روی ریل به وجود می آورد نتیجه در جا زدن چرخ می‌باشد که هنگام در جا زدن روی ریل مخصوصاً قسمتهایی از سوزن که با سطح رولمان چرخ تماس مستقیم دارد و بسیار حساس می‌باشد حرارت ریل را در این نقطه بالا برده و در اثر بالا رفتن حرارت معایبی در سطح چرخش به وجود می‌آید. بر اثر این عمل و تکرار آن سطحی ترک دار در ریل ظاهر می‌شود. این ترکها منجر به ایجاد گودیهای موضعی در روی ریل می‌شود که آن را گراپود می گویند که این گودیها همانگونه که توضیح داده شد در ورودی و خروجی ایستگاه بیشتر خواهد بود.

به طور کلی با توجه به موارد یاد شده سوزنبانان بایستی به منظور حفظ و نگهداری هر چه بیشتر از سوزنها به وظایف محوله زیر عمل نمایند:

روغنکاری و نظافت قسمتهایی از صفحه لغزش و کلگی و محلهای حساس که برای درگیری تیغه ها تواماً در حرکت است.

در فصل سرما باید مرتب به سوزنها سرکشی و یخ موجود را از اطراف آنها دور نمود و پیوسته آن را برای ورود و خروج قطارها آماده نمایند . در صورتی که نقصی مشاهده شد که نتوانست آن را برطرف کند فوراً به مسولین ایستگاه و خط گزارش کند .

هنگام تعویض سوزن حتماً سعی و کنترل نماید که تیغه سوزن به ریل مجاور چسبیده باشد.

معایبی که در یک دستگاه سوزن اتفاق می‌افتد عبارتند از:

- افتادگی سر سوزن

omoorepeyman.ir

- افتادگی انتهای سوزن
- دیلم ابتدا و انتهای سوزن
- فرار تیغه
- فرار ریل پشت تیغه
- جابجا شدن خط بر اثر شل بودن پابندها
- شل بودن پیچهای انگشتانه
- پلیسه شدن ریل پشت تیغه
- اشکال در دستگاه مانور
- جا بجا شدن بوش تیغه سوزن
- افتادن وسایل اضافی بین تیغه و ریل پشت تیغه
- جابجا شدن پیچ بین تیغه و ریل پشت زبانه

۱ ـ ۵ـ ۱۴-نگهداری و تعمیر خطوط بدون بالاست

همانطور که قبلا بیان شد یکی از علل توسعه خطوط بدون بالاست و توجیه اقتصادی آن‌ها در محدوده‌های شهری، عدم نیاز به انجام عملیات نگهداری و تعمیر در حدی است که خطوط بالاستی در طول دوره عمر خود به آن نیاز خواهد داشت. اصطلاحاً به این خطوط، « بی‌نیاز از نگهداری و تعمیر[۱]» اطلاق می‌شود. البته در این نوع از خطوط نیز اجزایی وجود دارند که می‌توان آن‌ها را اجزای مصرفی نامید. ریل و بانداژ چرخ از جمله این ادوات محسوب می‌شوند که پس از مدت زمانی باید نسبت به تعویض یا ارتقای کیفیت آن‌ها اقدام نمود.

عملیات نگهداری، بهسازی و نوسازی قطعات مصرفی در خطوط بدون بالاست ارتباط مستقیم با دوره عمر اجزا، تجهیزات و تأسیسات خط ریلی دارد. معمولاً دوره بهربرداری از خطوط ریلی درون شهری (با توجه به استفاده از سیستم بدون بالاست) و در صورت اجرای دقیق کلیه جزئیات مربوط به سیستم انتخابی، بالغ بر ۵۰ سال خواهد بود. از این رو عملیات بهسازی در کسری از این زمان و با توجه به عمر مفید هر یک اجزای انتخابی و عملیات نوسازی در پایان دوره بهره‌برداری از خط صورت می‌گیرد.

امور پیمان
omoorepeyman.ir

۶- Maintenance Free

جدول ۷-۱ نوع و میزان عملیات نگهداری مورد نیاز قطعات مختلف در سیستمهای روسازی ریلی بدون بالاست

نام قطعه	نوع عملیات نگهداری مورد نیاز			ملاحظات
	نگهداری و تعمیر پیشگیرانه	نگهداری و تعمیر واکنشی	بهسازی و نوسازی	
ریل پاشنه‌دار	✓	✓	✓	در خطوط بدون بالاست، ریل و پابند، بالاترین هزینه نگهداری و تعمیر را به خود اختصاص می‌دهند. عمر مفید ریل، ۱۲ سال و عمر مفید پابند، ۷ سال فرض می‌شود.
پابند	✓	✓	✓	
دال بتنی و تراورس	✓	✓	✓	عمر مفید دال بتنی، ۵۰ سال فرض می‌شود و تراورس‌های مدفون در آن نیز، بخشی از دال محسوب می‌شوند.
درز ریل	✓	✓	✓	نگهداری پیشگیرانه درز ریل‌ها، عملیاتی چون سفت نمودن اتصالی‌ها، تنظیم تراز هندسی محل قرارگیری درز ریل و سنگ‌زنی پیشگیرانه را شامل می‌شود. نگهداری مناسب درز ریل‌ها، علاوه بر خط، بر آلات ناقله عبوری نیز تأثیرگذار می‌باشد. عمر مفید یک درز ریل در خط اصلی قطار شهری کم‌تر از ۵ سال فرض می‌شود.
جوش درز ریل	✓	✓	✓	نگهداری پیشگیرانه جوش درز ریل، بازرسی آلتراسونیک، جوشکاری ترمیمی و یا تقویتی می‌باشد. عمر مفید درز ریل جوشکاری شده به روش ترمیت، معادل عمر مفید ریل می‌باشد.
لایه ارتجاعی زیر دال بتنی			✓	با توجه به این که این لایه‌ها در زیر بتن دال مدفون می‌شوند، نیازی به عملیات نگهداری ندارند. عمر مفید این لایه‌ها باید حداقل برابر عمر مفید دال بتنی باشد.
داکت‌های بتنی پیش‌ساخته		✓	✓	داکت‌های پیش‌ساخته بتنی باید در فواصل زمانی مشخص تمیز شده و کابل‌های قدرت درون آن‌ها بازدید شود.

omoorepeyman.ir

زهکش‌های طولی خط	✓			زهکشی‌های طولی خط که به صورت درجا اجرا می‌گردند، نیاز به تمیز شدن از اجسام خارجی در دوره‌های زمانی مشخص دارند. عمر مفید این زهکش‌ها مشابه دال بتنی می‌باشد.

با توجه به مرور انواع خرابی های روی داده در اجزای روسازی مشترک با خطوط بالاستی در ادامه به تشریح خرابی های دال بتنی پرداخته می شود:

۱ ـ ۵ـ ۱۵-عیوب تکنولوژیکی بتن دال

عیوبی تکنولوژیکی بتن عبارتند از: خوردگی فولاد به کار رفته، سایش و فرسایش عین تغییر شکل‌های حرارتی، سخت‌شدگی بتن، پوکی و ایجاد حفره‌های دورن بتن و ... توجه خاص به عدم ایجاد عیوب ذکر شده بیشتر باید در مرحله طرح اختلاط بتن و اجرای آن باشد بنابراین در ادامه به بررسی عوامل ایجادکننده و راهکارهای مقابله با آن پرداخته خواهد شد.

عوامل ایجاد عیوب در سازه‌های بتنی را می‌توان به دو دسته عیوب داخلی و خارجی مطابق جدول ۱ـــ۸) تقسیم‌بندی نمود.

جدول ۱ـــ۸دلائل خرابی سریع سازه‌های بتنی

عوامل موثر			تاثیر بر بتن
عوامل خارجی		درجه حرارت بالا، کاهش و افزایش متناوب میزان رطوبت	- کاهش قابلیت کاربرد بتن به هنگام بتن‌ریزی - ترک ناشی از جمع‌شدگی در اثر خشک شدن - نفوذ سریع یون‌های خورنده حاصل از کلرها، سولفات‌ها و اسیدکربنیک‌ها و ... - آغاز سریع خوردگی و افزایش سرعت آن
		آب موجود در اطراف بتن، آب زیرزمینی، آب دریا و آب‌های نرم	- آغاز خوردگی توسط یون کلر - خرابی سطح بعلت رسوب نمک‌های منبسط شده - شسته شدن عمقی بتن بوسیله آب‌های نرم در نواحی گرم و مرطوب
عوامل داخلی	انتخاب مصالح	سیمان پرتلنه ضدسولفات	- مقاومت کم در قبال نفوذ یون کلر
		من و ماسه متخلخل	- کاهش قابلیت کاربرد بتن هنگام بتن‌ریزی - نفوذ بیشتر یون‌های خورنده - افزایش میزان جمع‌شدگی در اثر خشک شدن و خزش بتن - پایداری شکل کم در اثر خرابی سریع سطح بتن ناشی از رسوب نمک‌ها

omoorepeyman.ir

عوامل موثر			تاثیر بر بتن
		مصالح سنگی غبارآلود	- افزایش مقدار آب مورد نیاز که نتیجه آن عبارتست از: افزایش میزان جمع‌شدگی در اثر خشک شدن، افزایش میزان خزش، پایین بودن مقاومت در نفوذپذیری بالا
		شن و ماسه حاوی کلر و سولفات	- آغاز خوردگی در اثر یون کلر - خرابی سطوح در اثر رسوب نمک‌های منبسط‌شونده
		شن و ماسه تبرگوشه و یکنواخت	- از دست دادن شیره بتن - جمع شدن در اثر خشک شدن (پلاستیکی) - نیاز به آب فراوان که نتیجه آن تخلخل بیشتر بتن است.
		مصالح سنگی حساس در قابل قلیایی‌ها	- ترک و طبله کردن و در نتیجه کاهش پوشش موثر فولاد
	خطاهای اجرایی	انبار کردن ناهیچ مصالح	- چنانچه فولاد قبل از مصرف در مرض رسوب املاح قرار گیرد پس از جاگذاری آن در بتن علاوه بر خورده شدن فولاد، املاح خود را بسطح بتن رسانده موجب بروز خرابی می‌شود.
		تراکم نامناسب	- وجود حفره‌ها و فضاهای خالی که موجب نفوذ سریعتر عوامل خرنده می‌گردد.
		عمل‌آوری نامناسب	- نفوذپذیری بالا - عمل آوردن با آب حاوی املاح که خود موجب نفوذ سریع یون کلر می‌گردد.
		مسائل دیگر مانند خرابکاری در ساخت بتن	

۱ ـ ۵ـ ۱۶-تاثیر عوامل محیطی بر خرابی بتن

- تاثیر حرارت بر روند خرابی بتن سخت‌شده

بالا بودن قابل توجه درجه حرارت بویژه در نواحی گرمسیر، موجب ایجاد شدت در خوردگی بتن و فولاد می‌باشد. نفوذ عوامل خورنده از قبیل یون کلر، گاز دی‌اکسیدکربن، یون‌های منیزیم و یون‌های سولفات در مناطق گرمسیر با سرعت بیشتری صورت می‌پذیرد.

omoorepeyman.ir

از نقطه‌نظر خوردگی بتن در اثر نمک‌های مضاعفی نظیر Ettringite و Thaumasite آسیب‌پذیری در درجه حرارت‌های بالاتر کمتر است و خوردگی بعلت عدم انبساط نمک‌های سولفات ممکن است اصلاً بروز ننمایند. توجیه این امر از این قرار است که میزان حلالیت هیدروکسیدکلسیم در درجه حرارت بالا کمتر است، در حالیکه در مورد سولفات کلسیم، Ettringite و یا دیگر نمک‌های مضاعف، با بالا رفتن درجه حرارت حلالیت افزایش می‌یابد.

گرچه این نوع انبساط سولفاتی در مناطق گرمسیر از اهمیت کمتری برخودار است، استفاده از سیمان پرتلند ضدسولفات در این مناطق فزونی یافته است. این سیمان به شکلی است که مانع از تشکیل Ettringite می‌شود. متاسفانه سیمان پرتلند ضدسولفات مقاومت کمی در قبال حمل یون کلر دارد. بنابراین استفاده از این نوع سیمان در مناطق گرمسیر نمی‌تواند راه‌حل موثری تلقی شود. از آنجا که اطلاعات کافی در مورد تاثیر درجه حرارت بر دیگر عوامل مخرب در دست نیست، می‌توان فرض نمود که تحول خرابی و انهدام بتن با بالا رفتن درجه حرارت محیط تسریع می‌شود.

- تاثیر رطوبت بر روند خرابی بتن سخت‌شده

رطوبت بتن از عوامل مهمی است که از جنبه‌های فیزیکی و مکانیکی بر پایایی بتن اثر می‌گذارد. تقریباً تمام عوامل مخرب به منظور ورود در فعل و انفعالات تخریبی به آب احتیاج دارند. اهمیت نسبت آب به سیمان عمل‌آوری بتن از جمله مسائلی است که بر هیچ یک از متخصصین فن پوشیده نیست. لیکن وجود آب در خلل و فرج بتن عاملی است برای شکل‌گیری فعل و انفعالات شیمیایی مخرب. بتن سعی دارد به لحاظ میزان رطوبت با محیط اطراف خود به تعادل برسد. حصول تعادل بکندی صورت می‌گیرد، از این رو تغییرات روزانه رطوبت بتن قابل ملاحظه نیست. به هنگام رویارویی با آب مثلاً به هنگام بارندگی جسم بتن به سرعت خیس می‌شود. لیکن خشک شدن آن به کندی صورت گرفته و مستلزم زمان بیشتری خواهد بود و این امر امکان انجام فعل و انفعالات شیمیایی برای زمان بیشتری را فراهم می‌سازد.

رطوبت علاوه با اینکه موجب خوردگی بتن می‌شود، فولاد را نیز تحت تاثیرات مخرب قرار می‌دهد. حتی اگر فولاد بعلت تشکیل کربنات‌ها، پتانسیل خوردگی را نیز داشته باشد در صورتی که درصد رطوبت کم باشد، این عمل اتفاق نمی‌افتد، زیرا مقاومت الکتریکی بتن بسیار زیاد است. با این شرایط می‌توان بطور کلی عنوان نمود که: درصد رطوبت بالای محیط، شرایط مساعدی را برای بروز خوردگی فراهم می‌سازد.

- آب احاطه‌کننده اطراف

در اثر عدم وجود سیستم زهکشی مناسب و با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه سطح آب زیرزمینی بالاست می‌توان احاطه آب بر بتن را متصور شد. به دلیل وجود املاح گوناگون در آب، این املاح می‌توانند موجب بروز خرابی سطوح خارجی بتن در تراز سطح زمین گردند، و چنانچه کلر بین این املاح وجود داشته باشد ممکن است خوردگی فولاد آغاز شود. بطور کلی به منظور جلوگیری از این پدیده توصیه می‌شود در ساخت خط بدون بالاست به دلیل آنکه در درون زمین قرار می‌گیرد، در لایه‌های غیرقابل نفوذ (نظیر پوشش‌های پلاستیکی یا قیراندود) پوشانیده شود.

omoorepeyman.ir

در مناطق مجاور دریا همانند این پروژه سطح بتن تحت تاثیر مخرب یون‌های خورنده در آب و خاک می‌باشد که در اثر این خورده شدن آهک، حفره‌هایی در سطح بتن ظاهر می‌شود. در مورد بتن متراکم که خوب عمل آورده شده باشد این تاثیر سطحی و محدود می‌باشد علاوه بر این استفاده از سیمان سرباره‌ای به دلیل آنکه آهک کمتری داشته و خمیر سخت‌تری دارد، مقاومت بیشتری در مقابل حملات فوق از خود نشان می‌دهد.

- اثر گرد و خاک محیط در فرسایش، سائیدگی بتن

به دلیل اجرای نامناسب و در معرض هوای آزاد نگه داشتن سطح بتن، گرد و خاک موجود در منطقه می‌تواند موجب سائیدگی بتن شود. نتیجه این امر تا حدود زیادی با سمباده کاری ماسه‌ای (Sand Blas Ting) قابل مقایسه است. به نظر نمی‌رسد این امر بطور مشخص بر دوام بتن آسیبی وارد نماید، اما از آنجائیکه این گرد و غبار حاوی املاح خورنده است، خوردگی بتن در نقاطی رخ می‌دهد که انتظار نمی‌رود. علاوه بر این در محل اتصال دو اسلب رسوب گرد و خاک ممکن است آزادی حرکت قطعه بتنی را سلب نماید که در نتیجه آن تنش‌های ناشی از تغییر شکل‌های پیش‌بینی نشده موجب خرابی می‌شود.

- تاثیر نوع سیمان بر پایایی بتن

مسائل اساسی مرتبط با پایایی بتن که به نوع سیمان مربوط می‌شود عبارتند از:

- خوردگی فولاد به بواسطه نفوذ یون کلر
- حمله سولفات‌ها
- اثر متقابل مواد قلیایی موجود در سیمان و مصالح سنگی
- تغییر شکل‌های حرارتی ضمن سخت شدن بتن

مسائلی که کمتر تحت تاثیر نوع سیمان هستند عبارتند از:

- زمان گیرش
- جمع شدن پلاستیکی و جمع شدن در اثر خشک شدن
- ریختن و متراکم ساختن بتن تازه
- تاثیر حرارت اعم از تغییرات فصلی و تغییرات شبانه‌روزی

به دلیل اهمیت نوع سیمان انتخابی بر طرح عوامل فوق‌الذکر در ادامه ارائه می‌شود.

- خوردگی فولاد بواسطه نفوذ یون کلر

غالباً خرابی سازه‌های بتن مسلح در نواحی گرمسیر بواسطه نفوذ یون کلر خوردگی فولاد رخ می‌دهد. سطح بتن با توجه به هوای مرطوب منطقه و در اثر وزش باد یا تابش خورشید فقط تا عمق چند میلی‌متر خشک می‌شود، بنابراین قبل از اینکه نفوذ یون کلر به جسم بتن از طریق لوله‌های موئین صورت پذیرد، از طریق ذرات آب موجود در جسم آن رخ می‌دهد از این رو باید گفت مسئله نفوذ یون کلر بسرعت انتشار آن در خمیر سخت شده آن بستگی دارد. به این ترتیب با افزایش سرباره در خمیر سیمان سخت شده میزان انتشار یون کلر به شکل قابل توجهی کاهش می‌یابد. این در حالی است که در سیمان پرتلند ضدسولفات سرعت انتشار یون مخرب کلر به میزان قابل توجهی بیشتر از سیمان پرتلند معمولی است.

omoorepeyman.ir

بنابراین می‌توان برای کاهش میزان خوردگی در اثر نفوذ یون کلر مطابق بررسی‌های انجام شده توسط "نیل" نتیجه‌گیری نمود که در مناطق گرم و مرطوب، استفاده از سیمان سرباره‌ای مقاومت بیشتری را در مقابل نفوذ یون کلر ایجاد می‌کند.
در جدول (۱-۹)تاثیر نوع سیمان بر سرعت نفوذ یون کلر نشان داده شده است.

جدول ۱-۹تاثیر نوع سیمان بر سرعت نفوذ یون کلر

نوع بتن	شرح	پس از ۳ ماه	پس از ۶ ماه	پس از ۹ ماه	پس از ۱۲ ماه	پس از ۱۵ ماه
سیمان سرباره+ شن و ماسه خاورمیانه	نفوذ یون کلر	میلی‌متر	۱۳ میلی‌متر	۱۵ میلی‌متر	۲۰ میلی‌متر	۳۰-۲۰ میلی‌متر
	خورندگی	–	–	–	–	–
سیمان ضدسولفات+ شن و ماسه خاورمیانه	نفوذ یون کلر	کامل	کامل	کامل	کامل	کامل
	خورندگی	لکه‌های نمک	آثاری از خوردگی	خوردگی متوسط و در بعضی نقاط عمیق		

- حمله سولفات‌ها

تاثیر سولفات‌ها بر بتن ساخته شده با سیمان پرتلند معمولی و سیمان پرتلند سرباره‌ای ناشی از فعل و انفعالاتی است که بین تری‌کلسیم آلومینات و سولفات صورت می‌گیرد. این فعل و انفعالات منجر به تشکیل کلسیم سولفوآلومینات می‌شود که از نمک‌های مضاعف اسید آلومینیک بوده و بدان Ettringite نیز اطلاق می‌شود. تشکیل این نمک مضاعف حجیم که در ساختار آن مقدار زیادی آب وجود دارد، دلیل ترک و انهدام بتن می‌باشد. همانطور که قبلاً نیز ذکر شده انبساط ناشی از وجود سولفات‌ها در مناطق گرمسیر در درجه دوم اهمیت قرار دارد.
در سیمان پرتلند ضدسولفات مقاومت در مقابل تهاجم سولفات‌ها بر مبنایی کاملاً متفاوت با سیمان پرتلند سرباره قرار دارد. سیمان ضدسولفات مقاومت خود را از تقلیل مقدار تری‌کلسیم آلومینات (C3A) بدست می‌آورد. وقتی مقدار C3A موجود در سیمان کم است مواد حاصل از جذب آب سیمان که نسبت به سولفات‌ها حساسند، شکل می‌گیرند، ولی قادر به ترکیب با سولفات‌ها و تشکیل کلسیم سولفوآلومینات نیستند.
سیمان پرتلند سرباه عملاً سیمان مقاوم در برابر سولفات‌ها است و درصد کمتری تری‌کلسیم آلومینات، دارد. لیکن نسبت مقاومت سیمان سرباره متناسب با میزان سرباره آن می‌باشد.

- تغییر شکل‌های حرارتی

omoorepeyman.ir

حرارت ناشی از جذب آب سیمان به هنگام گیرش ریخت شدن موجب نوعی تغییر شکل حرارتی می‌شود. هرقدر درجه حرارت از لبه بتن تازه بالاتر باشد، گرمای حاصل از جذب آب سیمان زودتر رها می‌شود. این امر موجب اختلاف فاحش درجه حرارت بین بتن با سن کم و محیط اطراف می‌شود. این تاثیر در کنار اختلاف فاحش درجه حرارت شب و روز تشدید می‌شود. اختلاف درجه حرارت، به کمک عایق‌بندی حرارتی قالب‌ها و کاهش درجه حرارت حاصل از فعل و انفعالات شیمیایی آب و سیمان می‌تواند محدود شود. حداکثر درجه حرارت بتن به هنگام سخت شدن با کاهش درجه حرارت بتن تازه یا خنک کردن بتن در هنگام سخت شدن قابل کنترل است. این امر با انتخاب مناسب نوع و معیار سیمان میسر خواهد بود. از جمیع ملاحظات مطرح شده در این بخش چنین نتیجه می‌شود که جذب آب سیمان سرباره حرارت کمتری را آزاد می‌سازد و نهایتاً اختلاف درجه حرارت کمتری را موجب می‌شود. از این رو به سیمان سرباره، سیمان کم حرارت نیز گفته می‌شود.

- عیوب هندسی و تعیین شاخص کیفیت خط

کلیه نواقص و عیوب موجود در راه‌آهن بدون شک عامل بوجود آورنده عیوب هندسی می‌باشند، عیوب هندسی زمانی بوجود می‌آیند که یکی یا بیشتر از پارامترهای هندسی خط از حدود مشخص شده در آئین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب، خارج شوند. به همین لحاظ در این بخش با استفاده از جدول ۱—۱۰) حدود مجاز تعمیر و نگهداری خط مشخص می‌شود.

جدول ۱—۱۰ حدود مجاز تعمیر و نگهداری خط

پارامترهای هندسی	عرض خط mm	تراز عرضی mm	تراز طولی mm/10m	راستا mm	پیچش mm/25m
حدود مجاز	+۳ −۱	۲	۶	۲	۲

با توجه به حساسیت زیاد خطوط بدون بالاست در برابر نشست‌های غیریکنواخت بخصوص وقتی‌که از این روسازیها روی خاکریز استفاده شود، باید کنترل بیشتری در این مورد انجام گیرد. اصولاً نشست کل خط حاصل جمع نشست ترافیکی، نشست حاصل از تحکیم خاکریز و نشست زیرلایه‌ها می‌باشد. نشست خاکریز تاحدی قابل قبول است که بتوان آنرا با استفاده از سیستم پابند ریل با روش‌های دیگر تصحیح کرد.

علاوه بر کنترل رواداریهای مجاز، با استفاده از نتایج ماشین اندازه‌گیر می بایست به تعیین شاخص کیفیت خط با استفاده از روشهای موجود اقدام شده و سپس از آن برای کنترل کیفیت کار اجرا شده، استفاده خواهد کرد.

راه‌آهن‌های مختلف شاخص‌های مختلفی را برای ارزیابی وضعیت خط بکار می‌برند که از آن جمله می‌توان به CTR، استفاده از انحراف معیار، ترکیب انحراف معیار، طیف قدرت و روش ترکیب خرابیها اشاره کرد. در ادامه، روشهای مربوط به تعیین شاخص کیفیت خط ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

پارامترهای هندسی خط از عوامل مؤثر بر میزان راحتی و سطح ایمنی خط است. مشخصات هندسی خط در واقعیت تطابق کاملی با مقدار تئوری ندارند. مقدار انحراف مشخصات هندسی از مقدار واقعی در سطوح مختلف نگهداری خط باید محدود شده و کنترل شود. برای کنترل مشخصات هندسی در دوره نگهداری خط، پارامترهای هندسی خط به روشهای مختلف اندازه گیری شده و مورد تحلیل قرار می‌گیرند. امروزه عمدتاً این اندازه گیریها با استفاده از ماشین اندازه گیر خط انجام می‌شود. در این پیوست، روشهای مختلف تحلیل مقادیر اندازه‌گیری شده توسط ماشین اندازه گیر بررسی شده و در یک مطالعه موردی برای یک نمونه، تحلیلها انجام و با یکدیگر مقایسه شده است. روشهای تحلیل ارائه شده عمدتاً بر مبنای اطلاعات گسسته استوارند.

۱ ـ ۵ـ ۱۷-پارامترهای هندسی خط

پارامترهای هندسی خط معرف موقعیت قرارگیری ریلها در فضا هستند. با توجه به اینکه هر خط ریلی از دو ریل تشکیل شده و هر ریل در فضا امکان حرکت در دو جهت (قائم و افقی) را دارد، لذا با چهار پارامتر هندسی مستقل می‌توان مختصات قرارگیری ریلها را تعیین کرد. با توجه به اینکه چهار مختصات فوق باید به صورت مطلق اندازه گیری شوند و این امر به سادگی امکان‌پذیر نیست، معمولاً مشخصات هندسی خط با هفت پارامتر زیر معرفی می‌شود:

- افتادگی ریل چپ و راست
- انحراف افقی ریل چپ و راست
- عرض خط
- دور
- پیچش

اندازه گیری پارامترهای فوق عمدتاً با دو روش اندازه‌گیری مطلق و انحراف از وسط وتر انجام می‌شود. پارامترهای عرض خط، دور و پیچش به صورت مطلق اندازه‌گیری شده و پارامترهای افتادگی و انحراف افقی با استفاده از روش انحراف از وسط وتر اندازه‌گیری می‌شود. البته امروزه استفاده از انحراف از وتر نامتقارن نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. عمده پارامتر مهم در اندازه‌گیری به روش انحراف از وتر، طول وتر اندازه‌گیری شده است که در تعیین مقادیر مجاز انحراف مؤثر است. با در نظر گرفتن طول وتر، روش تحلیل تفاوت چندانی نمی‌کند.

اندازه‌گیری مشخصات هندسی می‌تواند به روش دستی یا با استفاده از ماشین انجام شود. البته امروزه راه‌آهنها عمدتاً از ماشینهای اندازه‌گیر استفاده می‌کنند. با توجه به روش اندازه‌گیری، نتایج به صورت پیوسته (آنالوگ) یا گسسته (دیجیتال) برای تحلیل جمع‌آوری می‌شود. در صورتی که اندازه‌گیری‌ها به صورت پیوسته باشد، برای انجام تحلیل باید ابتدا به اطلاعات گسسته تبدیل شود.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۵ـ ۱۸-روشهای تحلیل مشخصات هندسی

در تحلیل اطلاعات اندازه‌گیری شده برای پارامترهای هندسی، با تعدادی اعداد تصادفی مواجه هستیم. روشهای مورد استفاده برای تحلیل عمدتاً بر مبنای تحلیل عددی اطلاعات تصادفی استوارند. در یک تقسیم بندی کلی، می‌توان روشهای تحلیل رایج را به چهار دسته زیر تقسیم بندی کرد:

- روشهای تجربی (EM)
- تحلیل آماری (SA)
- تحلیل طیفی (SPA)
- تحلیل جزئی (FA)

در ادامه به بررسی هر یک از این روشها خواهیم پرداخت:

- روشهای تجربی

روشهای تجربی عمدتاً بر تجربیات راه‌آهنهای مختلف استوار است. در این روشها سعی شده است تا به نحوی وضعیت هندسی خط به صورت کمّی بیان شود. این روشها بسیار ساده بوده و عمدتاً با محاسبات دستی قابل انجام است. از آنجا که در این روشها تحلیل اطلاعات و تعیین شاخص در یک مرحله انجام می‌شود، شرح روشهای تجربی در قسمت تعیین شاخص هندسی بیان شده است.

- روشهای آماری

با توجه به اینکه تحلیل پارامترهای هندسی شامل تحلیل عددی یک سلسله اطلاعات تصادفی است، تعیین خصوصیات آماری این اطلاعات می‌تواند مفید باشد. عمده پارامترهایی که در تحلیل آماری تعیین می‌شوند عبارتند از :

- مقدار میانگین
- انحراف معیار
- مقادیر حداکثر و حداقل مطلق

مقدار میانگین به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\overline{X_m} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Xi : مقادیر اندازه گیری شده

n : تعداد نقاط اندازه‌گیری شده

برای محاسبه انحراف معیار می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(\bar{x} - x_i)^2}{n}}$$

omoorepeyman.ir

$\bar{x}$: میانگین مقادیر را نمایش می دهد.

انجام تحلیل آماری مستلزم گسسته بودن اطلاعات است. استفاده از مقادیر مطلق خرابی نیز می‌تواند در تحلیل بکار رود. به عنوان مثال راه‌آهن ژاپن از نسبت خرابیهای مطلق به کل خرابیها استفاده می‌کند و راه‌آهنهای هلند (NS) و انگلستان (BR) از انحراف معیار استفاده می‌کنند. راه‌آهن فرانسه (SNCF) از مقایسه انحراف معیار با میانگین مطلق پارامترها استفاده می‌کند. از مزایای عمده تحلیل آماری، سادگی آن و راحتی محاسبات است، ولی در این روش اطلاعاتی در مورد مشکل خرابی و یا نحوه وابستگی اطلاعات به یکدیگر به دست نمی‌آید.

- تحلیل طیفی

در این روش سعی می‌شود تا نحوه وابستگی اطلاعات به یکدیگر مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور با استفاده از روش تحلیل طیفی برای اطلاعات گسسته، تابع چگالی طیف قدرت محاسبه می‌شود. در این روش اطلاعات باید به صورت گسسته باشد. ابتدا با استفاده از تبدیل سریع فوریه (F.F.T)، ضرایب فوریه محاسبه شده و با استفاده از آن، تابع خود همبستگی اطلاعات محاسبه می‌شود. سپس با تبدیل معکوس فوریه تابع چگالی طیف قدرت محاسبه می‌شود. این تابع به صورت زیر خواهد بود:

$$G(f) = Af^{-n}$$

A و n : ضرایب ثابت

F : فرکانس خرابی

با رسم منحنی چگالی طیف قدرت می‌توان فرکانس غالب خرابیها را تعیین کرد. با توجـه به نوع پارامتر و فرکانس غالب می‌توان نوع خرابی را تعیین نمود.

- تحلیل جزئی

در این روش سعی می‌شود مقدار نامنظمی پارامترهای هندسی به صورت کمـی بیان شود. برای این منظور با استفاده از تحلیل جزئی پارامتر اندازه جزء تعیین می‌شود. برای تعیین اندازه جزء روشهای مختلفی وجود دارد برای تحلیل پارامترهای هندسی می‌توان از روش تقسیم کننده استفاده کرد. در این روش اندازه کل از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$L(\lambda) = n\lambda^{1-D_R}$$

L : اندازه کل

λ : اندازه طول واحد

n : تعداد طول واحد

DR : اندازه جزء

در صورتیکه رابطه فوق در دستگاه لگاریتمی رسم شود، اندازه جزء را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$D_R = 1 - m$$

m : شیب منحنی در دستگاه مختصات لگاریتمی

omoorepeyman.ir

تحقیقات انجام شده نشان داده اند که منحنی تحلیل جزئی پارامتر افتادگی خط به صورت دو خطی بوده و دو اندازه جزء مرتبه اول و دوم (DR1, DR2) وجود دارد.

۱ ـ ۵ـ ۱۹-شاخص کیفیت هندسی خط

شاخص کیفیت[۱] (TQI) عددی است که برای تعیین وضعیت خط بکار می‌رود و قادر است اندازه سطح سرویس دهی خط را بیان کند. با توجه به اینکه سازه خط ریلی از اجزاء متعددی تشکیل شده است و وضعیت تمام این اجزاء در کیفیت خط موثر است، معمولاً شاخص کیفیت هر یک از اجزاء به صورت جداگانه محاسبه شده و سپس با ترکیب با یکدیگر، شاخص کل تعیین می‌شود.

در صورتیکه شاخص کیفیت در دوره‌های مشخص بهره‌برداری اندازه‌گیری شود، با رسم نمودار شاخص کیفیت به صورت تابعی از تناژ عبوری می‌توان تابع زوال تجربی هر شاخص را تعیین نمود. این تابع اهمیت بسیار زیادی در مدیریت نگهداری و تعمیر روسازی دارد. در ادامه روشهای مختلف تعیین شاخص هندسی بررسی شده است.

- ضریب ترکیبی کیفیت خط (STQC)

این روش مبتنی بر تحلیل آماری بوده و با وزن دهی به انحراف معیار پارامترهای مختلف تعیین می‌شود. این ضریب از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$J = \frac{S_Z + S_Y + S_W + 0.5S_e}{3.5}$$

J : شاخص پارامترهای هندسی

SZ : انحراف معیار افتادگی ریل چپ و راست

SY : انحراف معیار انحراف افقی ریل چپ و راست

SW : ا اف ر

Se : انحراف معیار عرض خط

راه‌آهن لهستان از این شاخص استفاده می‌کند و برای نگهداری خطوط، J را به مقادیر جدول ۱—۱۱) محدود می‌نماید.

جدول ۱—۱۱ مقادیر مجاز پارامتر J برای سرعتهای مختلف

سرعت (km/h)	۳۰	۹۰	۱۶۰
J (mm)	۱۲۰	۶/۶	۲/۰

ضریب خرابی(DC)

ضریب خرابی برای تحلیل اطلاعات پیوسته بکار می‌رود و با استفاده از گراف ماشین اندازه گیر تعیین می‌شود. مقدار این ضریب از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

[۱] Track Quality Index

omoorepeyman.ir

$$w_5 = 1-(1-w_e)(1-w_g)(1-w_w)(1-w_2)(1-w_y)$$

که در آن:

We : خرابی مربوط به عرض خط

Wg : خرابی مربوط به دور

Ww : خرابی مربوط به پیچش

Wz, Wy : میانگین خرابیهای قائم و افقی ریلهای چپ و راست

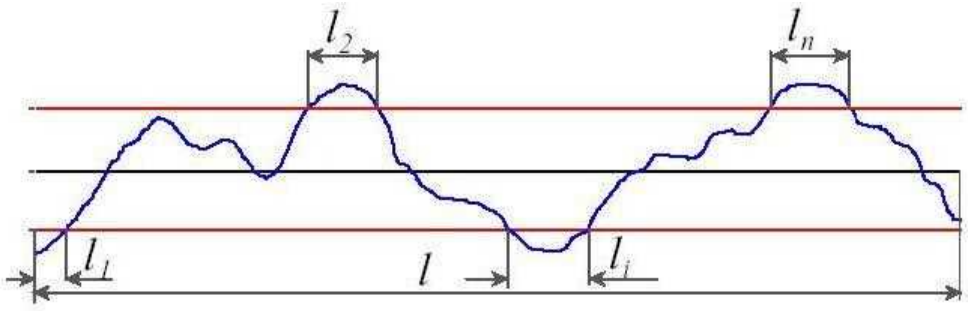
مقدار خرابی هر پارامتر (w) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$w = \frac{\sum L_i}{L}$$

که در آن:

L : طول کل مسیر

Li : طول قسمتی که از مقدار مجاز فراتر رفته است را مطابقشکل ۱—۲) نمایش می دهند.



شکل ۱—۲ نحوه تعیین پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه شاخص

راه‌آهن اتریش این روش را برای بررسی کیفیت هندسی خط بکار برده و برای طبقه‌بندی خط از (جدول ۱—۱۲) استفاده می‌کند.

جدول ۱—۱۲طبقه بندی بر اساس W5

$W_5 <$ ۰/۱	۰/۱ $< W_5 <$ ۰/۲	۰/۲ $< W_5 <$ ۰/۶	$W_5 >$ ۰/۵
خطوط تازه تاسیس	**خط در شرایط خوب**	**خط در شرایط مناسب**	**خط در شرایط نامناسب**

- ثبت شرایط خط (CTR)

این روش مبتنی بر مقادیر حداکثر و حداقل خرابی بوده و با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$$CTR = 100 - (U + G + Y + A)$$

CTR : شاخص هندسی

omoorepeyman.ir

U : تعداد انحرافهای بیش از ۶ میلیمتر قائم ریل در هر کیلومتر

G : تعداد انحرافهای بیش از ۳ میلیمتر دور در هر کیلومتر

T : تعداد انحرافهای بیش از ۵ میلیمتر پیچش در هر کیلومتر

A : تعداد انحرافهای بیش از ۵ میلیمتر افقی ریل در هر کیلومتر

راه‌آهن هندوستان این روش را برای بررسی کیفیت هندسی خط بکار برده و برای طبقه‌بندی خط از جدول ۱—۱۳) استفاده می‌کند:

جدول ۱—۱۳ طبقه بندی خطوط براساس CTR

$CTR < ۵۰$	$< CTR < ۶۰$ ۵۰	$< CTR < ۷۰$ ۶۰	$< CTR < ۸۰$ ۷۰	$۸۰ < CTR$
ضعیف	**متوسط**	**خوب**	**خیلی خوب**	**عالی**

با توجه به نقاط ضعف این روش و همچنین عدم حساسیتهایی که این روش به برخی پارامترها دارد، راه‌آهن هندوستان در حال حاضر از روش CTR اصلاح شده استفاده می‌کند. در این روش که مبتنی به تحلیل آماری است، برای ترکیب پارامترهای مختلف از میانگین وزنی استفاده می‌شود. این روش به عنوان شاخص هندسی خط[۱] (TGI) شناخته شد. از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$TGI = \frac{2UI + IT + 6AI + GI}{10}$$

TI : شاخص پیچش

GI : شاخص عرض خط

AI : شاخص انحراف افقی

UI : شاخص افتادگی قائم

مقدار این شاخصها از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$GI = 100 - \frac{SD_m - SD_N}{SD_u - SD_N}$$

GI : شاخص هندسی

SDm : مقدار انحراف معیار برای پارامتر اندازه گیری شده

SDN : مقدار انحراف معیار برای خط تازه تاسیس

SDu : مقدار انحراف معیار برای خط در آستانه تعمیر و نگهداری

مقادیر SDn و SDu از(جدول ۱—۱۴) تعیین می‌شود.

[۱] -Track Geometry Index

omoorepeyman.ir

جدول ۱۴ـ مقدار انحراف معیارها برای خط در محاسبه TGI

شاخص	خط تازه تاسیس	خط در آستانه تعمیر و نگهداری	
		<۱۰۵ (km/n) سرعت	>۱۰۵ (km/h) سرعت
U	۲/۵۰	۷/۲۰	۶/۲۰
T	۱/۷۵	۴/۲۰	۳/۸۰
G	۱/۰۰	۴/۶۰	۳/۶۰
A	۱/۵۰	۳/۰۰	۳/۰۰

راه‌آهن هندوستان برای ارزیابی خط بر اساس TGI از جدول ۱ـ۱۵) استفاده می‌کند:

جدول ۱۵ـ طبقه بندی خط با استفاده از شاخص TGI

$TGI > ۸۰$	$۵۰ < TGI < ۸۰$	$۳۶ < TGI < ۵۰$	$TGI < ۳۶$
عالی	خوب	متوسط	ضعیف

شاخص کیفیت بر اساس هر یک از روشهای فوق باید برای قطعات یک کیلومتری خط محاسبه شود.

۱ ـ ۵ـ ۲۰-ابزار و ماشین‌آلات نگهداری و تعمیر

از مجموعه ماشین‌آلاتی که در امر نگهداری و تعمیر خطوط ریلی بدون بالاست به کار می‌روند، می‌توان به ماشین اندازه‌گیر خط اشاره نمود. برداشت مکانیزه معایب و خرابی‌های هندسی و سازه‌ای خط عمدتاً توسط ماشین خاصی به نام ماشین اندازه‌گیر خط صورت می‌گیرد. انواع مختلفی از این ماشین تاکنون ابداع و ساخته شده است که ضمن ارائه پارامترهای مشترک به عنوان خروجی، از تفاوت‌های جزیی در عملکرد و نحوه برداشت پارامترهای هندسی برخوردار است. در (جدول ۱ـ۱۶)تعدادی از ماشین‌های اندازه‌گیر خط به همراه مشخصات فنی هر یک آورده شده است.

تنها نکته‌ای که ذکر آن در این جا ضروری به نظر می‌رسد، آن است که به منظور تحویل‌گیری عملیات اجرایی، کنترل دوره‌ای تراز هندسی مسیر، وضعیت جوش‌ها و سایر اجزای خط همچون ریل‌ها، انشعابات و کراس‌اُورها، وجود حداقل یک دستگاه از این ماشین در هر خط قطار شهری، الزامی است.

omoorepeyman.ir

جدول ۱۶- برخی از انواع متداول ماشین‌های اندازه‌گیری خط

ردیف	نام مدل	تصویر	مشخصات فنی
۱	EM 130		مجهز به سیستم اندازه‌گیری غیرتماسی و سیستم اندازه‌گیری اینرسی دارای قابلیت اندازه‌گیری پارامترهای هندسی شبکه بالاسری و پروفیل ریل سیستم چشم الکترونیک جهت شناسایی خودکار نوع ریل اندازه‌گیری پارامترهایی همچون شیب عرضی و میزان سایش آن برخورداری از سیستم پردازش اطلاعات نصب شده بر روی قطار
۲	EM 120		مجهز به سیستم اندازه‌گیری غیرتماسی و سیستم اندازه‌گیری اینرسی برخورداری از قابلیت تشخیص نوع ریل به طور خودکار سیستم اندازه‌گیری غیر تماسی پروفیل تونل و گابارای آن سیستم GRMS جهت بازرسی خودکار وضعیت تراورس‌ها و پابندها سرعت خودکشش تا ۱۲۰ کیلومتر در ساعت
۳	EM 50		برخورداری از محورهای تلسکوپی جهت اندازه‌گیری پارامترهای هندسی برخورداری از سیستم غیرتماسی جهت اندازه‌گیری هندسه ریل قادر به اندازه‌گیری عرض خط در خطوط ریلی مجاور سرعت خودکشش تا ۴۰ کیلومتر در ساعت
۴	EM 30		قابلیت استفاده در عملیات تحویل‌گیری، نظارت بر اجرا و انجام بازرسی‌های دوره‌ای برخورداری از محورهای تلسکوپی جهت اندازه‌گیری پارامترهای هندسی سرعت خودکشش تا ۴۰ کیلومتر در ساعت
۵	New EM 120		برخورداری از کلیه قابلیت‌های ماشین EM 120 برخورداری از محورهای تلسکوپی جهت اندازه‌گیری پارامترهای هندسی برخورداری از سیستم پردازش اطلاعات نصب شده بر روی قطار برخورداری از سیستم لیزری غیر تماسی بر روی سقف جهت اندازه‌گیری پارامترهای هندسی شبکه بالاسری
۶	IM 2000		توانایی اندازه‌گیری کامل پارامترهای هندسی از قبیل: هندسه پروفیل ریل مشتمل بر تعین ابعاد ریل، تعیین میان سایش ریل و ... هندسه خط مشتمل بر عرض خط، میزان دور، شیب طولی، افتادگی‌ها و ... اندازه‌گیری پارامترهای هندسی شبکه بالاسری مشتمل بر ارتفاع، راستای طولی و ...

omoorepeyman.ir

ردیف	نام مدل	تصویر	مشخصات فنی
۷	EM SAT		مجهز به سیستم اندازه‌گیری لیزری غیرتماسی برخوردای از قابلیت اندازه‌گیری افتادگی‌هایی با طول موج بیشتر از ۳۰۰ متر و مناسب برای خطوط ریلی سریع‌السیر سیستم اندازه‌گیری غیر تماسی پروفیل تونل و گاباری آن برخورداری از سیستم GPS جهت تطبیق داده‌های حاصل اندازه‌گیری با مشخصات مختصاتی محل

.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲ــ فصل دوم

ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری عملیات سازه‌ای در بخش روسازی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲ـ ۱ ـکلیات

۲ ـ ۱ـ ۱-مقدمه

استفاده از روسازی بدون بالاست در خطوط مترو دنیا بدلیل نیاز حداقلی به تعمیر و نگهداری نسبت به خطوط بالاستی و صعوبت انجام عملیات تعمیر و نگهداری در فضای زیرزمینی، از گذشته مورد توجه صاحبان و متخصصان حوزه حمل و نقل ریلی درون شهری بوده است. علاوه بر این، امروزه با توجه به افزایش حجم مسافر، بار محوری و سرعت حرکت قطارها و بخصوص افزایش تمایل به احداث خطوط راه‌آهن سریع‌السیر وجود سیستم‌های روسازی که معایب روسازی بالاستی را نداشته باشند بسیار ضروری می‌باشد و روسازی‌های صلب به همین دلیل در پروژه‌های ریلی بین‌شهری نیز مورد توجه فراوان قرار گرفته اند. در خطوط با روسازی بدون بالاست هزینه نگهداری پایین‌تر، طول عمر بیشتر، حفظ بهتر شرایط هندسی خط، ارتفاع کمتر خط، مقاومت طولی و عرضی بیشتر خط، امکان استفاده از خطوط CWR و شناخت بهتر از رفتار خط از جمله مزیت‌های این نوع روسازی نسبت به خطوط بالاستی می‌باشند.

هدف :هدف از ارائه این دستورالعمل ارائه چارچوب و برنامه مشخص جهت تحویل، بهره‌برداری و نگهداری دالخط (slab track) بتنی خطوط مترو می‌باشد.

۲ ـ ۱ـ ۲-اصطلاحات

لایه پشتیبان آسفالتی	*Asphalt Supportive Layer*
خط ریلی آسفالتی با تکیه گاه منفرد متصل	*Asphalt Rail span with Direct Support Bonded*
لایه پشتیبان بتنی	*Concrete Supportive Layer*
چوب پنبه و پلی اورتان	*Cork and Polyurethane*
خطوط پیوسته مهار شده ریل	*Clamp-Fastened Tracks*
ریل قاشقی با تکیه‌گاه پیوسته	*Continuously Supported Grooved Rail*
نوار الاستیک	*CDM-Bistrip*
طرح ریل مدفون	*Embedded Rail Construction*
لایه محافظ یخبندان	*Frost Protection Layer*
خط دال شناور	*Floating Slab Tracks*
لایه پشتیبان (متصل) هیدرولیکی	*Hydraulically-Bonded Layer*
لایه پشتیبان بار	*LB (Load Bearing Layer)*
دال یکپارچه	*Monolithic Slabs*

omoorepeyman.ir

Maintenance Free	*بی‌نیاز از نگهداری و تعمیر*
Non-Bonded	*غیرمتصل*
Prefabricated Slabs	*دال پیش‌ساخته*
Poured Tracks	*خطوط پیوسته مدفون*
Paved-In Tracks	*خطوط هم سطح*
Ridge	*گرده ماهی*
Root Cause Analysis	*تحلیل علل ریشه ای*
Supporting concrete layer as a direct support	*لایه بتنی پشتیبان به عنوان تکیه گاه مستقیم*
Slipform Paver	*روساز (سنگفرش) لغزشی*
Sound Stop Elastomer	*الاستومر ضد صدا*
Web Clamped Rails	*جان مهار شده*

۲ـ ۲ ـروسازی بدون بالاست

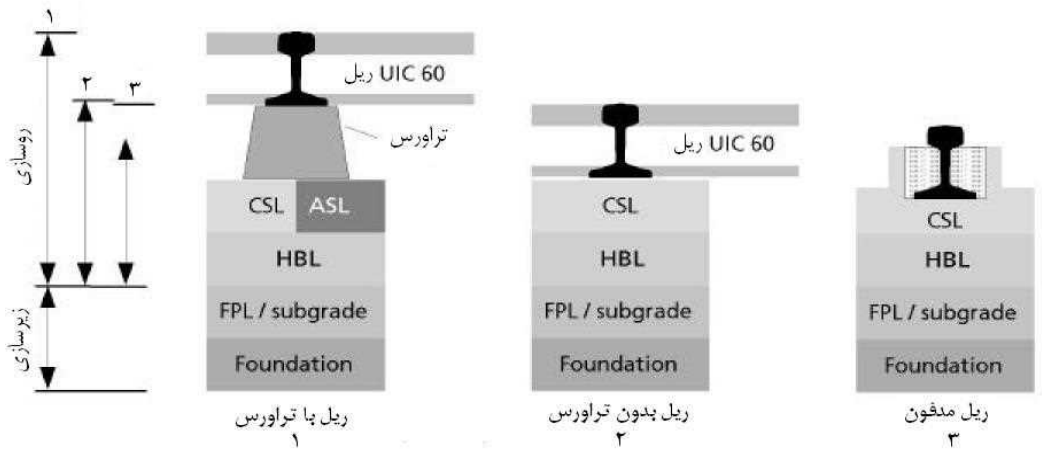
روسازی‌های بدون بالاست، علاوه بر ریل، سیستم پابند و تراورس (در صورت وجود)، به علت تعدد لایه‌های تکیه‌گاهی جایگزین بالاست، نوع این لایه‌ها چه به لحاظ جنس و چه به لحاظ ضخامت، موجب تفاوت در عملکرد سازه‌ای خط ریلی می‌گردد. از این رو امروزه شاهد پیدایش انواع مختلفی از خطوط بدون بالاست در سطح جهان می‌باشیم. اصول ساخت خطوط بدون بالاست به صورت ساختار لایه‌ای در سه حالت طبق **شکل ۲ـ۱**بوده که مشخصا مرز جدایی بین روسازی و زیرسازی خطوط بدون بالاست را لایه‌های HBL و FPL تشکیل می‌دهند. در روسازی بدون بالاست میزان سختی به قرار زیر از بالا به پایین کاهش می‌یابد:

- ریل‌ها و اتصالات مرتبط با آن
- لایه پشتیبان بتنی (CSL[۱]) یا لایه پشتیبان آسفالتی (ASL[۲])
- لایه پشتیبان (متصل) هیدرولیکی (HBL[۳])
- لایه محافظ یخبندان (FPL[۴]) یا سابگرید

۱- Concrete Supportive Layer
۲- Asphalt Supportive Layer
۳- Hydraulically-Bonded Layer
۴- Frost Protection Layer

omoorepeyman.ir

- بستر



شکل ۲—۱شکل حالت‌های مختلف قرارگیری لایه‌های تکیه‌گاهی در خطوط بدون بالاست

اصول حاکم بر طراحی خطوط بدون بالاست آن است که سختی لایه‌های مستقل از بالا به پایین کاهش می‌یابد. لایه‌های مورد استفاده در خطوط بدون بالاست به دو دسته متصل[۱] و غیرمتصل[۲] تقسیم می‌شوند. منظور از لایه‌های متصل، لایه‌هایی است که در آنها اتصال بین اجزای تشکیل دهنده به طریقی نظیر مدفون شدن تراورس در بتن صورت می‌گیرد. در حالی که لایه‌های غیرمتصل، لایه‌های یکپارچه‌ای بوده که بدون اتصال خاص، تنها روی یکدیگر قرار می‌گیرند.

لایه‌های متصل خطوط بدون بالاست، عبارتند از:

- لایه بالایی به صورت لایه متصل بتنی یا آسفالتی
- لایه پایینی به صورت لایه متصل هیدرولیکی

- لایه‌های غیرمتصل مورد استفاده در خطوط بدون بالاست نیز عبارتند از:
- لایه بالایی به صورت لایه غیر متصل محافظ در برابر یخبندان
- لایه پایینی به صورت لایه غیر متصل سابگرید یا بستر

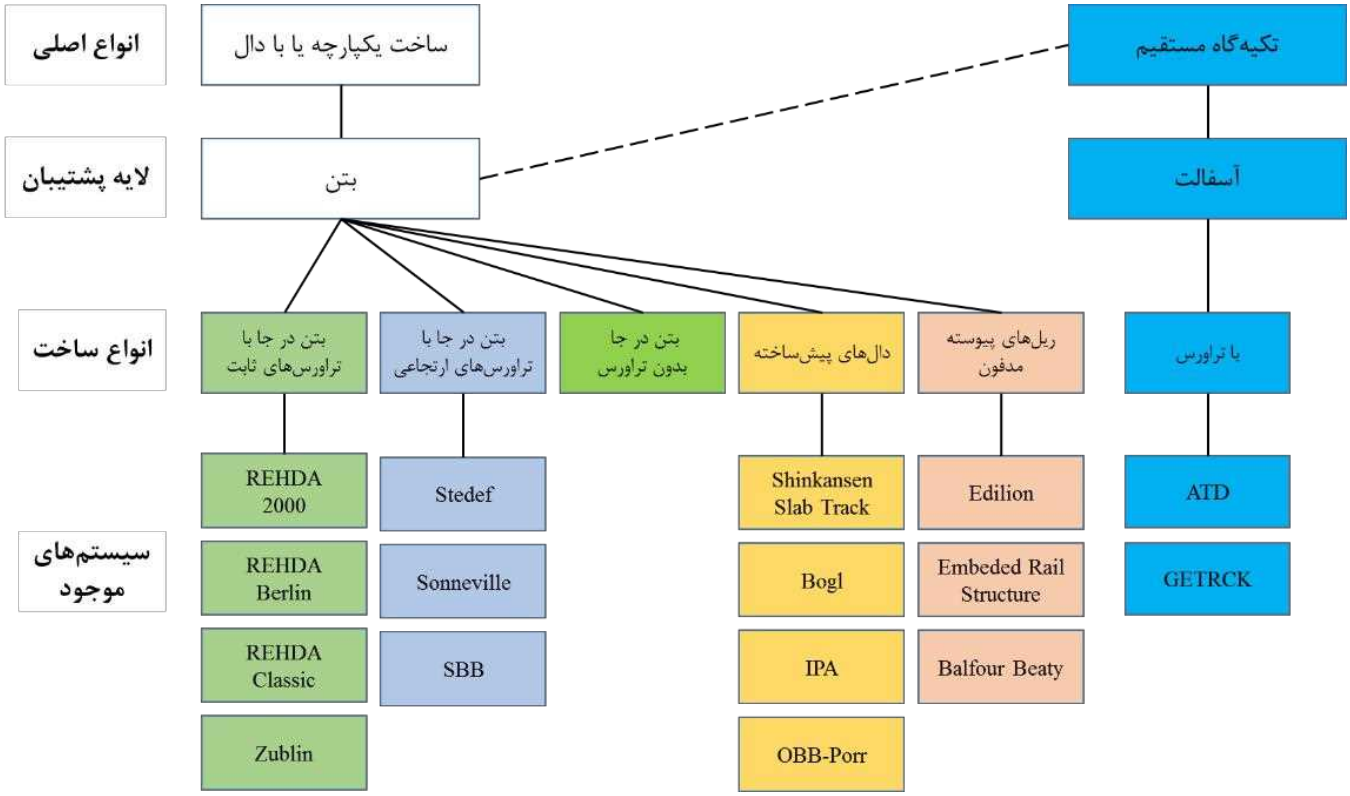
۲ ـ ۲ـ ۱-انواع روسازی بدون بالاست

در ساخت روسازی‌های بدون بالاست روش‌های متنوعی در سطح بین‌المللی به کار گرفته شده است. اکثر این روش‌ها بر مبنای تکیه‌گاه مجزای ریل توسط تراورس یا دال‌های پیش‌ساخته عمل کرده و ساخت مربوط به تکیه گاه پیوسته از ریل، موارد محدودتری را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین در بعضی از نمونه‌های ویژه از مصالح بالاست طبق شرایط خاص در ساخت خط استفاده می‌گردد. از نمونه‌های این مورد می‌توان به خطوط قابی شکل، نردبانی و یا تراورس‌های Y

۱- Bonded
۲- Non-Bonded

omoorepeyman.ir

شکل اشاره کرد که در ادامه گزارش به آن‌ها پرداخته شده است. شکل **۲—۲**) دو نوع طبقه‌بندی انواع خطوط بدون بالاست را به لحاظ ساخت ارائه کرده است.



شکل ۲—۲ طبقه‌بندی انواع خطوط بدون بالاست

همچنین طبقه‌بندی انواع خطوط بدون بالاست که سه نوع اصلی را شامل می‌شود، در جدول (**جدول ۲—۱**) ارائه و نمونه‌هایی از انواع مربوطه نیز بیان شده است. لازم به ذکر است که نام‌های موجود برای انواع روش‌های ساخت خطوط بدون بالاست معمولاً از محل نصب خط، نام شرکت طراح و اجرا کننده و یا نوع ساخت خط برگرفته شده است.

جدول ۲—۱ طبقه‌بندی انواع روسازی‌های بدون بالاست به لحاظ ساخت

ریل با تکیه‌گاه پیوسته		ریل با تکیه‌گاه منفرد				خطوط ویژه با استفاده از مصالح بالاست
		بدون تراورس		با استفاده از بلاک‌های بتنی یا تراورس		
ریل مهار شده با تکیه‌گاه پیوسته	ریل مدفون	دال‌های درجای یکپارچه	دال‌ها یا تیرهای بتنی پیش‌ساخته	تراورس تعبیه شده برلایه بتن آسفالتی	تراورس یا بلاک بتنی مدفون در بتن	
Cocontrack ERL ونگارد KES ORTEC	خطوط همسطح تقاطعات جاده‌ای خط عرشه‌ای Edilson	خطوط نصب شده روی روسازی عرشه (بتنی یا فولادی) ابنیه فنی	شینکانسن IPA بوگل (Bogl) خط شناور ÖBB-Porr	ATD GETRAC	رهدا رهدا ۲۰۰۰ Zublin Rheda MRT استدف سونویل	تراورس Y خطوط قابی شکل خطوط نردبانی

omoorepeyman.ir

					والو ادیلون	

نکته قابل توجه دیگر آن است که دال‌ها به دو گروه دال‌های دارای مقاومت خمشی (دال‌های سخت) و دال‌های دارای مقاومت خمشی محدود (دال‌های نرم) قابل تقسیم‌بندی هستند. خطوط با دال بتنی با سختی محدود تنها به مقاومت باربری و سختی خاک بستر زیرین متکی هستند. روسازی خط (به صورت دال پیش‌ساخته[۱] یا دال یکپارچه[۲]) کم‌تر به صورت دال‌هایی با مقاومت خمشی طراحی می‌شوند. تنها در مواردی خاص و خاک‌های نرم با مقاومت باربری پایین طراحی در مورد دال‌ها برای مقاومت خمشی انجام می‌گیرد. بدین صورت امکان پوشش نقاط ضعیف و تغییرمکان‌های بستر ناشی از بار ترافیک به وجود می‌آید. به عبارتی در مورد خاک‌های نرم و غیر قابل اطمینان یک دال مسلح می‌تواند نیروی بیش‌تری را تحمل کند، چرا که می‌تواند به عنوان یک پل روی نقاط ضعیف‌تر عمل نماید. جدول ذیل مقایسه‌ای کلی در زمینه مقاومت خمشی انواع روسازی‌های بدون بالاست به لحاظ خمشی انجام داده است. همان‌طور که از این جدول مشخص است، سیستم‌های ریل مدفون با بیش‌ترین ضخامت دال بتنی مسلح، بالاترین مقاومت خمشی را در مقایسه با سایر موارد به خود اختصاص می‌دهند. در عوض سیستم‌های بتنی آسفالتی کم‌ترین مقاومت خمشی را دارا بوده و لذا نیازمند بستر مناسب برای باربری هستند.

جدول ۲—۲ مقایسه مقاومت خمشی انواع روسازی‌های بدون بالاست

سیستم روسازی خط	مقاومت خمشی
تراورس‌ها یا بلوک‌های مدفون در بتن	⟷
تراورس‌های نصب شده روی بستر بتن آسفالتی	⟷
دال‌های بتنی پیش‌ساخته	⟷
دال‌های درجای یک پارچه	⟷
ریل مدفون (خطوط همسطح، خط عرشه‌ای)	⟷
ریل‌های مهار شده با تکیه‌گاه پیوسته	⟷

۲ ـ ۲ـ ۲-روسازی‌های بدون بالاست با تکیه‌گاه‌های منفرد برای ریل با استفاده از تراورس

۲ـ ۲ ـ ۲ـ ۱ـطرح تراورس مدفون

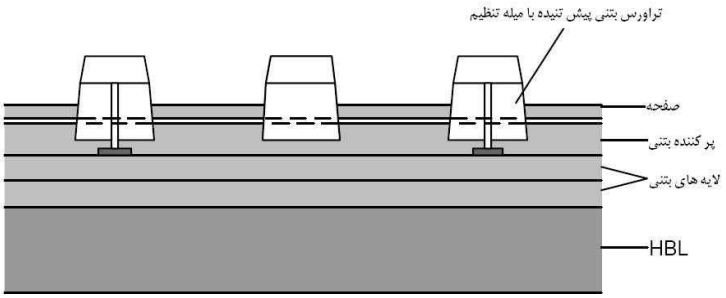
مبنای حاکم بر طرح مدفون در روسازی‌های بدون بالاست با تکیه‌گاه‌های منفرد ریل، یکپارچگی بین دهانه ریل و لایه پشتیبان است. لایه پشتیبان در این ساختار به صورت پیوسته و به شکل مکعب مستطیل با مقطع راست گوشه و یا به صورت یک بخش بتنی ممتد با استفاده از ماشین روکار که عملیات پرداخت سطح بتن را انجام می‌دهد، می‌باشد.

۱- Prefabricated Slabs
۲- Monolithic Slabs

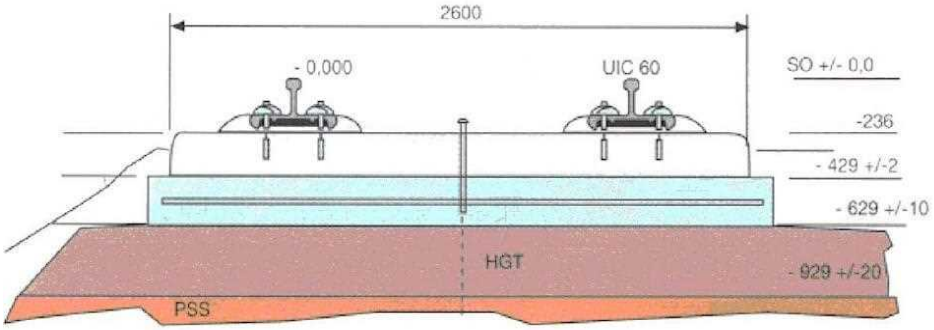
omoorepeyman.ir

الف) خط بدون بالاست رهدا[۱]

اصطلاح خط بدون بالاست رهدا به سال ۱۹۷۲ در ساخت ایستگاه قطار رهدا- ویدنبروک[۲] در کشور آلمان باز می‌گردد. ساختار سیستم رهدا و انواع برگرفته شده از آن شامل یک صفحه بتنی مسلح درجا بوده که در آن تراورس‌های بتنی پیش‌تنیده به عنوان عناصر نگهدارنده موقعیت ریل قرار می‌گیرند. در فرآیند ساخت و تولید، یک مجموعه در برگیرنده دهانه کامل ریل شامل ریل‌ها و تراورس‌های متصل شده در داخل بتن قرار می‌گیرند. استفاده از تراورس‌های بتنی پیش‌تنیده به عنوان بخشی از دال بتنی نهایی این اطمینان را ایجاد می‌کند که قیدهای اتصالات ریل به تراورس تحت تأثیر ترک‌های ایجاد شده در دال بتنی قرار نگیرند. معمولاً در کناره تراورس‌ها به علت عدم یکپارچگی دال بتنی نهایی، ترک‌های ریز و غیرمخربی به طور یکنواخت ایجاد می‌گردد. از طرفی با استفاده از تراورس‌های بتنی پیش‌تنیده، ابعاد بسیار مهم هندسه قرارگیری ریل شامل عرض خط و شیب نشیمن‌گاه ریل به علت تولید در کارخانه و کنترل دقیق فرآیند ساخت، پیوسته ضمانت می‌شود. از آنجا که موضوع هندسه قرارگیری ریل از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است.



شکل ۲—۳خط بدون بالاست بردین ـ گلوون[۳] طرح رهدا



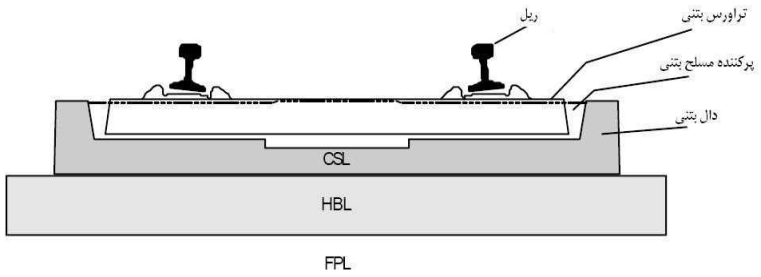
شکل ۲—۴ مقطع خط بدون بالاست بردین ـ گلوون طرح رهدا

۱-RHEDA

۲-Rheda-Wiedenbrück

۳- Breddin-Glöwen

omoorepeyman.ir

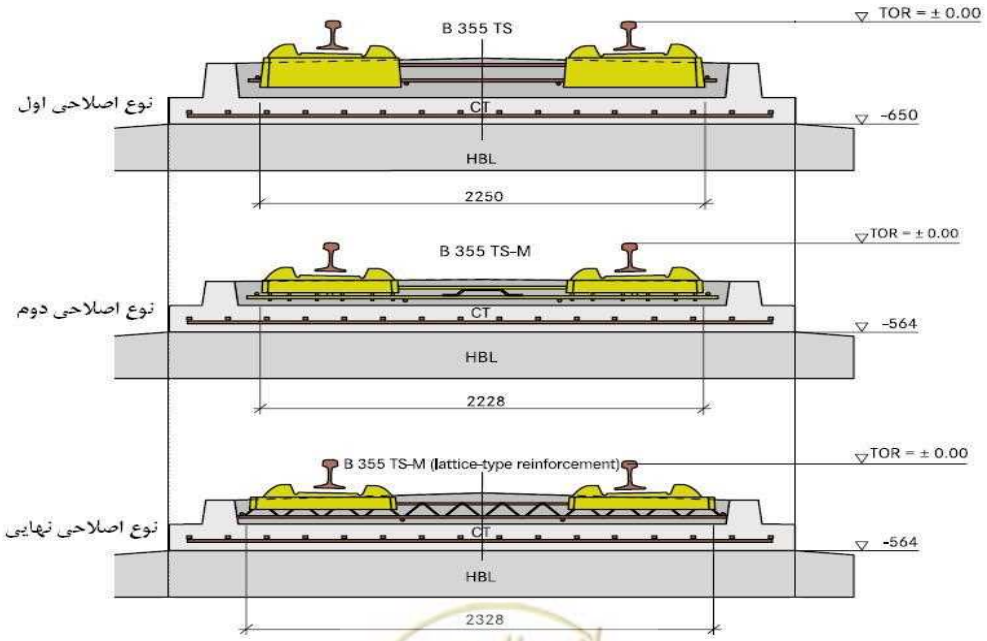


شکل ۲—۵خط بدون بالاست طرح رهدا سنبرگ

ب) خط بدون بالاست طرح برلین[۱]

طرح برلین دارای اصول طراحی مشابهی با رهدا بوده و به همین علت از آن با عنوان رهدا برلین یاد می‌شود. اساساً این طرح برای استفاده در خط سبک شهری برلین (بین ایستگاه‌های اوسبانهوف و زولوگیشر گاردن[۲]) و مسیرهای بین شهری بلند با سرعت بالاتر از ۶۰ کیلومتر بر ساعت مورد استفاده قرار گرفت.

رهدا برلین تمام اصول محاسباتی رهدای کلاسیک را در نظر گرفته است. تنها تفاوت اساسی، استفاده از تراورس دی بلوک ۲/۲۵ متری است. این موضوع باعث اصلاح اتصال بین تراورس و لایه بتنی گشته و سیستم نهایی یکپارچه‌تری را نتیجه می‌دهد. از طرفی باعث بهینه شدن تسلیح دال بتنی مورد استفاده با توجه به شکل خاص تراورس‌های دی بلوک شده و میزان مصالح تسلیح کننده را کاهش می‌دهد. این سیستم طبق **شکل ۲—۶**) در سه حالت به صورت پیوسته مورد اصلاح قرار گرفته است.



شکل ۲—۶خط بدون بالاست طرح رهدا برلین (انواع توسعه یافته)

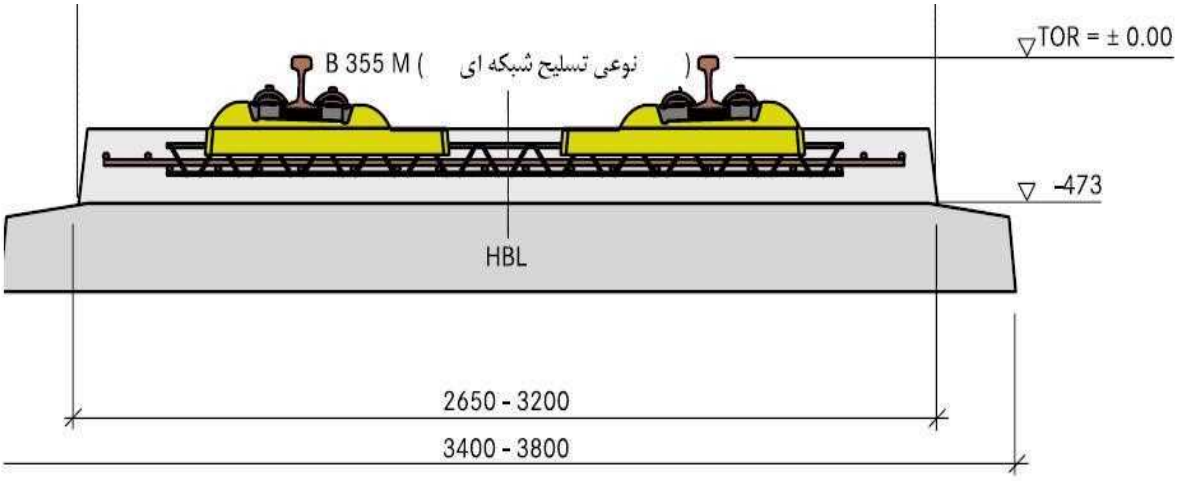
۱- Berlin Construction

۲- Ostbahnhof and Zoologischer Garten

omoorepeyman.ir

پ) رهدا ۲۰۰۰

سیستم رهدا ۲۰۰۰ برای اولین بار در جولای سال ۲۰۰۰ به عنوان قسمتی از خط سریع بین لایپزیگ و هال[1] به کار رفت شکل (2-6) این سیستم از مدل سوم رهدا برلین الگوبرداری شده است، به طوری که تنها در ارتفاع و نوع شکل دال بتنی متفاوت می‌باشد. به عبارتی با حذف لایه بتنی زیرین و استفاده از آرماتورهای خاص تعبیه شده در تراورس دی بلوک، یک لایه یکنواخت و مسلح بتنی حاصل شده که هم دارای ارتفاع کم‌تری بوده و هم پیوستگی و کیفیت بالاتری را نتیجه می‌دهد. رهدا ام آر تی[2] طرح اصلاح شده سیستم رهدا ۲۰۰۰ جهت استفاده در خطوط قطارهای سبک شهری می‌باشد. نمونه‌ای از این سیستم در خطوط قطار سبک شهری ایران نظیر خط (۱) مشهد، تبریز، شیراز و اصفهان نیز مورد استفاده قرار گرفته است.



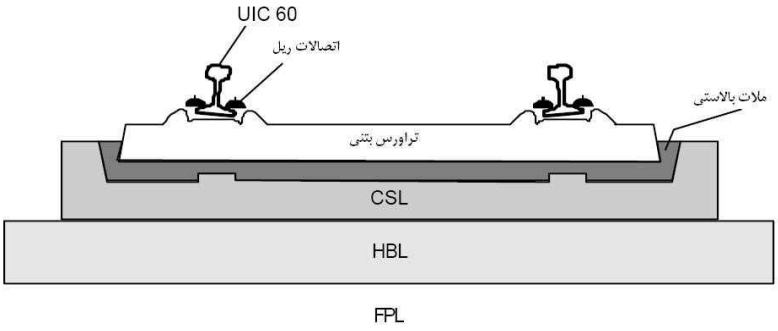
شکل ۲—۷ روسازی خط بدون بالاست طرح رهدا ۲۰۰۰

ت) طرح هایت کمپ[3]

طرح هایت‌کمپ نیز بر مبنای اصول طراحی رهدا با لایه پشتیبان بتنی بنا نهاده شده است. این طرح در **شکل ۲—۸)** نمایش داده شده است. در این طرح به جای بتن پرکننده پشتیبان ریل، تراورس‌ها ابتدا در لایه بالاست قرار می‌گیرند. سپس توسط ماشین‌آلات مکانیزه نظیر زیرکوب، موقعیت قرارگیری ریل‌ها به طور دقیق تنظیم و کنترل می‌شود. در انتها نیز ملات سیمانی بین ذرات بالاست تزریق شده تا لایه یکپارچه‌ای حاصل شود.

۱- Leipzig & Halle
۲- Rheda MRT
۳- HEITKAMP Construction

omoorepeyman.ir

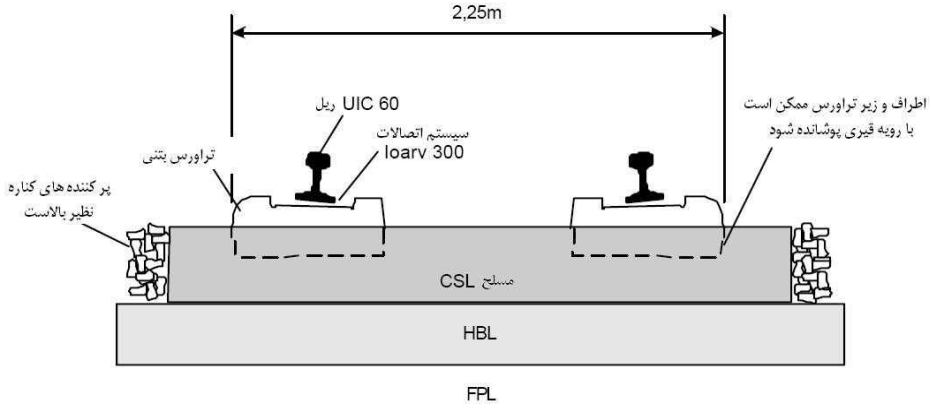


شکل ۲—۸خط بدون بالاست طرح‌هایت کمپ

ث) طرح زوبلین[1]

سیستم زوبلین مانند سیستم رهدا از تراورس‌های منو بلوک یا دی بلوک بتنی تشکیل یافته که در دال بتنی یکپارچه قرار داده می‌شوند. مزیت این روش بتن ریزی دال بتنی پیوسته بدون حضور و مزاحمت کوپلاژ پیش‌ساخته بود. تفاوت مهم این روش با سایر روش‌های ساخت خط با دال این است که در این روش تراورس‌های بتنی به کمک ارتعاش درون بتن تازه ریخته شده فرو می‌روند.

ساختار خط زوبلین طبق شکل **۲—۹**)دارای یک لایه محافظ در برابر یخبندان و یک لایه چسبنده هیدرولیکی بوده که روی آنها یک لایه بتنی مسلح اجرا و تراورس‌های بتنی دی بلوک در داخل آن قرار می‌گیرند.



شکل ۲—۹ مقطع نمونه روسازی خط با دال بتنی زوبلین

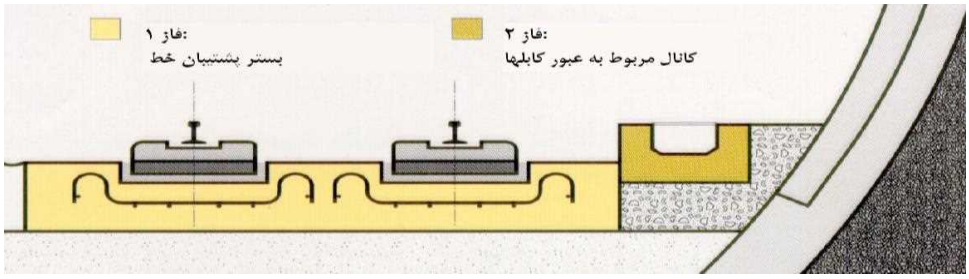
ج) طرح والو[2]

یکی دیگر از سیستمهای با ساختار تراورس مدفون، سیستم بدون بالاست والو سوییس است که مانند سیستم استدف فرانسه از تراورسهای دی بلوک استفاده می کند. این سیستم دارای یک دال بتنی پیوسته است که توسط ماشین روسازه

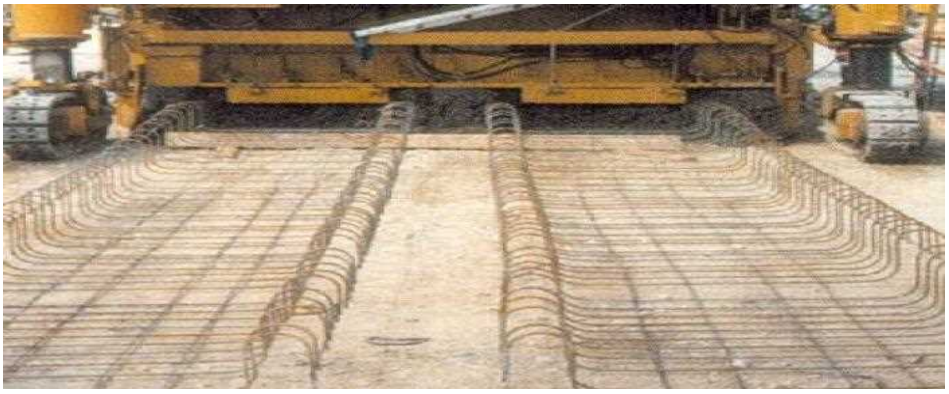
۱ - Zublin
2- WALO

omoorepeyman.ir

ساز ویژه اجرا شده و روی آن تراورسهای بتنی دی بلوک با چکمه های لاستیکی تعبیه می‌شود و سپس بتن ریزی نهایی برای مدفون شدن تراورسها صورت می گیرد. چکمه های لاستیکی سطوح بالایی از الاستیسیته را برای خط تامین کرده و عایق سازی مناسبی را به لحاظ صدا و ارتعاش ایجاد می کنند. شکل ۲—۱۰)تا شکل ۲—۱۲)جزئیات مربوط به ساختار و اجرای این خط را ارائه کرده است.



شکل ۲—۱۰ سیستم والو



شکل ۲—۱۱ اجرای آرماتور دال بستر سیستم والو

شکل ۲—۱۲ نصب تراورسها در بستر سیستم والو

omoorepeyman.ir

۲ـ ۲ ـ ۲ـ ۲ـطرح تراورس غیر مدفون

در طرح غیر مدفون روسازی‌های بدون بالاست با تکیه‌گاه‌های منفرد ریل، ارتباط پیوسته و یکپارچه بین دهانه ریل و لایه‌های پشتیبان وجود ندارد. طرح‌های مختلف در این طبقه دارای ساختاری مشابه بوده که در آن ریل روی یک لایه بتنی یا آسفالتی قرار می‌گیرد. با توجه به نوع ساخت، نیروهای افقی ممکن است به بستر پشتیبان زیرین انتقال داده شوند. به علت ساخت دقیق و ساده لایه‌های پشتیبان با موقعیت قرارگیری مشخص و عدم نیاز به مدفون شدن تراورس‌ها در این لایه، اجرای سریع تر لایه‌ها به عنوان مزیت این سیستم به شمار می‌رود. مزیت بعدی این سیستمها، نزدیک بودن ساختار آنها با خط بالاستی بوده و در اجرای آنها بعضا می‌توان از ماشین‌آلات معمول اجرای خط در نصب تراورس‌ها و قراردادن ریل‌ها بر رون آنها استفاده کرد.

در این سیستم معمولا از لایه آسفالتی به عنوان لایه پشتیبان استفاده می‌شود که ارتجاعیت مورد نیاز برای خط را تامین می‌سازد، بعلاوه ارتفاع سطح آسفالت به راحتی قابل تنظیم است. در مقابل مصالح بتنی، لایه آسفالتی ممکن است برای اهداف لجستیکی با زمان نصب چند ساعته در دمای زیر ۵۰ درجه سانتیگراد مورد استفاده قرار گیرد. چرا که آسفالت نیازی به سخت شدن ندارد و بلافاصله پس از ریختن می تواند در عرض بارگذاری قرارگیری و لذا ساخت سریعتر خط قابل حصول خواهد بود.

در طرحهای آسفالتی، می‌توان از مصالح بالاست در بین تراورسهای تعبیه شده استفاده شود. در این صورت این مصالح به عنوان یک عنصر نگهدارنده برای چرخش یا تغییر مکان پیچشی تراورسها در اثر شکست ریل یا نیروهای حرارتی عمل می کند. همچنین از سطح لایه پشتیبان آسفالتی در برابر گرما و اشعه ماوراء بنفش محافظت و باعث کاهش صدا نیز می‌گردد.

با ایجاد یک گرده ماهی[1] در وسط محور مقاومت مورد نیاز جانبی فراهم می‌شود. پس از تنظیم افقی ریل، فاصله آزاد بین تراورسها به وسیله یک ماده مرکب الاستیک پر می‌شود.

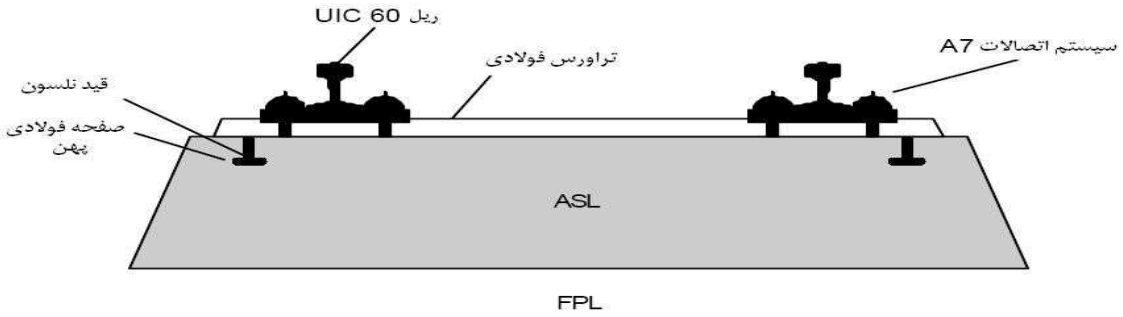
شکل ۲—۱۳ روسازی بتن آسفالتی در دست ساخت

۱- Ridge

omoorepeyman.ir

أ) طرح ساتو[1]

اولین طرح مربوط به لایه‌های پشتیبان در سیستم‌های بدون بالاست منفرد غیر مدفون مربوط به ساتو است که از اصطلاح آلمانی "Studiengesellschaft Asphalt-Oberbau" به معنی گروه مطالعه برای روسازی آسفالتی می‌باشد. ویژگی طرح ساتو استفاده از تراورسهای فولادی Y شکل که به تکیه گاه دوتایی ریل مجهز است، می‌باشد. برای آنکه تراورسها در هر دو جهت قائم و افقی مقید گردند، به یک صفحه فولادی پهن جوش داده شده تا گیرداری مناسبی در اثر قرارگیری این قید در لایه آسفالتی ایجاد شود (**شکل ۲—۱۴**).

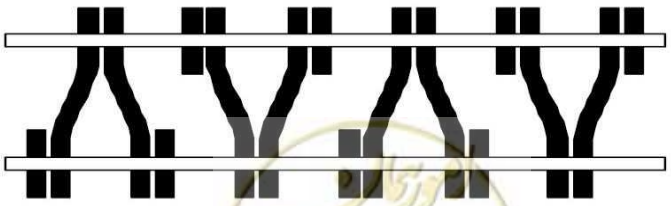


شکل ۲—۱۴ مقطع عرضی طرح ساتو

ب) طرح FFYS با تراورس‌های فلزی Y شکل

طراحی تراورس‌های فلزی Y شکل به دلیل تامین پایداری بسیار مناسب موقعیت، صرفه‌جویی در هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای نصب و بازیافت مناسب صورت گرفت. به علاوه سیستم سازگار با شرایط کاربرد مختلف است، به‌عبارتی تراورس‌های فلزی Y شکل در ساخت خطوط جدید، بازسازی و توسعه خطوط، عرض خطهای معمولی، باریک یا پهن و همچنین در طراحی انشعابات و سوزنها در خطوط بالاستی و بدون بالاست قابل بکارگیری بوده و تقریبا تمامی حالات سیستم اتصالات برای آن قابل استفاده است.

تراورس Y شکل، طرح تراورس جدیدی است که از فولاد تهیه و تولید می‌شود. این تراورس از دو پروفیل بال پهن S شکل و دو تیر مستقیم با مقطع مشابه شکل **۲—۱۵**) تشکیل شده است که ارتباط بین آنها توسط ۲ بست عرضی از پایین و ۶ بست طولی از بالا توسط جوش دادن به پروفیل ها تامین می‌گردد. این تراورس دارای سه جفت تکیه گاه ریل با اتصالات مرکزی است.



۱ - SATO

omoorepeyman.ir

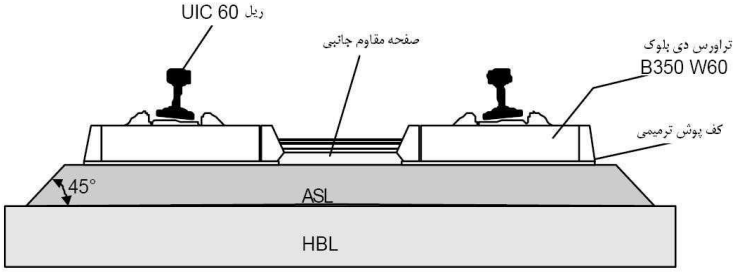
شکل ۲—۱۵ تراورس فلزی Y شکل

ت) طرح ساتو- ای تی اس[۱]

این طرح حالت ویژه طرح ساتو با استفاده از تراورسهای Y شکل مطرح شده در طرح FFYS می باشد که در ابتدا در کشور آلمان برای نمونه اجرا گردید. در این طرح از تراورسهای بتنی با نقاط تکیه گاهی A8 استفاده شده است. پشتیبانی توسط لایه ASL انجام گرفته و برای دستیابی به پایداری جانبی طبق طرح FFYS، صفحات تعبیه شده در زیر تراورس که در لایه آسفالتی مدفون می‌گردند، بکار گرفته شده است.

ث) طرح ATD[۲]

طرح ATD توسط شرکت آسفالت آلمان ارائه شده و مخفف "خط ریلی آسفالتی با تکیه گاه منفرد[۳]" است. ویژگی این طرح آن است که یک صفحه مقاوم افقی در روی لایه آسفالتی و در بین بلوکهای تراورس برای مقاومت در برابر نیروهای افقی وارد بر ریل قرار می‌گیرد. بعد از تنظیم افقی ریل، فاصله آزاد بین صفحه مقاوم افقی و تراورسها با تزریق مصالح الاستو پلاستیک پر می‌شود. تراورسهای این طرح از نوع دی بلوک یا حتی مونو بلوک با فضای لازم برای قرارگیری صفحه مقاوم افقی در زیر تراورس می‌باشد (**شکل ۲—۱۶**).



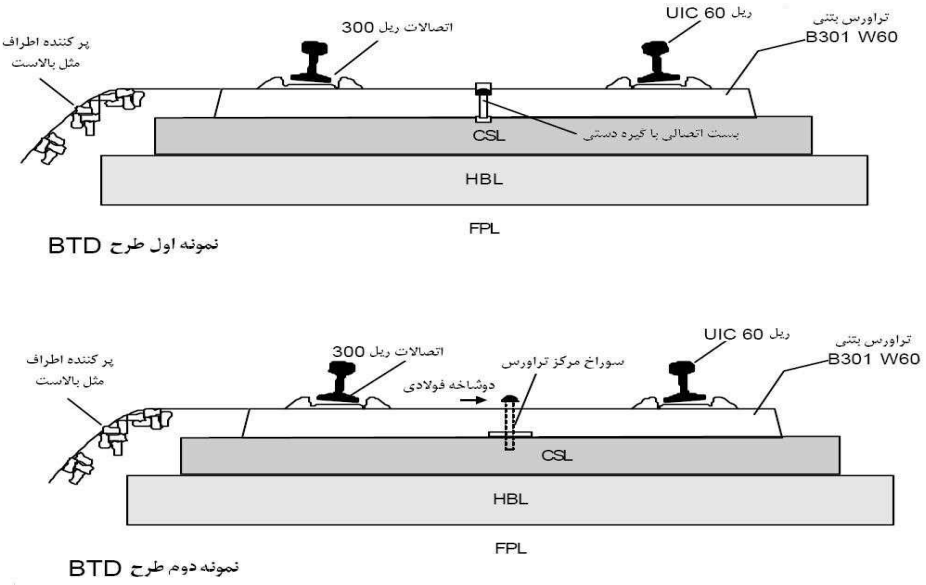
شکل ۲—۱۶ طرح ATD

ج) طرح BTD

طرح BTD از اصطلاح آلمانی "لایه بتنی پشتیبان به عنوان تکیه گاه مستقیم" اقتباس شده و تنها طرح از نوع خطوط با تکیه‌گاه منفرد با تراورس‌های غیر مدفون است که از لایه پشتیبان بتنی بهره می‌گیرد و توسط شرکت هیلیت- ورنر آلمان مطرح شده است. در طرح BTD تنها از تراورسهای مونوبلوک بتنی استفاده می‌شود. دو نمونه از این طرح که تفاوتشان در نحوه انتقال نیروهای جانبی است، توسعه یافته اند (**شکل ۲—۱۷**).

۱- ATS-SATO
۲- ATD
۳- Asphalt Rail span with Direct Support

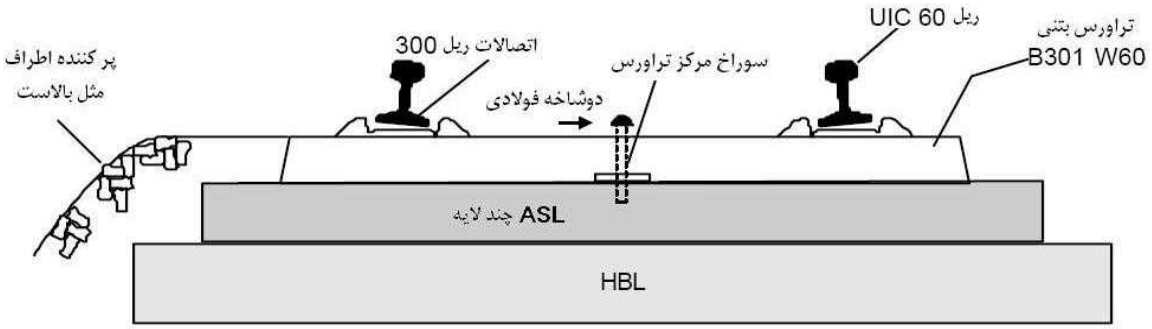
omoorepeyman.ir



شکل ۲—۱۷ نمونه های طرح BTD

ح) طرح والتر[1]

طرح والتر برگرفته شده از نام شرکت والتر، اصول طراحی و اجرای نمونه دوم طرح BTD را دنبال کرده است. تنها تفاوت در آن است که به جای استفاده از لایه پشتیبان بتنی، از لایه پشتیبان آسفالتی استفاده شده و دوشاخه فولادی در لایه آسفالتی نفوذ کرده و گیردار می‌شود (**شکل ۲—۱۸**).



شکل ۲—۱۸ نمونه های طرح والتر

۲ ـ ۲ـ ۳-روسازی‌های بدون بالاست و تروارس با تکیه گاه های منفرد ریل

اصول حاکم بر روسازی‌های بدون بالاست با تکیه‌گاه‌های منفرد برای ریل بدون استفاده از تراورس آن است که نقاط تکیه گاهی ریل در لایه پشتیبان بتنی ادغام شده است. طرح دالهای بدون تراورس، تنها روی لایه پشتیبان از جنس بتن (CSL) امکان پذیر است. CSL در دو حالت زیر اجرا می‌شود:

۱- WALTER

omoorepeyman.ir

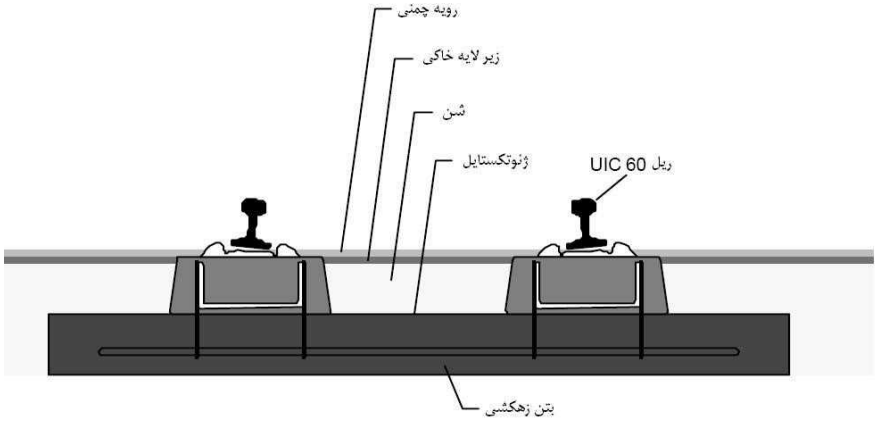
- یکپارچه درجا
- دالها یا تیرهای پیش‌ساخته

در ساخت این خطوط، باید توجه ویژه‌ای به تشکیل ترکها در بتن صورت گیرد. همچنین باید از ایجاد ترک در محل سوراخ‌های مربوط به اتصال پابند جلوگیری شود.

۲ـ ۲ ـ ۳ـ ۱ـدال‌های بتنی یکپارچه بدون تراورس

أ) طرح خط بتنی بدون تراورس چمنی

ساختار خط چمنی (RASENGLEIS)، به عنوان زیرساخت تراموا‌ها شناخته و برای بکارگیری در مسیرهای طولانی اصلاح و سازگار شده است. در این طرح، دو تیر طولی مسلح بتنی در یک لایه مسلح بتنی نفوذناپذیر در برابر آب به عنوان زهکش قرار می‌گیرد. این تیرها به عنوان تکیه‌گاه‌های ریل برای مهار خط می‌باشد. سیستم اتصالات ریل Ioarg 366 به این تیرها در فواصل تکیه گاهی معین متصل شده است. مهارهای HILTI HRC-DB به عنوان پابند ریلها در سوراخ‌های از پیش حفر شده قرار گرفته و موقعیت ریلها را محکم می‌سازد. پیچهای آهنی برای اتصال تیرهای طولی به لایه بتنی زهکش مورد استفاده قرار می‌گیرند. لایه زهکش نیز با فولادهای عرضی مسلح شده است. در این طرح روی خط اجرا شده نهایی، یک زیرلایه خاکی و یک لایه چمنی که سطح بین تیرهای طولی را پوشش می دهد، مورد استفاده قرار می گیرد. مقطع این طرح در **شکل ۲—۱۹)** نشان داده شده است.

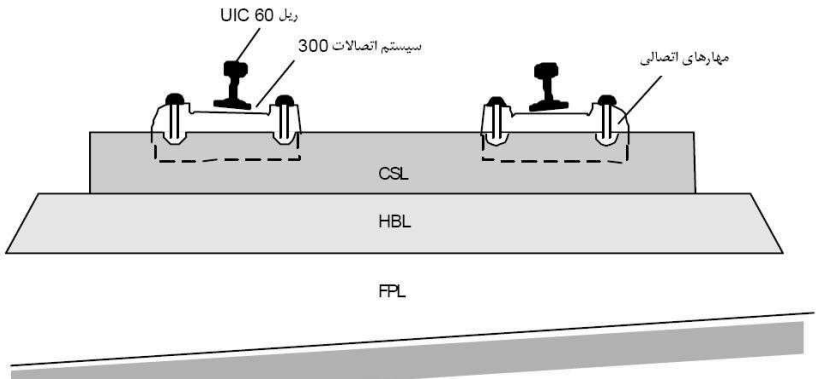


شکل ۲—۱۹طرح خط چمنی

ب) طرح خط بتنی بدون تراورس HOCHTIEF/SCHRECK-MIEVES/LONGO

این سیستم از یک دال بتنی تشکیل می‌شود که روی یک لایه چسبنده هیدرولیکی قرار می‌گیرد. سپس مهارهای اتصالی در داخل بتن تازه دال قرار می‌گیرد. در مرحله بعد بلوکهایی که شامل سیستم اتصالات هستند، به این مهارهای اتصالی بسته شده و ریل نصب می‌شود. **شکل ۲—۲۰)**این طرح را نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir



شکل ۲—۲۰طرح خط بتنی HOCHTIEF/SCHRECK-MIEVES/LONGO

۲ـ ۲ ـ ۳ـ ۲ـدال‌های بتنی پیش‌ساخته بدون تراورس

پیش ساختگی خط (قطعات پیش‌ساخته خط) باعث ارتقا کیفیت اجرایی می‌گردد. چرا که تولید این قطعات در کارخانه یا کارگاه تولید قطعات پیش‌ساخته با رعایت اصول کنترل کیفی دقیق و اجرای با کیفیت بالا صورت می‌گیرد. سایر مزایای قطعات پیش‌ساخته و دالهای خط عبارتند از:

- درجات بالایی از عملیات مکانیزه.
- کار کمتر ساخت و اجرا در محل را می‌طلبد.
- قراردادن مستقیم ریل روی آنها.
- آسیب کمتر کارگران.

چندین سیستم ریلی داخل شهری سیستم‌های مشابه دالهای پیش‌ساخته را مورد استفاده قرار دادند. این سیستم در مناطق مسکونی به دلیل آلودگی صدا و ارتعاش کمتر بکار گرفته شده است. اگر چه این سیستم بسیار موثر است و بازده بالایی دارد، لیکن دارای ارتفاع زیاد و همچنین قیمت تمام شده بالاتر است.

الف) خط با دال شینکانسن[1]

این خط در ابتدا دارای ساختار بالاستی بوده و مشکلات بسیار زیاد حاکم بر این سیستم منجر به ابداع و توسعه خط با دالهای پیش‌ساخته گشت. این سیستم در سال ۱۹۷۰ به صورت عملی در یک خط به طول ۲۱ کیلومتر مورد استفاده قرار گرفته است. این سیستم دارای انواع مختلف می‌باشد اگر چه این انواع تفاوتهایی با هم دارند، ولی ایده کلی همه آنها یکی است و تفاوت فقط در جزئیات به‌ویژه با توجه به محل اجرا می‌باشد. **شکل ۲—۲۱)** نمونه اجرا شده این سیستم را نشان می‌دهد.

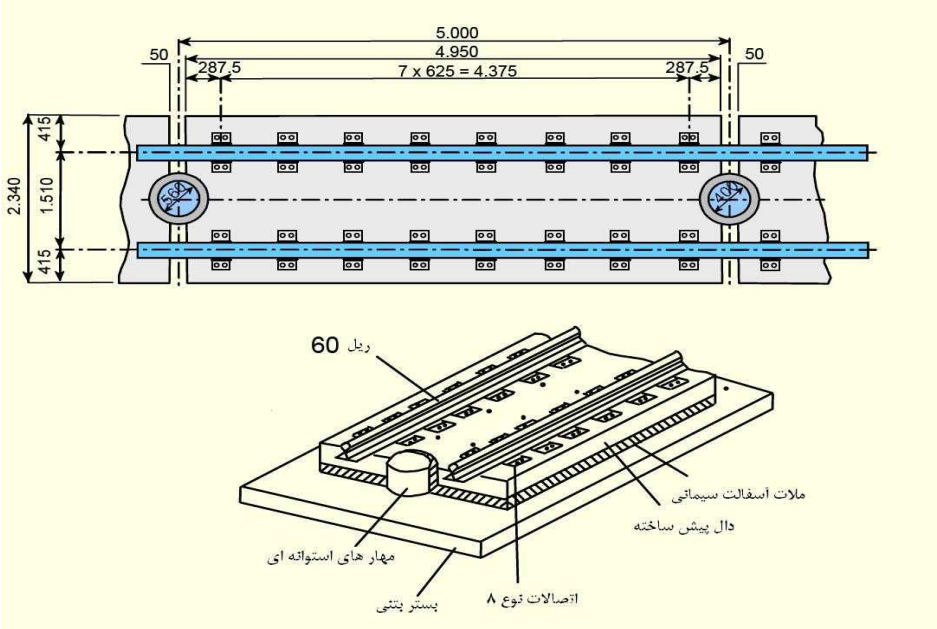
۱ - shinkansen

omoorepeyman.ir

شکل ۲—۲۱نمونه اجرا شده دال خط شینکانس

در مورد مشخصات هندسی و مکانیکی سیستم می‌توان گفت که این سیستم دارای یک دال بتنی مسلح پیش‌ساخته می‌باشد. برای استقرار دال بتنی، یک بستر بتن مسلح به صورت درجا اجرا می‌شود.

برای تراز کردن دال بتنی پیش‌ساخته روی بستر بتنی از ملات سیمان آسفالتی استفاده می‌شود. همچنین برای مهار عرضی و طولی دال بتنی پیش‌ساخته یک استوانه بتنی مسلح روی بستر بتنی درجا، اجرا می‌شود. از طرف دیگر فرورفتگی‌های نیم استوانه‌ای در طرفین دال بتنی تعبیه می‌شود. پس از قرارگیری قطعات پیش‌ساخته فاصله بین دال و استوانه‌ها با ملات سیمان آسفالتی پر می‌شود. **شکل ۲—۲۲)** ابعاد هندسی و اجزاء مختلف دال شینکانسن را نشان می‌دهد.



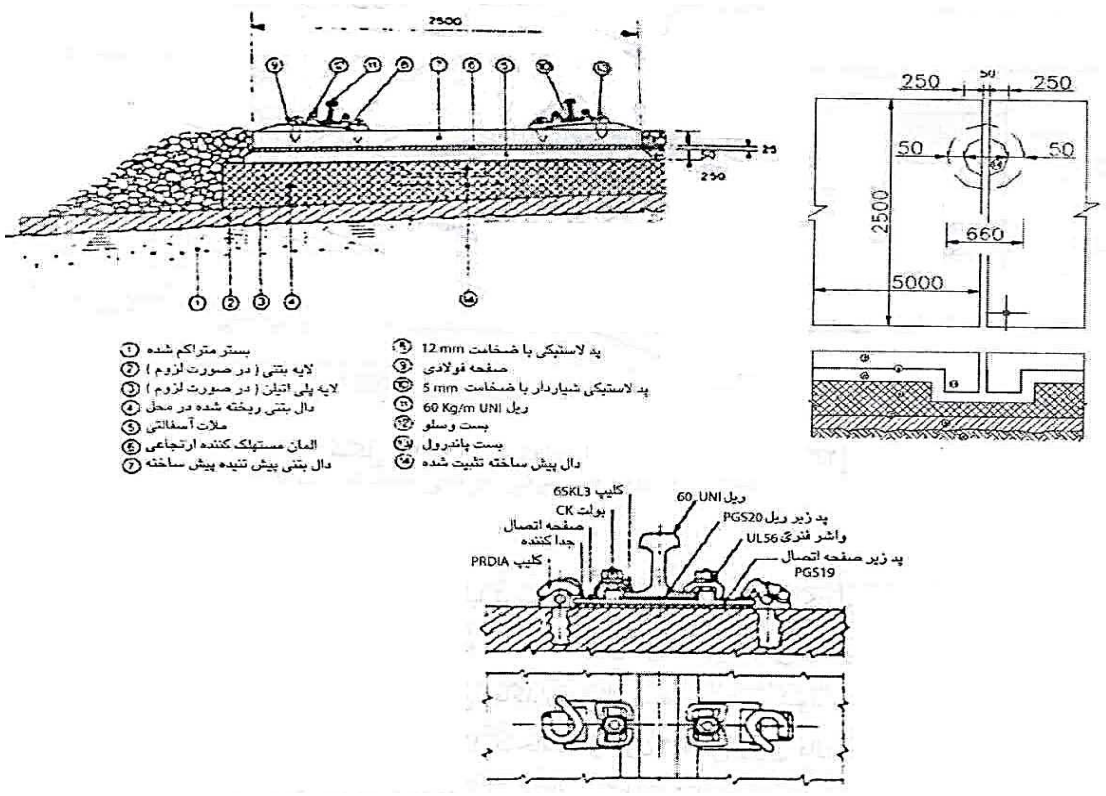
شکل ۲—۲۲دال خط شینکانسن

ب) سیستم IPA

این سیستم که توسط راه‌آهن دولتی ایتالیا توسعه داده شد، نتیجه انتقال تکنولوژی راه‌آهن ژاپن به آنها می‌باشد. این سیستم شامل دالهای پیش تنیده و پیش‌ساخته است که روی فونداسیون بتنی و لایه‌ای از بتن آسفالتی قرار داده می‌شود. نصب خط بدون بالاست شامل جاگذاری دال مسطح مبنا می‌شود و سپس دالهای بتنی پیش تنیده روی دال خوابانده

omoorepeyman.ir

می‌شوند. در هر انتهای دال یک زائده نیم‌دایره‌ای برای تثبیت دالها تعبیه شده که از حرکات طولی و جانبی ممانعت می‌کند. همچنین یک ترکیب بتن آسفالتی بین دال پیش‌ساخته و فونداسیون بتن درجا، تزریق می‌شود. این کار یک لایه ارتجاعی مهیا می‌کند که قادر است الاستیسیته بهتری از خطوط بالاستی معمولی در زیر خط فراهم سازد (**شکل ۲—۲۳**).



شکل ۲—۲۳ سیستم IPA ایتالیا

از این نوع روسازی‌ها می توان به خط با دال بوگل[1]، خط با دال شناور[2] و خط با دال OBB – Port اشاره کرد که در خطوط پرسرعت یا تونل ها استفاده می شود.

۲ ـ ۲ـ ۴-روسازی‌های بدون بالاست با تکیه گاه پیوسته ریل

اصول حاکم بر طرح روسازی‌های بدون بالاست با تکیه گاه پیوسته برای ریل آن است که ریل به صورت پیوسته و الاستیک پشتیبانی می‌شود. بطوریکه ریل بر روی و یا در میان مواد ارتجاعی ویژه‌ای از جنس پلاستیک یا لاستیک در طول مسیر قرار می‌گیرد. برای این منظور ریل در یک فضای خالی مناسب روی یک لایه پشتیبان بتنی و یا تراورس طولی بتنی یا فولادی قرار می‌گیرد. اجرای اتصالات ریل در این طرح نیاز به دقت بسیار بالایی دارد، چراکه پس از تنظیم و ریختن بتن یا مهار پیوسته ریل، دیگر نمی‌توان آن را تغییر داد. در زمان بستن اتصالات، باید انطباق دقیق راستای ریل و

۱ Bögl
۲ Floating Slab Tracks

omoorepeyman.ir

عرض مناسب خط تامین شود. بطور کلی این روسازی‌ها به دو دسته طرح‌های پیوسته مدفون و طرح‌های پیوسته مهار شده تقسیم‌بندی می‌شوند.

۲ـ ۲ ـ ۴ـ ۱ـخطوط پیوسته مدفون[۱]

الف) طرح ریل مدفون ERC [۲]

طرح ریل مدفون ERC دارای تکیه‌گاه پیوسته ریل می‌باشد که از یک ماده مرکب مانند ترکیب چوب‌پنبه و پلی اورتان[۳] تشکیل شده است. ریلها توسط ماده مرکب الاستیک در تمام پروفیل به جز کلاهک ریل در جای خود محکم می‌شوند. از جمله خصوصیات ویژه این سیستم عدم وجود المانهای اضافی جهت ثابت نگه داشتن عرض خط می‌باشد. این روش قابل اعمال در سیستم قطار سبک تا خطوط سریع می‌باشد. خصوصیات سیستم اتصال به قرار زیر است:

- تکیه پیوسته ریل روی یک نوار الاستیک.
- هدایت ریل توسط پابندهای الاستیک در یک شکاف.
- تنظیم و تراز بالا به پائین[۴] ریلها.
- تثبیت محل پروفیل ریل به کمک یک ماده مرکب .
- طراحی بهینه ابعاد شکاف، قطعات الاستیک و نوارهای زیر ریل جهت تامین الاستیسیته خاص سیستم خط.

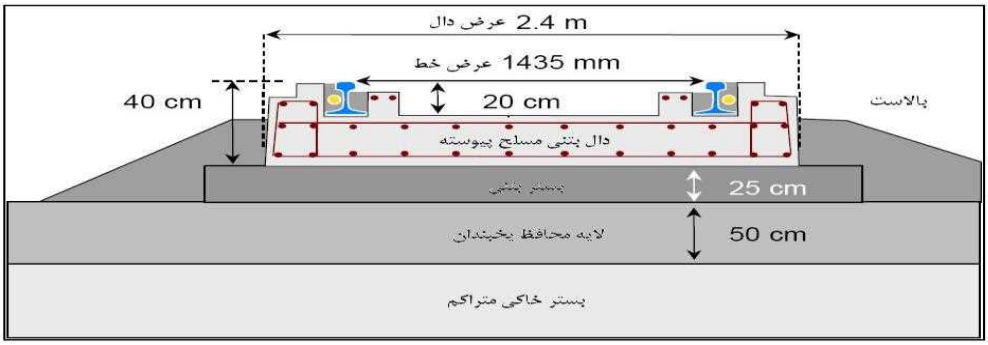
مزایای بستر پیوسته الاستیک برای ریلها عبارت است از:

- نبود نیروهای دینامیکی ناشی از خمش ثانویه در تکیه‌گاه‌های منفرد ریل.
- کاهش تولید صدا.
- طول عمر بیشتر ریل.
- کاهش هزینه نگهداری خط.

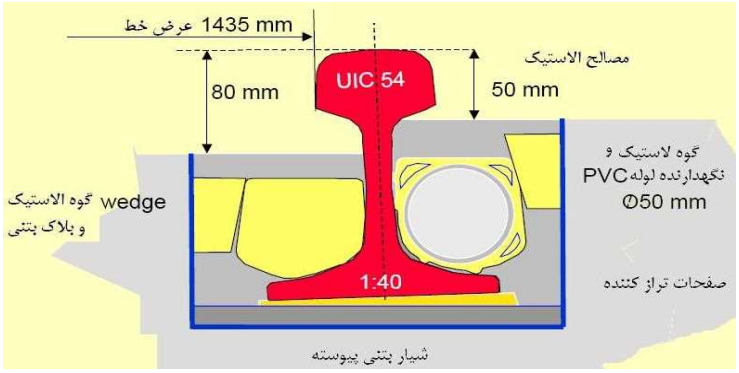
کاهش ارتفاع ساخت در تقاطع های همسطح جاده‌ای و ایجاد یک سطح صاف بدون مانع جهت عبور ترافیک جاده‌ای جزئیات مربوط مقطع شیار ریل مدفون و اجزا تشکیل‌دهنده آن در خطوط معمولی در **شکل ۲ـــ۲۴**)نشان داده شده است.

۱- Poured Tracks
۲- Embedded Rail Construction
۳- Cork and Polyurethane
۴- Top-Down

omoorepeyman.ir



شکل ۲—۲۴ مقطع طرح ریل مدفون ERC



شکل ۲—۲۵مقطع شیار طرح ریل مدفون ERC در خطوط معمولی

ریل مدفون به یک شیار برای در برگرفتن مخلوط الاستیک و ریل نیاز دارد. این گونه شیارها را می‌توان به کمک بتن یا فولاد ایجاد نمود. در مورد شیار فولادی در عرشه پلها از پروفیل U شکل غرق در بتن عرشه پل استفاده می‌شود. اتصال این پروفیل به شاه‌تیرهای پل باعث ایجاد یک سیستم یکپارچه می‌شود.

با استفاده از دستگاه روسازه ساز لغزشی[۱]، دال بتنی پیوسته اجرا می‌شود. به دلیل صعوبت تنظیم آتی ریل پس از اجرای دال، خاک زیرین باید بدون نشست باشد. شیارها درون دال بتنی تعبیه می‌شوند. محل قرارگیری دال بتنی تا حد زیادی تراز افقی، جهت، عرض خط و پیچش خط را تعیین می‌نماید و لذا تولید و ساخت دال نیاز به دقت بسیار بالائی دارد. **شکل ۲—۲۵)**، مرحله نهائی اجرای یک دال بتنی مسلح را با استفاده از ماشین روسازه‌ساز لرزشی نشان می‌دهد.

۱ - Slipform Paver

omoorepeyman.ir

شکل ۲—۲۶ ماشین روسازه سازه لرزشی

ب) طرح اینفوندو [۱]

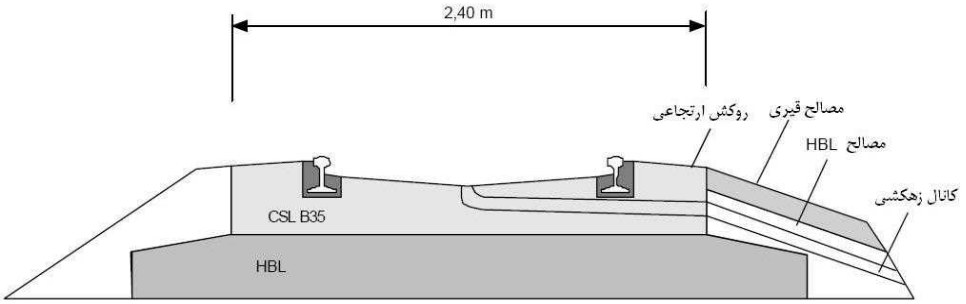
اینفوندو مدل پیشرفته ساختار معروف آلمان به نام ادیلسون[۲] بوده که در آن ریلها در داخل یک توده پلاستیکی مدفون می‌شوند و بصورت پیوسته در طول مسیر مهار می‌گردند. مهار ریلها توسط مدفون شدن آنها در یک توده دو جزئی ارتجاعی صورت می‌گیرد. مشخصه ویژه این طرح آن است که المان‌های سازه‌ای مجزایی به عنوان سیستم اتصالات ریل استفاده نمی‌شود. از این رو ریلها به صورت منقطع نگه داشته نشده، بلکه به صورت ارتجاعی در کل طول خود مدفون می‌شوند. مصالح الاستیک با طول عمر بالا، قرارگیری صحیح ریلها را با میزان ارتجاعیت قابل تنظیم و به صورت همگن تضمین می‌کنند. این مصالح یکپارچه در چند دهه آزمایش شده و از چوب پنبه های خاص ترکیب شده با پلیمرهای مخصوص تشکیل شده است. سیستم اینفوندو از همان طراحی سنتی لایه‌ای خطوط بدون بالاست شامل یک لایه محافظ در برابر یخبندان، یک لایه چسبنده هیدرولیکی و یک صفحه پشتیبان بتنی استفاده می‌کند. لایه پشتیبان بتنی بصورت پیوسته و بدون درز با بتن درجا است. سیستم اتصالات ریل طراحی زیر را شامل می‌شود:

۱- هدایت ریل در یک کانال

۲- نگهداری پیوسته ریل روی پد زیرین (چوب پنبه لاستیکی)

۳- تثبیت ریل با استفاده از توده تزریق شده ارتجاعی

کانال تعبیه شده در بستر بتنی، ارتفاع، راستا و عرض خط ریلی را تعیین می‌کند. از این رو می‌بایست به دقت اندازه‌گیری و ساخته شود. نیروهای افقی و قائم وارد شده بر ریل توسط توده دو جزئی ارتجاعی و پد زیرین چوب پنبه‌ای جذب می‌شوند. با توجه به ترکیب اجزاء، میزان الاستیسیته توده مدفون کننده تنظیم می‌شود. **شکل ۲—۲۶)** ساختار طرح اینفوندو را نشان داده است.



شکل ۲—۲۷طرح اینفوندو

مزایای سیستم اینفوندو به قرار زیر است:

- سایش کمتر ریلها که استفاده از پروفیل‌های ضعیف‌تر را ممکن می سازد.

۱- INFUNDO
۲- EDILON

omoorepeyman.ir

- کاهش آلودگی صوتی
- کمینه کردن اجزاء و مصالح مصرفی
- راه‌حل اقتصادی‌تر و زمان ساخت کوتاه‌تر

ریلهای مدفون، راه‌حلی ایده‌آل برای مسیرهای همسطح شامل تقاطعات ریلی، جاده‌ای و پیاده‌روها می باشد.

اصلی‌ترین حوزه بکارگیری سیستم اینفوندو در مسیرهای سریع شبکه اروپا و نیز حمل و نقل ریلی مسافری شهری (متروها و خطوط سبک شهری) و تقاطعات همسطح و تونلها مناسب بوده و در خطوط اتصالی و صنعتی نیز بکار گرفته شده است.

ح) خطوط پیوسته مهار شده ریل[1]

این بخش شامل نمونه‌هایی از خطوط بدون بالاست می‌باشد که در آن ریلها بصورت پیوسته توسط تکیه‌گاه‌های ارتجاعی مهار می‌شوند. در این سیستمها برخلاف خطوط ریل مدفون که در آن یک شکاف برای جای دادن مخلوط الاستیک به عنوان تکیه‌گاه پیوسته تعبیه می‌شود، ایجاد تکیه‌گاه پیوسته ریل بدون شکاف صورت می‌گیرد. از جمله مهمترین این خطوط که در خطوط مربوط به قطارهای سبک مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان به خط کوکن[2] و ریل قاشقی با تکیه‌گاه پیوسته[3] و نیز خطوط جدید SFF و سارگومی[4] اشاره کرد.

در کنار این روشها، سیستم‌های پابند ریل نیز در ادامه مورد توجه قرار گرفته که جان ریلها را مهار می‌نمایند. یک مزیت مهم این سیستمها خاصیت ارتجاعی بسیار بالای آنها می‌باشد. دو سیستم مذکور معمولا در خط با دال و ریل سبک بکار برده می‌شوند.

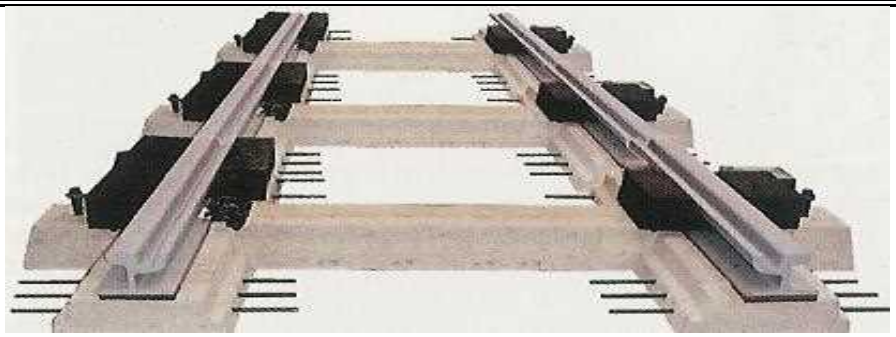
خاصیت ارتجاعی بسیار بالای آنها می‌باشد. دو سیستم مذکور معمولا در خط با دال و ریل سبک بکار برده می‌شوند.

خ) خط کوکن

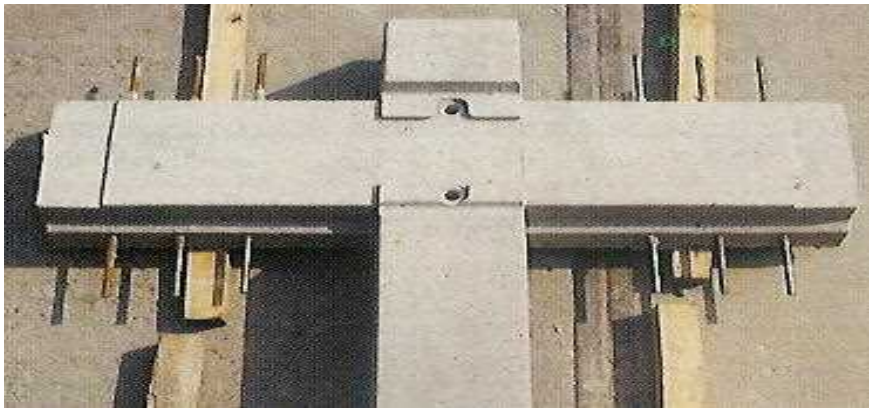
سیستم خط کوکن ترکیبی از ریل با تکیه‌گاه پیوسته با پابندهای الاستیک و المانهای قابی شکل بتنی می‌باشد. شکل **(شکل ۲—۲۸)**این سیستم از چندجزء اصلی تشکیل شده که تراورس بتنی المان اصلی تشکیل دهنده آن محسوب می‌شود. تراورس کوکن، یک تراورس بتنی دارای عملکرد طولی و جانبی می‌باشد و شکل ظاهری آن بصورت H است. این تراورس به عنوان یک تکیه‌گاه یکپارچه یک سیستم درونی جهت تراز x، y و z خط دارد. پابندها در تقاطع دو شاخه طولی و جانبی تراورس قرار داده می‌شوند **(شکل ۲—۲۹)**.

۱- Clamp-Fastened Tracks
۲- Cocon track
۳- Continuously Supported Grooved Rail
۴- SAARGUMMI

omoorepeyman.ir



شکل ۲—۲۸ تصویری از سیستم خط قابی شکل کوکن



شکل ۲—۲۹تصویری از سیستم خط قابی شکل کوکن

در سطح طولی تراورس نوار الاستیک[۱] مخصوص قرار داده می‌شود. این نوار از دو لایه مختلف تشکیل شده که هرکدام دارای ماهیت ارتجاعی مجزا هستند. اولین لایه، لایه انطباق[۲] می‌باشد. این لایه پس از محکم نمودن پابندهای ریل به ۴۰ درصد ضخامت اولیه خود می‌رسد. فشردگی باید برای تطابق با رواداری‌های اجرایی خط کافی باشد (۲ تا ۳ میلیمتر رواداری مجاز ارتفاعی ریل). همچنین قابلیت تطابق با تنظیمات ارتفاعی آتی در ریل را نیز داشته باشد. عملاً، حداقل ضخامت مورد نیاز ۱۰ میلیمتر می باشد. لایه دوم، لایه پشتیبان بار[۳] می‌باشد. این لایه از لایه اول سخت‌تر می‌باشد. خصوصیات سختی این لایه بستگی به مقتضیات مربوط به حداکثر تغییر مکان ریل دارد. سختی این لایه حداقل ۵ برابر لایه زیرین (لایه انطباق ارتفاع) است.

به همراه دو لایه مذکور یک الاستومر ضد صدا[۴] (معمولا از جنس چوب‌پنبه و لاستیک طبیعی یا مصنوعی) بین فنر پابند و ریل قرار داده می‌شود تا از تماس مستقیم آنها جلوگیری نماید. به جان ریل[۵] لاستیک با کیفیت بالا چسبانیده می‌شود تا از تماس مستقیم بدنه ریل با مصالح مجاور آن، مانند آسفالت و بتن جلوگیری گردد. درون المانهای پر کننده حفره جان فضاهائی پیش‌بینی می‌شود که امکان نصب انواع پابندهای ریل فراهم آید (**شکل ۲—۳۰**).

۱- CDM-Bistrip
۲- AS (Adaptation Strip)
۳- LB (Load Bearing Layer)
۴- Sound Stop Elastomer
۵- CDM-Flexi-Web

omoorepeyman.ir

این نوع از روسازی بدون بالاست مخصوص مسیرهای تراموایی همسطح طراحی شده است و هدف اصلی آن کاهش تولید صدا می‌باشد. بسته به سختی بستر، خط کوکن می‌تواند باعث کاهش ارتعاش خط نیز گردد. خط کوکن مشابه سایر خطوط هم سطح[1] در طولهای ۱۸m ساخته می‌شود.

شکل ۲—۳۰ جزییات ریل قاشقی، نوار دو لایه CDM و پر کننده‌های جان ریل

تراورس‌های H شکل کوکن به همراه میله‌های تعبیه شده در آنها بصورت سر به سر به یکدیگر متصل می‌شوند. این المانها طوری ساخته می‌شوند که سطحی تراز و یکنواخت جهت اجرای دو لایه الاستیک فراهم آید. سپس ریل‌ها روی نوارهای الاستیک قرار داده شده و به کمک پابندها در جای خود محکم می‌شوند. پس از آن پانلهای خط، بلند شده و روی لایه نازکی از بتن زیرسازی قرار داده می‌شوند. لایه مذکور سطحی مسطح و خشک جهت اجرای بتن بوجود می‌آورد. با استفاده از میخهای تنظیم، المانهای بتنی تا ۱۰ سانتیمتر روی بستر بتنی قابل تنظیم می‌باشند (روش بالا به پائین). این میخها زیر میلگردهای تقویت کننده بسته می‌شوند، مقدار آن بستگی به سختی خاک زیرین دارد. پس از آن، پرکننده‌های جان ریل نصب می‌شوند و تراورس بتنی و میلگردهای تقویت‌کننده فولادی مربوطه در بتن غرق می‌شوند. شکل ظاهری تراورس به گونه‌ای است که تماس بهینه با بتن درجا ریخته شده، حاصل گردد.

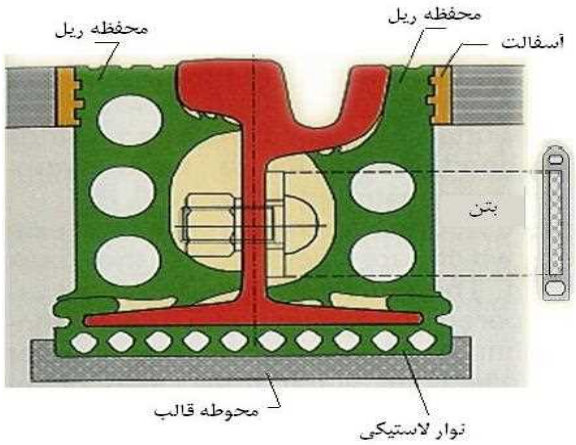
د) ریل قاشقی با تکیه‌گاه پیوسته

سیستم ریل قاشقی با تکیه‌گاه پیوسته[2] توسط شرکت فونیکس[3] ابداع شده است و شامل ریل با تکیه‌گاه پیوسته و الاستیک می‌باشد. در این سیستم استفاده از پابند بصورت یک گزینه مطرح می‌باشد، اما الزامی نیست. زیر نشیمنگاه ریل قاشقی یک تسمه الاستیک دارای حفره های هوا ، تکیه‌گاه الاستیک را فراهم می‌آورد. هر دو ریل روی یک بستر بتنی با عیار بالا تراز می‌شوند و میله‌های فولادی محکم و تثبیت می‌شود تا عرض خط ایمن و مطمئن سیستم تضمین گردد. در حفره‌های جانبی ریل قاشقی، پرکننده لاستیکی قرار می‌گیرد، **شکل ۲—۳۱)** و **شکل ۲—۳۲)** هدف از استفاده از لاستیک‌های

۱- Paved-In Tracks
۲- ERL
۳- Phoenix

omoorepeyman.ir

نام برده، کاهش صدای ناشی از حرکت قطار در سازه خط می باشد. به علاوه، آنها نقش لایه انتقالی بین ریل و روسازی مجاور خط را ایفا می‌نمایند.



شکل ۲—۳۱ جزئیات مهار پیوسته ریل فونیکس

شکل ۲—۳۲نصب پر کننده‌های جان

قبل از همه، یک بستر بتنی ساخته می‌شود تا یک لایه تکیه‌گاهی صلب و تراز بوجود آورد. در بالای این بستر، کلیه قطعات خط به همراه نشیمنگاه الاستیک و صفحات جان ریل قرارداده می‌شوند. قاب پیاده شده (به روش بالا به پائین) به کمک گوه‌های چوبی تنظیم می‌گردد. **شکل ۲—۳۳**) فاصله بین دال و نشیمنگاه الاستیک با یک ماده مرکب پر می‌شود و سپس روسازی جاده اعمال می‌شود.

شکل ۲—۳۳ قاب خط مونتاژ شده آماده اجرای روسازی آسفالتی

از این نوع روسازی می‌توان به ریلهای با جان مهارشده [۱] و طرح SFF [۲] اشاره نمود که با توجه به کاربرد ویژه آنها از تشریح آنها صرف‌نظر شده است.

۱- Web Clamped Rails

۲- Schwingungsgedämpfte Feste Fahrbahn

omoorepeyman.ir

۲ـ ۳ ـتحویل دالخط

جهت تحویل دالخط می‌بایست از کفایت سازه‌ای و انطباق روسازی با طرح هندسی مسیر اطمینان حاصل گردد. این موضوع مستلزم نظارت پیوسته از آغاز روند مطالعات و طراحی تا پایان عملیات اجرایی می‌باشد. فرم زیر نمونه‌ای از چک لیست روسازی مترو جهت تحویل به بهره‌بردار می‌باشد.

جدول ۲—۳چک لیست روسازی بتنی مترو جهت تحویل به بهره‌بردار

شرح	نیاز است	دارد	ندارد	ناقص	توضیحات
مدارک تحویلی					
نامه ابلاغ قرارداد					
آیا کلیه صورتمجالس مربوطه تهیه و ابلاغ شده است؟					
ابلاغیه افزایش مقادیر پیمان و الحاقیه ها					
صورتجلسه طبقه بندی خاک توسط کمیسیون					
صورت جلسه نقاط نقشه برداری تحویلی مصوب					
لیست قطعه هایی که موضوع تحویل می باشد منطبق با نقشه های پلان و پروفیل مصوب					
صورت جلسه و نقشه تجهیز کارگاه مصوب					
کلیه نقشه های چون ساخت، همراه با مشخصات مربوطه و اعمال هرگونه تغییرات ضمن کار به همراه ارائه مختصات جدید اجرا شده مهر و امضاء شده همراه با لوح فشرده					
دستورکارهای مصوب و تائید شده اجرای کار به همراه ارائه لیست آنها					
گزارش طرح اختلاط مصوب					
مدارک و مستندات صورتمجالس ابلاغی					
انجام موفقیت آمیز همه آزمایشهای تعیین شده					
گواهی صلاحیت آزمایشگاه‌ها					
آزمایش‌های میلگرد، مش (کشش، جنس و...)					
آزمایش های کالیبراسیون دوربین های نقشه برداری					
آزمایش های کالیبراسیون دستگاه های بتن ساز (بچینگ)					
آزمایش های سیمان					
آزمایش های مصالح سنگی					
آزمایش های آب					
آزمایش‌های مقاومت بتن					
صورتجلسه صحت اجرای هر قطعه از مسیر					

omoorepeyman.ir

شرح	نیاز است	دارد	ندارد	ناقص	توضیحات
صورت جلسه نقاط نقشه برداری تحویلی مصوب					
لیست قسمت هایی که موضوع تحویل می باشد به همراه کروکی کارگاهی مربوط به قسمتی از کار مورد تایید برای تحویل(مشخص کردن موقعیت ها در key plan اصلی)					
کلیه نقشه های چون ساخت، همراه با مشخصات مربوطه و اعمال هرگونه تغییرات ضمن کار به همراه ارائه مختصات جدید اجرا شده مهر و امضاء شده همراه با لوح فشرده					
دستورکارهای مصوب و تائید شده اجرای کار به همراه ارائه لیست آنها					
گزارش طرح اختلاط مصوب					
مدارک و مستندات صورتمجالس ابلاغی					
مدارک مطالعات فاز ۱ و ۲					
اسناد مطالعات فاز ۱ ابلاغی					
گزارشات محاسبات مطالعات فاز ۲ ابلاغی					
نقشه های اجرایی ابلاغی					

۲ـ ۴ ـسیستم‌های تعمیر و نگهداری

سیستم‌های تعمیر و نگهداری را می‌توان به دسته‌های زیر تقسیم‌بندی نمود.

۱- تعمیر و نگهداری واکنشی RM.

۲- تعمیر و نگهداری پیشگیرانه PM.

۳- نگهداری و تعمیرات موثر Proactive Maintenance .

۴- تعمیر و نگهداری بهره‌ور فراگیر TPM.

۲ ـ ۴ـ ۱-تعمیر و نگهداری واکنشی RM

در این روش بعد از وقوع خرابی نسبت به تعمیر ماشین و بازگشت وضعیت به حالت اولیه اقدام می‌گردد.

در استاندارد TPM از این روش با عنوان (Breakdown Maintenance) یاد شده و در ایران نیز عنوان تعمیرات اضطراری (Emergency Maintenance) برای این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این سیستم در سالهای آغازین تکامل نت مورد استفاده قرار می‌گرفته و بدین سبب با ساختار امروزین ماشین‌آلات و تجهیزات همخوانی چندانی نداشته و معایب زیر را با خود به همراه دارد:

omoorepeyman.ir

۱- کاهش ایمنی کار با ماشین‌آلات.

۲- عدم برنامه‌ریزی دقیق تولید به علت بروز مشکلات کمی و کیفی.

۳- نیاز به گروه تعمیراتی قوی و آماده به کار.

۴- افزایش زمان تعمیرات بعلت مشاهده خرابی‌های فرعی.

۵- نیاز به ذخیره و انبار کردن وسیع قطعات.

۲ ـ ۴ـ ۲-تعمیر و نگهداری پیشگیرانه PM

به فعالیتهایی که قبل از ایجاد خرابی در یک سیستم به منظور جلوگیری و به حداقل رساندن عیوب احتمالی انجام می‌شود، نگهداری پیشگیرانه گفته می‌شود. در این سیستم، پس از آغاز بهره‌برداری بازدیدهای منظم و اتفاقی از کلیه تجهیزات صورت می‌گیرد. هر کدام از این تجهیزات به صورت جداگانه و به صورت خاص مورد بازرسی منظم قرار می‌گیرد و پارامترهای مورد نظر بررسی می‌شوند. برای هر قسمت از دپارتمانها، نمونه‌های چک لیست جداگانه تهیه می‌شود. قبل از بازرسی این چک لیستها در اختیار تکنسین فنی قرار گرفته و آموزشهای لازم در خصوص چگونگی پر کردن این فرمها در اختیار وی قرار می‌گیرد. پس از بازرسی و پرکردن فرمها، این اطلاعات در اختیار کارشناس فنی مربوطه قرار می‌گیرد تا به تحلیل نتایج مربوطه و ارائه روشهای متناسب و بهینه برای تعمیرات بپردازد. همچنین نقاط بحرانی عملیات تعمیر و نگهداری را مشخص نماید.

۲ ـ ۴ـ ۳-نگهداری و تعمیرات موثر Proactive Maintenance

نت موثر به مجموعه فعالیت‌هایی اطلاق می‌گردد که با هدف بهبود وضعیت کارکرد ماشین‌آلات، کاهش میزان نیاز آنها به اجرای نت و حذف کامل علل وقوع خرابیها انجام می‌گیرد. در استاندارد نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) که از سوی انجمن مهندسین نت ژاپن تدوین گردیده عبارت (Maintenance Prevention) برای نت موثر استفاده گردیده است.

مهمترین روشهای تحلیلی مورد استفاده در سیستم نگهداری و تعمیرات موثر عبارتند از:

RCA : Root Cause Analysis
&
MFMEA : Machine Failure Mode and Effects Analysis

فعالیتهای نت موثر عبارتند از:

۱- انتخاب ماشین‌آلات و تجهیزات و یا تغییر در نحوه استفاده از آنها بر اساس سوابق نت و تجربیات پرسنل نت وتولید.

۲- طراحی مجدد اجزاء ماشین با هدف حذف علل وقوع خرابیها.

۳- بازنگری در طراحی، نصب و نحوه بهره‌برداری از تجهیزات.

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۴ـ ۴-تعمیر و نگهداری بهره‌ور فراگیر TPM

این سیستم در حقیقت همان سیستم نت بهره‌ور به شیوه آمریکایی (که در سال ۱۹۵۴ معرفی شد) است که در جهت سازگاری با شرایط صنعتی ژاپن در آن بهبودهایی داده شده است. ابتکار محوری و حساس در اصول TPM این است که اپراتورها خودشان به امور اصلی و اولیه نگهداری و تعمیرات ماشینهای خودشان می‌پردازند. در نت بهره‌ور فراگیر نتایج حاصل از فعالیتهای صنعتی و تجاری به صورت اعجاب‌انگیزی بهبود یافته و سبب ایجاد یک محیط‌کاری با بهره‌وری بالا، شادی‌آفرین و ایمن با بهینه‌سازی روابط بین نیروی انسانی و تجهیزاتی که با آن سر و کار دارند، می‌گردد.

اصول مربوط به تعمیر و نگهداری در این روش شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- افزایش میزان اثربخشی کلی ماشین‌آلات.

۲- اجرای نت خودکنترلی توسط پرسنل خطوط تولید.

۳- اجرای نت برنامه‌ریزی شده توسط بخش نگهداری و تعمیرات.

۴- برگزاری دوره‌های آموزش تئوری و عملی برای کلیه پرسنل.

۵- مدیریت زودهنگام بر روی ماشین‌آلات.

۶- استقرار سیستم نت کیفیتی با ایجاد ارتباط بین واحدهای نت و کنترل کیفیت.

۷- استقرار نت بهره‌ور فراگیر در واحدهای پشتیبانی و ستادی نت.

۸- مدیریت ایمنی و محیط زیست.

نگهداری و تعمیر خطوط بدون بالاست

همانطور که قبلا بیان شد یکی از علل توسعه خطوط بدون بالاست و توجیه اقتصادی آنها در محدوده‌های شهری، عدم نیاز به انجام عملیات نگهداری و تعمیر در حدی است که خطوط بالاستی در طول دوره عمر خود به آن نیاز خواهد داشت. اصطلاحاً به این خطوط، « بی‌نیاز از نگهداری و تعمیر[1]» اطلاق می‌شود. البته در این نوع از خطوط نیز اجزایی وجود دارند که می‌توان آن‌ها را اجزای مصرفی نامید. ریل و بانداژ چرخ از جمله این ادوات محسوب می‌شوند که پس از مدت زمانی باید نسبت به تعویض یا ارتقای کیفیت آنها اقدام نمود.

عملیات نگهداری، بهسازی و نوسازی قطعات مصرفی در خطوط بدون بالاست ارتباط مستقیم با دوره عمر اجزا، تجهیزات و تأسیسات خط ریلی دارد. معمولاً دوره بهربرداری از خطوط ریلی درون شهری (با توجه به استفاده از سیستم بدون بالاست) و در صورت اجرای دقیق کلیه جزئیات مربوط به سیستم انتخابی، حدود ۱۰۰ سال خواهد بود. از این رو عملیات

۱- Maintenance Free

omoorepeyman.ir

بهسازی در کسری از این زمان و با توجه به عمر مفید هر یک اجزای انتخابی و عملیات نوسازی در پایان دوره بهره‌برداری از خط صورت می‌گیرد.

جدول ۲—۴ نوع و میزان عملیات نگهداری مورد نیاز قطعات مختلف در سیستم‌های روسازی ریلی بدون بالاست

نام قطعه	نوع عملیات نگهداری مورد نیاز			ملاحظات
	نگهداری و تعمیر پیشگیرانه	نگهداری و تعمیر واکنشی	بهسازی و نوسازی	
ریل پاشنه‌دار	✓	✓	✓	در خطوط بدون بالاست، ریل و پابند، بالاترین هزینه نگهداری و تعمیر را به خود اختصاص می‌دهند. عمر مفید ریل، ۱۲ سال و عمر مفید پابند، ۷ سال فرض می‌شود.
پابند	✓	✓	✓	
دال بتنی و تراورس	✓	✓	✓	عمر مفید دال بتنی، ۱۰۰ سال فرض می‌شود و تراورس‌های مدفون در آن نیز، بخشی از دال محسوب می‌شوند.
درز ریل	✓	✓	✓	نگهداری پیشگیرانه درز ریل‌ها، عملیاتی چون سفت نمودن اتصالی‌ها، تنظیم تراز هندسی محل قرارگیری درز ریل و سنگ‌زنی پیشگیرانه را شامل می‌شود. نگهداری مناسب درز ریل‌ها، علاوه بر خط، بر آلات ناقله عبوری نیز تأثیرگذار می‌باشد. عمر مفید یک درز ریل در خط اصلی قطار شهری کم‌تر از ۵ سال فرض می‌شود.
جوش درز ریل	✓	✓	✓	نگهداری پیشگیرانه جوش درز ریل، بازرسی آلتراسونیک، جوشکاری ترمیمی و یا تقویتی می‌باشد. عمر مفید درز ریل جوشکاری شده به روش ترمیت، معادل عمر مفید ریل می‌باشد.
لایه ارتجاعی زیر دال بتنی			✓	با توجه به این که این لایه‌ها در زیر بتن دال مدفون می‌شوند، نیازی به عملیات نگهداری ندارند. عمر مفید این لایه‌ها باید حداقل برابر عمر مفید دال بتنی باشد.
داکت‌های بتنی پیش‌ساخته		✓	✓	داکت‌های پیش‌ساخته بتنی باید در فواصل زمانی مشخص تمیز شده و کابل‌های قدرت درون آن‌ها بازدید شود.
زهکش‌های طولی خط	✓			زهکشی‌های طولی خط که به صورت درجا اجرا می‌گردند، نیاز به تمیز شدن از اجسام خارجی در دوره‌های زمانی مشخص دارند. عمر مفید این زهکش‌ها مشابه دال بتنی می‌باشد.

۲ ـ ۴ـ ۵-منشا خرابی های دال بتنی

عیوب تکنولوژیکی بتن دال

omoorepeyman.ir

عیوبی تکنولوژیکی بتن عبارتند از: خوردگی فولاد به کار رفته، سایش و فرسایش عین تغییر شکل‌های حرارتی، سخت‌شدگی بتن، پوکی و ایجاد حفره‌های دورن بتن و ... توجه خاص به عدم ایجاد عیوب ذکر شده بیشتر باید در مرحله طرح اختلاط بتن و اجرای آن باشد بنابراین در ادامه به بررسی عوامل ایجادکننده و راهکارهای مقابله با آن پرداخته خواهد شد. عوامل ایجاد عیوب در سازه‌های بتنی را می‌توان به دو دسته عیوب داخلی و خارجی مطابق جدول (**جدول ۲—۵**) تقسیم‌بندی نمود.

جدول ۲—۵ دلائل خرابی سریع سازه‌های بتنی

عوامل موثر			تاثیر بر بتن
عوامل خارجی		درجه حرارت بالا، کاهش و افزایش متناوب میزان رطوبت	- کاهش قابلیت کاربرد بتن به هنگام بتن‌ریزی - ترک ناشی از جمع‌شدگی در اثر خشک شدن - نفوذ سریع یون‌های خورنده حاصل از کلرها، سولفات‌ها و اسیدکربنیک‌ها و ... - آغاز سریع خوردگی و افزایش سرعت آن
		آب موجود در اطراف بتن، آب زیرزمینی، آب دریا و آب‌های نرم	- آغاز خوردگی توسط یون کلر - خرابی سطح بعلت رسوب نمک‌های منبسط شده - شسته شدن عمقی بتن بوسیله آب‌های نرم در نواحی گرم و مرطوب
عوامل داخلی	انتخاب مصالح	سیمان پرتلنه ضدسولفات	- مقاومت کم در قبال نفوذ یون کلر
		شن و ماسه متخلخل	- کاهش قابلیت کاربرد بتن هنگام بتن‌ریزی - نفوذ بیشتر یون‌های خورنده - افزایش میزان جمع‌شدگی در اثر خشک شدن و خزش بتن - پایداری شکل کم در اثر خرابی سریع سطح بتن ناشی از رسوب نمک‌ها
		مصالح سنگی غبارآلود	- افزایش مقدار آب مورد نیاز که نتیجه آن عبارتست از: افزایش میزان جمع‌شدگی در اثر خشک شدن، افزایش میزان خزش، پایین بودن مقاومت در نفوذپذیری بالا
		شن و ماسه حاوی کلر و سولفات	- آغاز خوردگی در اثر یون کلر - خرابی سطوح در اثر رسوب نمک‌های منبسط‌شونده
		شن و ماسه تبرگوشه و یکنواخت	- از دست دادن شیره بتن - جمع شدن در اثر خشک شدن (پلاستیکی) - نیاز به آب فراوان که نتیجه آن تخلخل بیشتر بتن است.
		مصالح سنگی حساس در قابل قلیایی‌ها	- ترک و طبله کردن و در نتیجه کاهش پوشش موثر فولاد
	خطاهای اجرایی	انبار کردن ناهیچ مصالح	- چنانچه فولاد قبل از مصرف در مرض رسوب املاح قرار گیرد پس از جاگذاری آن در بتن علاوه بر خورده شدن فولاد، املاح خود را بسطح بتن رسانده موجب بروز خرابی می‌شود.
		تراکم نامناسب	- وجود حفره‌ها و فضاهای خالی که موجب نفوذ سریعتر عوامل خرنده می‌گردد.
		عمل‌آوری نامناسب	- نفوذپذیری بالا

omoorepeyman.ir

عوامل موثر			تاثیر بر بتن
			- عمل آوردن با آب حاوی املاح که خود موجب نفوذ سریع یون کلر می‌گردد.
		مسائل دیگر مانند خرابکاری در ساخت بتن	

۲ـ ۴ ـ ۵ـ ۱ـتاثیر عوامل محیطی بر خرابی بتن

الف) تاثیر حرارت بر روند خرابی بتن سخت‌شده

بالا بودن قابل توجه درجه حرارت بویژه در نواحی گرمسیر، موجب ایجاد شدت در خوردگی بتن و فولاد می‌باشد. نفوذ عوامل خورنده از قبیل یون کلر، گاز دی‌اکسیدکربن، یون‌های منیزیم و یون‌های سولفات در مناطق گرمسیر با سرعت بیشتری صورت می‌پذیرد.

از نقطه‌نظر خوردگی بتن در اثر نمک‌های مضاعفی نظیر Ettringite و Thaumasite آسیب‌پذیری در درجه حرارت‌های بالاتر کمتر است و خوردگی بعلت عدم انبساط نمک‌های سولفات ممکن است اصلاً بروز ننمایند. توجیه این امر از این قرار است که میزان حلالیت هیدروکسیدکلسیم در درجه حرارت بالا کمتر است، در حالیکه در مورد سولفات کلسیم، Ettringite و یا دیگر نمک‌های مضاعف، با بالا رفتن درجه حرارت حلالیت افزایش می‌یابد.

گرچه این نوع انبساط سولفاتی در مناطق گرمسیر از اهمیت کمتری برخودار است، استفاده از سیمان پرتلند ضدسولفات در این مناطق فزونی یافته است. این سیمان به شکلی است که مانع از تشکیل Ettringite می‌شود. متاسفانه سیمان پرتلند ضدسولفات مقاومت کمی در قبال حمل یون کلر دارد. بنابراین استفاده از این نوع سیمان در مناطق گرمسیر نمی‌تواند راه‌حل موثری تلقی گردد.

ب) تاثیر رطوبت بر روند خرابی بتن سخت‌شده

رطوبت بتن از عوامل مهمی است که از جنبه‌های فیزیکی و مکانیکی بر پایایی بتن اثر می‌گذارد. تقریباً تمام عوامل مخرب به منظور ورود در فعل و انفعالات تخریبی به آب احتیاج دارند. وجود آب در خلل و فرج بتن عاملی است برای شکل‌گیری فعل و انفعالات شیمیایی مخرب. بتن سعی دارد به لحاظ میزان رطوبت با محیط اطراف خود به تعادل برسد. حصول تعادل بکندی صورت می‌گیرد، از این رو تغییرات روزانه رطوبت بتن قابل ملاحظه نیست. به هنگام رویارویی با آب جسم بتن به سرعت خیس می‌شود. لیکن خشک شدن آن به کندی صورت صورت گرفته و مستلزم زمان بیشتری خواهد بود و این امر امکان انجام فعل و انفعالات شیمیایی برای زمان بیشتری را فراهم می‌سازد.

رطوبت علاوه بر اینکه موجب خوردگی بتن می‌شود، فولاد را نیز تحت تاثیرات مخرب قرار می‌دهد. حتی اگر فولاد بعلت تشکیل کربنات‌ها، پتانسیل خوردگی را نیز داشته باشد در صورتی که درصد رطوبت کم باشد، این عمل اتفاق

omoorepeyman.ir

نمی‌افتد، زیرا مقاومت الکتریکی بتن بسیار زیاد است. با این شرایط می‌توان بطور کلی عنوان نمود که: درصد رطوبت بالای محیط، شرایط مساعدی را برای بروز خوردگی فراهم می‌سازد.

ت) آب احاطه‌کننده اطراف

در اثر عدم وجود سیستم زهکشی مناسب و با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه سطح آب زیرزمینی بالاست می‌توان احاطه آب بر بتن را متصور شد. به دلیل وجود املاح گوناگون در آب، این املاح می‌توانند موجب بروز خرابی سطوح خارجی بتن در تراز سطح زمین گردند، و چنانچه کلر بین این املاح وجود داشته باشد ممکن است خوردگی فولاد آغاز شود. بطور کلی به منظور جلوگیری از این پدیده توصیه می‌شود در ساخت خط بدون بالاست به دلیل آنکه در درون زمین قرار می‌گیرد، در لایه‌های غیرقابل نفوذ (نظیر پوشش‌های پلاستیکی یا قیراندود) پوشانیده شود.

در مناطق مجاور دریا سطح بتن تحت تاثیر مخرب یون‌های خورنده در آب و خاک می‌باشد که در اثر این خورده شدن آهک، حفره‌هایی در سطح بتن ظاهر می‌شود. در مورد بتن متراکم که خوب عمل آورده شده باشد این تاثیر سطحی و محدود می‌باشد علاوه بر این استفاده از سیمان سرباره‌ای به دلیل آنکه آهک کمتری داشته و خمیر سخت‌تری دارد، مقاومت بیشتری در مقابل حملات فوق از خود نشان می‌دهد.

ث) اثر گرد و خاک محیط در فرسایش، سائیدگی بتن

به دلیل اجرای نامناسب و در معرض هوای آزاد نگه داشتن سطح بتن، گرد و خاک موجود در منطقه می‌تواند موجب سائیدگی بتن گردد. نتیجه این امر تا حدود زیادی با سمباده کاری ماسه‌ای (Sand Blas Ting) قابل مقایسه است. به نظر نمی‌رسد این امر بطور مشخص بر دوام بتن آسیبی وارد نماید، اما از آنجائیکه این گرد و غبار حاوی املاح خورنده است، خوردگی بتن در نقاطی رخ می‌دهد که انتظار نمی‌رود. علاوه بر این در محل اتصال دو اسلب رسوب گرد و خاک ممکن است آزادی حرکت قطعه بتنی را سلب نماید که در نتیجه آن تنش‌های ناشی از تغییر شکل‌های پیش‌بینی نشده موجب خرابی می‌گردد.

۲ـ ۴ ـ ۵ـ ۲ـتاثیر نوع سیمان بر پایایی بتن

مسائل اساسی مرتبط با پایایی بتن که به نوع سیمان مربوط می‌شود عبارتند از:

- خوردگی فولاد به بواسطه نفوذ یون کلر.
- حمله سولفات‌ها.
- اثر متقابل مواد قلیایی موجود در سیمان و مصالح سنگی.
- تغییر شکل‌های حرارتی ضمن سخت شدن بتن.

مسائلی که کمتر تحت تاثیر نوع سیمان هستند عبارتند از:

- زمان گیرش.
- جمع شدن پلاستیکی و جمع شدن در اثر خشک شدن.

omoorepeyman.ir

- ریختن و متراکم ساختن بتن تازه.
- تاثیر حرارت اعم از تغییرات فصلی و تغییرات شبانه‌روزی.

به دلیل اهمیت نوع سیمان انتخابی بر طرح عوامل فوق‌الذکر در ادامه ارائه می‌گردد.

آ) خوردگی فولاد بواسطه نفوذ یون کلر

غالباً خرابی سازه‌های بتن مسلح در نواحی گرمسیر بواسطه نفوذ یون کلر خوردگی فولاد رخ می‌دهد. می‌توان برای کاهش میزان خوردگی در اثر نفوذ یون کلر در مناطق گرم و مرطوب، استفاده از سیمان سرباره‌ای که مقاومت بیشتری را در مقابل نفوذ یون کلر ایجاد می‌کند، پیشنهاد نمود. در جدول زیر تاثیر نوع سیمان بر سرعت نفوذ یون کلر نشان داده شده است.

جدول ۲—۶ تاثیر نوع سیمان بر سرعت نفوذ یون کلر

نوع بتن	شرح	پس از ۳ ماه	پس از ۶ ماه	پس از ۹ ماه	پس از ۱۲ ماه	پس از ۱۵ ماه
سیمان سرباره+ شن و ماسه خاورمیانه	نفوذ یون کلر	میلی‌متر	۱۳ میلی‌متر	۱۵ میلی‌متر	۲۰ میلی‌متر	۲۰-۳۰ میلی‌متر
	خورندگی	-	-	-	-	-
سیمان ضدسولفات+ شن و ماسه خاورمیانه	نفوذ یون کلر	کامل	کامل	کامل	کامل	کامل
	خورندگی	لکه‌های نمک	آثاری از خوردگی	خوردگی متوسط و در بعضی نقاط عمیق		

ب) حمله سولفات‌ها

تاثیر سولفات‌ها بر بتن ساخته شده با سیمان پرتلند معمولی و سیمان پرتلند سرباره‌ای ناشی از فعل و انفعالاتی است که بین تری‌کلسیم آلومینات و سولفات صورت می‌گیرد. این فعل و انفعالات منجر به تشکیل کلسیم سولفوآلومینات می‌شود که از نمک‌های مضاعف اسید آلومینیک بوده و بدان Ettringite نیز اطلاق می‌شود. تشکیل این نمک مضاعف حجیم که در ساختار آن مقدار زیادی آب وجود دارد، دلیل ترک و انهدام بتن می‌باشد.

در سیمان پرتلند ضدسولفات مقاومت در مقابل تهاجم سولفات‌ها بر مبنایی کاملاً متفاوت با سیمان پرتلند سرباره قرار دارد. سیمان ضدسولفات مقاومت خود را از تقلیل مقدار تری‌کلسیم آلومینات (C3A) بدست می‌آورد. وقتی مقدار C3A موجود در سیمان کم است مواد حاصل از جذب آب سیمان که نسبت به سولفات‌ها حساسند، شکل می‌گیرند، ولی قادر به ترکیب با سولفات‌ها و تشکیل کلسیم سولفوآلومینات نیستند.

سیمان پرتلند سرباره عملاً سیمان مقاوم در برابر سولفات‌ها است و درصد کمتری تری‌کلسیم آلومینات، دارد. لیکن نسبت مقاومت سیمان سرباره متناسب با میزان سرباره آن می‌باشد.

ت) تغییر شکل‌های حرارتی

حرارت ناشی از جذب آب سیمان به هنگام گیرش موجب نوعی تغییر شکل حرارتی می‌گردد. هرقدر درجه حرارت از لبه بتن تازه بالاتر باشد، گرمای حاصل از جذب آب سیمان زودتر رها می‌شود. این امر موجب اختلاف فاحش درجه حرارت

omoorepeyman.ir

بین بتن با سن کم و محیط اطراف می‌گردد. این تاثیر در کنار اختلاف فاحش درجه حرارت شب و روز تشدید می‌گردد. اختلاف درجه حرارت، به کمک عایق‌بندی حرارتی قالب‌ها و کاهش درجه حرارت حاصل از فعل و انفعالات شیمیایی آب و سیمان می‌تواند محدود گردد. حداکثر درجه حرارت بتن به هنگام سخت شدن با کاهش درجه حرارت بتن تازه یا خنک کردن بتن در هنگام سخت شدن قابل کنترل است. این امر با انتخاب مناسب نوع و معیار سیمان میسر خواهد بود. از جمیع ملاحظات مطرح شده در این بخش چنین نتیجه می‌شود که جذب آب سیمان سرباره حرارت کمتری را آزاد می‌سازد و نهایتاً اختلاف درجه حرارت کمتری را موجب می‌گردد. از این رو به سیمان سرباره، سیمان کم حرارت نیز گفته می‌شود.

۲ ـ ۴ـ ۶-انواع خرابی روسازی دالخط

به‌طور کلی انواع خرابی در روسازی‌های بتنی را می‌توان در قالب خرابی‌های زیر طبقه‌بندی کرد:

خرابی درز، بیرون پریدگی، ترک خوردگی سطحی، ترک خوردگی انقباضی، جداشدگی تراورس از بتن درجا

۲ـ ۴ ـ ۶ـ ۱ـخرابی درز

آسیب‌دیدگی درز به هر وضعیتی اطلاق می‌شود که موجب انباشته شدن مواد تراکم ناپذیر و همچنین امکان نفوذ قابل ملاحظه آب را به داخل درز به‌وجود بیاورد. انباشت مواد تراکم ناپذیر، مانع از منبسط شدن دال در محل درز می‌گردد و ممکن است به کمانش، خرد شدگی منجر شود.

سطح شدت خرابی آسیب‌دیدگی درزگیر به قرار زیر است (**شکل ۲—۳۴**):

L – وضعیت عمومی درز در سرتاسر قطعه خوب است. درز به نحو مطلوب عمل می کند و تنها آسیب مختصری مشاهده می‌شود. در این وضعیت نیاز به اقدام خاصی نیست.

M – وضعیت عمومی درز در سرتاسر قطعه متوسط است و دارای یک یا چند نوع آسیب‌دیدگی در حد متوسط است. درز باید در طی ۲ سال آینده تعمیر گردد.

H – وضعیت عمومی درز در سرتاسر قطعه بد است و دارای یک یا چند نوع از آسیب‌دیدگی‌های مربوط به محدوده درز است، که در حد شدید ظاهر می‌شوند. در این شرایط تعمیر درز باید فورا انجام پذیرد.

omoorepeyman.ir

شکل ۲—۳۴خرابی درز در دال بتنی

۲ـ ۴ ـ ۶ـ ۲ـبیرون پریدگی

این نوع خرابی عمدتا در شرایط یخبندان رخ داده و باعث کنده‌شدن تکه های کوچک بتن از سطح روسازی شود. قطر یک بیرون پریدگی معمولاً ۲۵ تا ۱۰۰ میلی‌متر و عمق آن ۱۳ تا۵۰ میلی متر است. سطوح شدت این خرابی تعریف نشده است با این وجود بیرون پریدگی‌ها باید گسترش زیادی پیدا کرده باشند تا بتوان آنها را به‌عنوان یک خرابی محسوب کرد. بیرون پریدگی‌ها باید در سرتاسر دال بتنی بالغ بر ۳ بیرون پریدگی به ازای یک متر مربع سطح دال باشند. تراکم بیرون پریدگی‌ها باید اندازه‌گیری شود. چنانچه کمترین شکی در این که میانگین تراکم بیشتر از ۳ بیرون پریدگی در هر متر مربع است وجود داشته، باید حداقل به‌طور تصادفی ۳ سطح ۱ متر مربعی کنترل شود. در صورتی‌که میانگین به‌دست آمده بزرگ‌تر از این باشد، این دال باید شمارش شود. این خرابی در سطح شدت کم تا متوسط، نیاز به تعمیر ندارد. در صورتی که مقدار بیرون پریدگی زیاد باشد می‌توان با روش وصله پاره عمقی آن را اصلاح نمود.

شکل ۲—۳۵ بیرون پریدگی روسازی بتنی

۲ـ ۴ ـ ۶ـ ۳ـترک خوردگی ریزسطحی

ترک‌خوردگی ریز سطحی عبارت است از شبکه‌ای از ترک‌های ریز کم عمق که تنها در قسمت فوقانی رویه بتنی گسترش پیدا می‌کنند. این ترک‌ها یکدیگر را با زاویه حدوداً ۱۲۰ درجه قطع می‌کنند. ترک خوردگی سطحی معمولاً در اثر پرداخت بیش از حد سطح بتن به‌وجود می‌آید و ممکن است به شن‌زدگی سطح بتن (گسیختگی سطحی دال تا عمق ۶ تا ۱۳ میلی‌متر) منجر شود. سطوح شدت این نوع خرابی به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

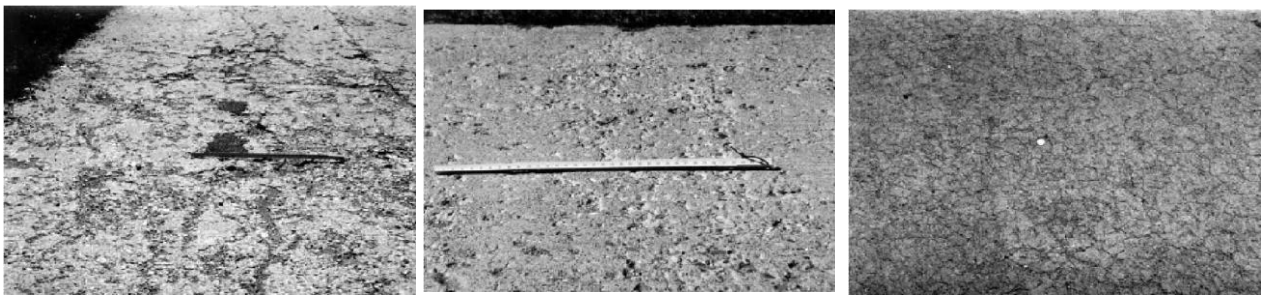
L - ترک‌خوردگی ریز سطحی بیشتر سطح دال را فرا گرفته است؛ سطح دال در وضعیت خوبی قرار دارد و تنها به مقدار ناچیزی، شن‌زده شده است.

M -کمتر از ۱۵ درصد دال شن زده شده است

H – بیش از ۱۵ درصد سطح دال شن زده شده است.

omoorepeyman.ir

نحوه شمارش بدین صورت است که هر دال شن‌زده به‌عنوان یک دال شمارش می‌شود. ترک‌خوردگی ریز سطحی با شدت کم را تنها هنگامی باید شمارش کرد که احتمال شن‌زدگی وجود داشته باشد و یا چند تکهٔ کوچک از سطح دال بیرون زده باشند. برای رفع این نوع خرابی، در صورتی که شدت خرابی کم باشد، می‌توان اقدامی انجام نداد. همچنین اگر شدت خرابی در سطح متوسط باشد می‌توان اقدامی انجام نداد یا دال را جایگزین کرد. در صورتی که شدت خرابی زیاد باشد حسب مورد می‌توان از عملیات وصله پاره عمقی، وصله عمقی یا روکش استفاده کرد.



شکل ۲—۳۶ خرابی ترکخوردگی ریز سطحی/ شن زدگی رویه های بتنی (از راست به چپ: L، M و H)

۲ـ ۴ ـ ۶ـ ۴ـترک خوردگی انقباضی

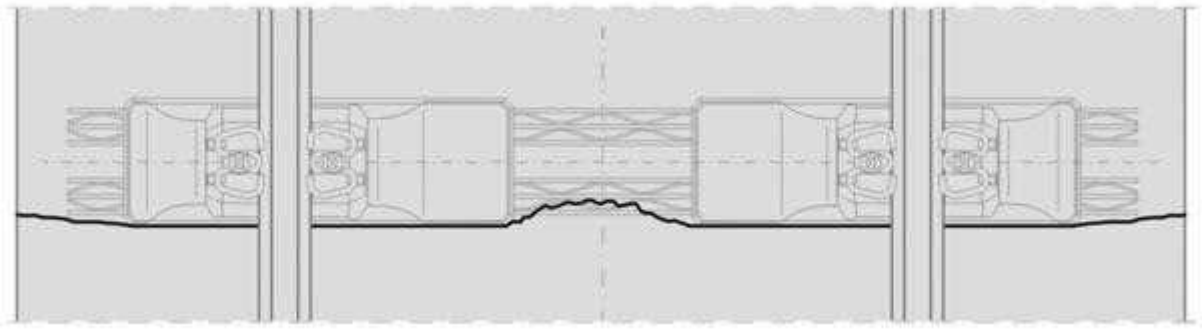
ترک‌های انقباضی عبارتند از ترک‌های تار مویی که معمولاً طول کمتر از ۲ متر داشته و در سرتاسر طول دال امتداد نمی‌یابند. آنها در طی گیرش و عمل‌آوری بتن شکل گرفته و معمولاً در کل ضخامت دال گسترش پیدا نمی‌کنند. برای این نوع خرابی سطوح شدت مشخصی تعریف نمی‌شود، بلکه تشخیص نوع خرابی به تنهایی کفایت می‌کند. چنانچه یک یا چند ترک انقباضی در یک دال معین وجود داشته باشند، دال را به‌عنوان یک دال دارای ترک‌های انقباضی شمارش می‌کنند. این نوع خرابی در هر سطح شدتی که باشد، نیازی به تعمیر ندارد.

شکل ۲—۳۷ خرابی ترکخوردگی انقباضی

omoorepeyman.ir

۲ـ ۴ ـ ۶ـ ۵ـجداشدگی تراورس از بتن

با توجه به عبور بارهای سیکلیک در دالخط‌ها و عدم پیوستگی کامل بین سطوح تراورس (مونوبلوک یا دی‌بلوک) با بتن درجای دال، ترکهای عرضی در سطح تماس دو بتن ایجاد می‌گردد. در دالخط‌هایی که بتن درجا فاقد آرماتورهای طولی می‌باشد این ترک می تواند در کل عرض دالخط گسترش یابد.



شکل ۲—۳۸ ترک عرضی در سطح تماس تراورس و بتن

۲ ـ ۴ـ ۷-روشهای تعمیر دالخط بتنی

۲ـ ۴ ـ ۷ـ ۱ـتعمیر موضعی با ملات اپوکسی

(الف) هدف

هدف از این دستورالعمل پوشاندن شن‌زدگی‌های محدود، کنده‌شدگی‌ها و خراشیدگی‌ها و لب‌پریدگی‌های موجود در سطح بتن جهت جلوگیری از نفوذ آب اکسیژن و دی‌اکسیدکربن به داخل بتن و نیز جلوگیری از خوردگی های احتمالی با استفاده از ملات اپوکسی است. این روش تنها برای پوشش تا ضخامت ۲۵ میلی متر قابل کاربرد می‌باشد.

(ب) مصالح

ملات اپوکسی شامل دو جزء رزین اپوکسی و مصالح سنگدانه‌ای (ماسه کوارتزی با اندازه دانه های کمتر از ۴ میلی متر) است. رزین اپوکسی مورد استفاده باید مطابق با مشخصات مندرج در استاندارد ASTM C881, TYPE III انتخاب شده و الزامات کلی زیر را به عنوان ملات تعمیری برآورده سازد.

سازگاری مقاومت و تغییر شکل با بتن پایه

چسبندگی کافی ملات با بتن پایه

کارآیی مناسب در دماهای مختلف

omoorepeyman.ir

دوام در مقابل شرایط محیطی

این مصالح باید توسط آزمایشگاه مورد تأیید قرار گیرد.

(ج) ابزار

دستگاه ماسه‌پاش برای تمیز کردن سطوح از گرد و غبار، روغن و آلودگی و زبر نمودن سطح با استفاده از سند بلاست

همزن مکانیکی جهت مخلوط کردن ملات مطابق با توصیه های سازنده

کاردک، کمچه و ماله برای قرار دادن ملات بر روی سطوح بتن، متراکم نمودن و صیقل دادن سطح آن

(د) روش اجرا

روش اجرا مطابق ۴ مرحله زیر می‌باشد:

آماده سازی سطح بتن؛ قبل از قرار دادن ملات تعمیری اپوکسی، سطح بتن می‌بایست آماده‌سازی گردد. آماده‌سازی شامل عملیات زیر است:

سطح بتن باید از بتن معیوب و ضعیف عاری گردد (سطحی از بتن سالم شناخته می‌شود که حداقل دارای مقاومتی کششی سطحی (Pull off مطابق ASTM-D4541) برابر با ۱۴ کیلوگرم بر سانتی متر مربع باشد).

سطح بتن با استفاده از لوازم مناسب زبر و مضرس شود.

سطح بتن از مواد ناسالم از قبیل گرد و غبار، روغن و غیره پاک شود.

کلیه سطوح باید قبل از اجرا کاملاً خشک شوند و حداقل دمای سطح بتن ۵ و حداکثر ۳۸ درجه سانتیگراد باشد.

مخلوط کردن ملات اپوکسی؛ ملات اپوکسی به همراه ترکیبات اپوکسی به صورت چند جزئی می‌باشند و باید مطابق با توصیه سازنده درون ظرف‌های کوچکتر ریخته شده و با همزن‌های مکانیکی به خوبی مخلوط می‌گردند. معمولاً ترکیبات اپوکسی باید در دمای بین ۱۶ تا ۳۸ درجه سانتیگراد استفاده شوند.

جاگذاری ملات؛ بعد از آماده سازی سطوح و تهیه ملات اپوکسی، با استفاده از ابزاری همانند کاردک، کمچه و یا ماله و در چند مرحله، با ضخامت‌های توصیه شده سازنده ملات بر روی سطوح قرار داده شده و متراکم می‌گردد. سطح نهایی باید کاملاً مسطح باشد.

عمل‌آوری؛ بعد از اتمام پوشش سطح با ملات تعمیری اپوکسی مطابق با توصیه سازنده عملیات عمل‌آوری می‌بایست انجام گیرد.

(ه) کنترل کیفیت

رزین اپوکسی باید کاملاً شناخته شده باشد و مشخصات فنی ارائه شده در بخش مصالح این دستورالعمل را ارضاء نماید.

قبل از اجرا، پرسنل و مجری گروه تعمیر و مرمت، آموزش لازم در مورد نحوه اجرای ملات اپوکسی را گذرانده و با خطرات احتمالی استفاده از آن به خوبی باشند.

ترکیبات اپوکسی باید بین دمای ۵ تا ۳۸ درجه سانتی گراد انبار شوند.

omoorepeyman.ir

شرایط محیطی کار باید مطابق با این دستورالعمل یا توصیه سازنده باشد.

بعد از آماده سازی سطح حتماً عملیات بازرسی چشمی توسط افراد متخصص به عمل آید.

(و) محدودیت‌ها

این دستورالعمل تنها برای پوشش تا ضخامت ۲۵ میلی متر است.

سطح بتن قبل از اعمال ملات اپوکسی باید کاملاً خشک باشد بنابراین در محیط مرطوب و بر روی بتن‌ها و ملات‌های تعمیری در حال عمل‌آوری نمی‌توان از این روش استفاده کرد.

مسئله ایمنی در کار با اپوکسی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده می‌بایست در تمام مراحل کار نکات ایمنی رعایت گردد. سیستم‌های اپوکسی در صورت تماس با پوست یا استنشاق بخار آن توسط کارگران ایجاد ناراحتی‌های پوستی و تنفسی بسیار جدی می‌نماید.

تغییرات شدید درجه حرارت به دلیل تفاوت زیاد ضریب انبساط حرارتی اپوکسی و بتن موجب ترک‌خوردگی آن و تکرار آن موجب جدایی آن از بتن می‌گردد.

چنانچه طی بازدید کنترل کیفی به ترک‌خوردگی در سطح ملات اپوکسی کارشده‌ای که به عمل‌آوری و گیرش نهایی رسیده است برخورد شود، این نشانه می‌تواند حاکی از وجود ترک زنده‌ای در سطح بستر ملات اپوکسی باشد که بدون آماده سازی و تزریق ترک با ملات اپوکسی به طور سطحی پوشیده شده است.

- تعمیر موضعی با اجرای بتن جایگزین

الف) هدف

مهمترین عامل خوردگی میلگردها نفوذپذیری بتن محافظ آنهاست. در صورتیکه بتن دارای نفوذپذیری بالایی باشد، خود بتن در معرض انواع آسیب‌ها مانند کربناسیون، نفوذ یون کلر، حمله سولفات‌ها و انواع دیگر آسیب‌ها قرار می‌گیرد. هدف از این نوع تعمیر جایگزینی بتن کربناته، هوازده و آلوده با یک بتن نفوذ ناپذیر و تازه است. این روش برای پوشش‌های با ضخامت ۲۵ تا ۵۰ میلی متر قابل مناسب میباشد.

ب) مصالح

- آب، سیمان، محلول لاتکس (SBR)، ماسه، الیاف پروپیلنی، قالب فلزی یا چوبی در صورت نیاز.
- شن نخودی با حداکثر اندازه ۱۲/۵ میلیمتر.
- ماسه با حداکثر اندازه ۴ میلیمتر.

ج) ابزار

- ماله، کمچه، قلم
- چکش فلزی، چکش پلاستیکی

omoorepeyman.ir

- ظرف جهت ساخت ملات
- فرز

د) روش اجرا

در این روش از ملات سفت فاقد اسلامپ استفاده می‌گردد. ملات مورد نظر با فشار انگشتان در محل خود قرار گرفته و متراکم می‌گردد و سپس سطح آن با ماله و کمچه صاف می‌شود. برای این منظور لازم است اقدامات زیر در آماده سازی، تهیه ملات و پرنمودن، جای‌دهی و عمل‌آوری انجام گردد.

- آماده سازی محل

لازم است زیرکار از مواد سست و لق کاملا پاک گردد. لبه‌های محل به صورت گونیا در آمده و با قلم و چکش یا فرز کمی مقعر گردد. سطح بتن پایه ترجیحا زبر و خشن باشد اما تراز بودن سطح ضروری نیست. در صورتیکه در سطح بتن از محلول لاتکس استفاده نمی‌شود حتما باید محل را اشباع و سپس سطح را خشک نمود. در صورت استفاده از چسب بتن می‌توان محل را مرطوب نمود اما نیازی به اشباع کردن نیست. در محل‌های مغزه‌گیری صرفا اشباع کردن حفره کفایت نموده و نیاز به زبر کردن سطح نمی‌باشد.

- تهیه ملات یا بتن جایگزین

معمولاً با توجه به شرایط موجود از یک ملات با حداکثر اندازه اسمی سنگدانه ۵ میلیمتر یا کمتر از آن (بسته به ضخامت و ابعاد منطقه تعمیر) استفاده می‌شود. توصیه می‌شود با توجه به سفتی ملات حداکثر اندازه سنگدانه ترجیحاً از ۵ میلیمتر بیشتر و از حدود ۲ میلیمتر کمتر نشود. عیار سیمان ملات باید در حدود ۴۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشدو از ۴۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب تجاوز ننماید. زیادبودن عیار سیمان امکان جمع‌شدگی را افزایش می‌دهد .هر چند در این موارد می‌توان از مواد انبساط‌زا استفاده نمود، اما ترجیح دارد با استفاده از روان‌کننده قوی عیار سیمان را کاهش دهیم. نسبت آب به سیمان بهتر است برای کسب مقاومت مطلوب به ۰/۴۵ محدود شود. لازم‌به ذکر است مصرف ملاتهائی با نسبت آب به سیمان کمتر مانعی‌ندارد.

ماسه مصرفی می‌تواند گرد گوشه و یا نیم شکسته باشد. ماسه‌های صد در صد کوهی چندان مناسب نیستند. برای کاهش جمع‌شدگی بهتراست از ماسه‌های سیلیسی استفاده نمود. این ماسه‌ها معمولاً همراه گل و لایی نبوده و تمیز می‌باشند و ماسه‌ها از دانه‌بندی نسبتاً پیوسته‌ای برخوردار هستند. مصرف ماسه‌های یکدست و یک‌اندازه مناسب نیستند.

- افزودنی‌ها در ملات

در ملات لازم است از مواد زیر استفاده گردد و به کارگیری برخی از مواد زیر جنبه احتیاطی دارند.

ماده فوق روان‌کننده برای ایجاد روانی و حالت خمیری که بتوان ملات را با دست در محل متراکم نمود اما آنقدر روان نشود که پس از اعمال در محل از جای خود حرکت نماید. با توجه به اینکه آب مصرفی ثابت در نظر گرفته می شود تغییر کارائی فقط با این ماده میسر است و مصرف آن الزامی می‌باشد و میزان آب مصرفی معمولا حداکثر میزان مجاز اعلام شده توسط شرکت سازنده ماده روان‌کننده است.

omoorepeyman.ir

چسب لاتکس که به صورت یک شیره سفید چسبناک می‌باشد، می‌تواند برای اتصال بهتر و خمیری کردن استفاده شود و در محل‌هایی که ضخامت تعمیر کمتر از ۵۰ میلیمتر است مصرف آن توصیه می‌شود. در ضخامت‌های زیاد مصرف این ماده به جهت ایجاد گرما و تغییرحجم توصیه نمی‌شود. در مواردی که نمی‌توان این چسب را در ملات استفاده نمود می‌توان آن را در سطح بتن پایه مالید یا پاشید. مقدار مصرف ده تا بیست درصد وزن سیمان است. با توجه به اینکه حداکثر ضخامت لایه تعمیری در هر بار اجرا به ۵ سانتیمتر محدود شده است، برای تعمیر ناحیه هایی که رویه بتن بیش از ۵ سانتیمتر تراشیده شده است تعمیر در دو یا چند مرحله انجام می‌شود. بدین ترتیب که پس از اجرای لایه اول و گیرش اولیه آن پس از حدود یک ساعت سطح آن با آب مرطوب می‌گردد و سپس‌لایه جدید بر روی آن اجرا می‌شود.

مواد انبساط‌زا برای جبران جمع‌شدگی ملات و یا ایجاد انبساط جزئی به‌کار می‌رود و طبق دستور شرکت فروشنده باید آن را مصرف‌کرد. میزان مصرف آن معمولا ۰/۴ تا ۰/۸ درصد وزن سیمان است. در صورتی که ملات در منطقه محدود شده مانند حفره ایجاد شده جهت مغزه‌گیری مصرف می‌شود الزم است از این ماده استفاده نشود.

- جای‌دهی، تراکم و عمل‌آوری

در این روش ملات موجود باید به صورت چانه‌های خمیری در کف دست قرار گیرد و با فشار دست در محل قرار داده شده و با فشار کف دست و یا حتی به کارگیری قطعات میلگرد، چوب و غیره در لابلای سطوح زبر و خشن شده زیرین فرو برده شده تا پیوستگی لازم تأمین شود. در صورتی که هدف، پرکردن یک حفره است باید در نوبت‌های مختلف به تدریج عمق حفره با بتن (مالت) پر شود و فشرده گردد. نهایتاً با ماله یا کمچه فلزی سطح ملات را پرداخت نمود و پس از یک تأخیر جزئی پرداخت نهایی و در صورت لزوم لیسه کاری را به انجام رساند. گوشه های منطقه تعمیری و لبه ها باید به خوبی با ملات پرشیره پرشود و صاف گردد.

عمل‌آوری این نوع ملات‌ها و این شیوه تعمیر معمولاً از حساسیت بیشتری به دلیل خشکی اولیه ملات برخوردار است. پس از اینکه پرداخت انجام شد باید سریعا با استفاده از پوشش نایلونی آن را پوشاند و پس از گیرش مستقیما یا به کمک پوشش واسطه جاذب آب به آن آب رسانید تا کیفیت لازم به دست آید.

ه- کنترل کیفیت

مقاومت بتن می‌بایست روزانه مورد کنترل قرار گیرد یک نمونه‌برداری شامل ۳ آزمون مکعبی در هر روز الزامی است.

ایجاد پله در محل اتصال بتن‌ریزی جدید و قدیم مجاز نمی‌باشد. ضوابط کنترل کیفیت می‌بایست مطابق با سایر ضوابط منتشره از سوی سازمان برنامه و بودجه کشور کشور باشد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بخش سوم تاسیسات

مکانیکی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱ــ فصل اول

ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری سیستم جمع‌آوری فاضلاب

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱ـ ۱ ـمقدمه

وجود شبکه تخلیه فاضلاب از اهمیت ویژه‌ای در خطوط قطارهای شهری زیر زمینی(مترو) برخوردار می‌باشد. عدم توجه کافی در اجرا و رعایت استانداردهای معتبر می‌تواند مشکلاتی مانند پخش گازهای حاصل از فاضلاب و بوی نامطبوع در فضای ساختمان، تخلیه نامطلوب و پس زدن فاضلاب و تولید سروصدا در شبکه را به همراه داشته باشد. لذا جهت برآورد نیاز تمام شرکتهای فعال در خطوط ریلی و همچنین کارفرمایان خطوط مترو، در این گزارش تمامی سیستم تخلیه فاضلاب ایستگاههای خطوط زیر زمینی شرح داده شده و ضوابط کاملا کاربردی جهت تحویل‌گیری، نگهداری و تعمیرات تجهیزات مزبور ارائه خواهد شد.

۱ـ ۲ ـاستانداردها و مراجع

a) National Plumbing Code
b) ASHRAE standards
c) ISO (International Standard Organization)
d) ANSI (American National Standards Institute)
e) AWS (American Welding Society)
f) ASTM (American Society for Testing and Materials)
g) DIN (Deutsches Institut für Normung)
h) ASME (American Society of Mechanical Engineers)
i) BSI (British Standard Institute)
j) AWWA: Plumbing standard American Water Works Association
k) INSO: International National System Organization 7781
l) BSI 1387

ضابطه ۱۲۸ – سازمان برنامه و بودجه کشور

۱ـ ۳ ـاصطلاحات

DWP: Dewatering Post

۱ـ ۴ ـساختار سیستم تخلیه فاضلاب

با توجه به ضوابط و استانداردهای توسعه شهرهای کلان کشور و همچنین لزوم ارتقای نحوه دفع فاضلاب شهری، کلیه ایستگاه‌های خطوط متروی دارای یک سیستم مجزای جمع‌آوری و دفع فاضلاب می‌باشند. اهداف سیستم تخلیه فاضلاب به ترتیب ذیل می‌باشند:

- انتقال فاضلاب بهداشتی و آب‌های سطحی نشتی به سیستم اگوی شهری

omoorepeyman.ir

- در صورت عدم وجود سیستم اگو، تخلیه فاضلاب ایستگاه به چاه‌های جذبی دور از ایستگاه و همچنین دور از سفره‌های آب زیرزمینی

سیستم فاضلاب دارای یک مجموعه لوله‌کشی از دستگاه‌های بهداشتی و همچنین درین گاترها (گاترها جمع‌آوری کننده آب‌های سطحی نشتی روی دیواره بتنی ایستگاه می‌باشند) تا مخزن اصلی دیواترینگ پست می‌باشد. این مخزن شامل یک مجموعه پمپ‌های تخلیه، شیرآلات و همچنین ادوات تهویه می‌باشد.

۱ـ ۵ ـاجزای کلی سیستم تخلیه فاضلاب DWP

۱ ـ ۵ـ ۱-مجموعه لوله‌کشی سیستم دفع فاضلاب

لوله‌کشی فاضلاب شامل شاخه‌های افقی، لوله‌های قائم و لوله‌های اصلی افقی، می‌باشد. شبکه فاضلاب از محل تخلیه وسایل بهداشتی به شاخه‌های فرعی شروع شده و پس از اتصال انشعابات به یکدیگر، لوله افقی اصلی را تشکیل می‌دهند، هر لوله افقی اصلی به طور جداگانه به لوله‌های قائم اصلی تخلیه می‌شود. لوله‌های فاضلاب باید بر اساس استاندارد NPC محاسبه و اندازه‌گذاری شوند. در زیر به بیان برخی الزامات موجود در طرح شبکه جمع آوری فاضلاب پرداخته می‌شود:

جریان فاضلاب داخل لوله‌های شاخه افقی، لوله‌های قائم و لوله‌های افقی اصلی باید با تأمین شیب‌های مناسب به طور ثقلی صورت گیرد. شیب لوله‌های افقی فاضلاب باید به اندازه‌ای باشد که سرعت جریان ۱ متر بر ثانیه باشد، تا شست و شوی لوله‌ها خود به خود تأمین شود و هیچ فاضلابی داخل لوله باقی نماند. سرعت بیش از اندازه جریان فاضلاب موجب خوردگی لوله‌ها و باز شدن اتصالات می‌شود لذا شیب لوله‌های فاضلاب بین ۰,۵ درصد تا ۲ درصد در نظر گرفته می‌شود. حداقل این شیب برای لوله‌های با قطر نامی متفاوت مطابق (**جدول ۱—**) و حداکثر آن ۲ درصد می‌باشد. شیب لوله‌های افقی باید تا حد امکان یکنواخت باشد. اگر تغییرات شیب لازم باشد باید در محل تغییر شیب دریچه بازدید نصب شود.

جدول ۱—۱حداقل شیب لوله‌های افقی فاضلاب

قطر نامی لوله‌ها		حداکثر شیب	
میلی‌متر	اینچ	درصد	فوت/اینچ
تا ۶۵	تا ۲ ۱/۲	۲	۱/۴
۸۰ تا ۱۵۰	۳ تا ۶	۱	۱/۸
۲۰۰ و بزرگتر	۸ و بزرگتر	۰/۵	۱/۱۶

به‌منظور بازدید و رفع گرفتگی احتمالی لوله‌های فاضلاب در نقاط زیر دریچه بازدید در نظر گرفته می‌شود:

- در بالاترین نقطه هر شاخه انشعاب افقی.
- در محل تغییر امتداد لوله‌های افقی فاضلاب، در صورتی که زاویه تغییر جهت لوله بیش از ۴۵ درجه باشد.

omoorepeyman.ir

- در پایین‌ترین قسمت لولهٔ قائم فاضلاب، قبل از زانویی پایین لوله.
- در نقاطی روی لوله قائم فاضلاب که برای آزمایش آن با آب، دریچهٔ دسترسی لازم است.
- روی لوله اصلی افقی فاضلاب، حداکثر به فاصلهٔ ۳۰ متر از یکدیگر.
- لوله‌کشی آب باران باید از سیستم فاضلاب جدا باشد و معمولاً آب باران و آب‌های سطحی روی بام کیوسک‌های ایستگاه‌ها به محوطه و جوی‌های شهری هدایت می‌شوند.
- اتصال شاخه افقی به لوله قائم فاضلاب، چنانچه قطر نامی لولهٔ افقی بیش از ۶۵ میلی‌متر باشد، باید با زاویه حداکثر ۴۵ درجه باشد. در قطرهای نامی کوچکتر از ۶۵ میلی‌متر، زاویه اتصال ممکن است بزرگتر باشد. شاخه افقی فاضلاب یا لوله فاضلاب اصلی تاحد امکان نباید تغییر امتداد داشته باشد، در صورتی که ناچار به تغییر امتداد باشیم باید با اتصال ۴۵ درجه یا کوچکتر باشد. قطر لوله اصلی فاضلاب باید تا جایی که امکان دارد، در تمام طول آن ثابت بماند.
- از بکار بردن چهارراه در لوله‌های افقی و لوله‌های قائم خودداری شود.
- قطر لوله فاضلاب باید تا جایی که امکان دارد در تمام طول آن ثابت بماند.
- لوله قائم فاضلاب باید تا جایی که ممکن است مستقیم نصب شود و از بکار بردن دو خم پرهیز شود.
- در فاصله زانوی پایین لوله قائم فاضلاب و تا ۱۰ برابر قطر لوله بعد از آن هیچ شاخه افقی نباید به لوله افقی اصلی فاضلاب متصل شود.

اندازه سیفون‌های لوله‌ای شکل که برای لوازم بهداشتی مختلف بکار میرود از مقادیر جدول ۱—) نباید کمتر باشد.

جدول ۱—۲حداقل اندازه سیفون‌های لوله‌ای برای لوازم بهداشتی

لوازم بهداشتی	قطر نامی سیفون	
	DN	اینچ
دستشویی	۲۲	۱۱/۴
سینک عمومی	۴۰	۱۱/۲
آب‌خوری	۳۲	۱۱/۴

۱ ـ ۵ـ ۲-مخزن سیستم دفع فاضلاب

در عمیق‌ترین قسمت هر ایستگاه غیر هم سطح، پست تخلیه فاضلاب تعبیه می‌شود که دارای دو حوضچه برای جمع‌آوری فاضلاب سبک و سنگین می‌باشد. مجموع حجم حوضچه‌های سنگین و سبک پس از طراحی تعیین می‌گردد.

omoorepeyman.ir

ساختمان سیستم دیواترینگ پست از سه طبقه تشکیل شده است که در طبقه زیرین، مخزن و پمپ‌های لجن‌کش، در طبقه میانی، شیرآلات، کلکتورهای تخلیه و در طبقه بالایی، که هم‌سطح با تراز سکو است، تابلو برق و فن‌های تخلیه نصب می‌شوند. ارتفاع طبقه زیرین بین ۳,۵ تا ۵ متر، طیقه میانی حداقل ۱,۸۰ و طبقه بالایی حداکثر ۴ متر می‌باشد.

یک عدد دریچه بازدید به ابعاد (۱۰۰×۱۰۰) سانتی‌متر که درب آن (یخچالی) به وسیله نوار پلاستیکی و قفل کشویی کاملاً مسدود و هوابند می‌باشد، هر یک از طبقات مخزن دیواترینگ پست را جهت عبور پرسنل جدا می‌کند. همچنین جهت عبور لوله‌های تهویه (دو لوله حداکثر ۱۲ اینچ) و عبور لوله دهش فاضلاب (یک لوله فلزی ۶ اینچ)، یک بازشوی (۶۰×۶۰) سانتی‌متر، و جهت عبور کابل‌های تابلو برق از طبقه بالایی به طبقه میانی و زیرین، یک بازشوی (۴۰×۲۰) سانتی‌متر در دال هر طبقه ایجاد می‌شود.

کف حوضچه‌ها به طرف مدخل لوله‌های مکش الکتروپمپ‌ها شیب داده می‌شود و تمامی لوله‌ها و کابل‌های عبوری از جدار این مخزن با تعبیه غلاف‌های مناسب در دیوار آب‌بندی می‌شود.

همچنین این حوضچه‌ها باید به کنترلرهای تنظیم کننده حد بالا و پایین سطح فاضلاب برای قطع و وصل الکتروپمپ‌ها (کنترلر حد بالا برای جلوگیری از سرریز شدن به زنگ اخبار سیستم متصل می‌باشد) و لامپ روشنایی ضد رطوبت مجهز شوند.

۱ـ ۵ ـ ۲ـ ۱ـتاسیسات مخزن سیستم دیواترینگ پست

در ایستگاههای زیر زمینی حوضچه‌های DWP یک منبع جمع آوری و ذخیره موقت فاضلاب می‌باشد. این قسمت کاملاً مسدود بوده و تنها ارتباط آن با بیرون از طرق زیر می‌باشد:

- لوله‌های آورنده فاضلاب و پساب سنگین (حداقل ۴ و ۸ اینچ به ترتیب) که هر کدام توسط شیر فلکه‌های مخصوص قابل باز و بسته شدن از خارج منبع و یک عدد سیفون دوبل برای جلوگیری از خروج گاز و بوهای نامطبوع، به منبع وصل می‌باشند.
- یک لوله ونت برای تخلیه گاز و بوهای نامطبوع به فضای باز و انتقال هوا به داخل مخزن به هنگام تخلیه فاضلاب.
- لوله‌های مکش پمپ‌ها.
- لوله‌های تهویه مخزن: یک لوله ۱۰ تا ۱۲ اینچ از جنس مواد نسوز پلی‌اتیلنی جهت ورود هوا از سطح زمین (هیچ فنی روی این خط نصب نمی‌شود و این لوله صرفا یک خط آزاد هوادهی از سطح زمین می‌باشد) و یک لوله ۱۰ تا ۱۲ اینچ از جنس مواد نسوز پلی‌اتیلنی جهت خروج هوا به سطح زمین (دو اگزاست فن CFM ۷۰۰ داکتی روی این خط به صورت موازی نصب می‌شوند که توانایی حداقل ۱ اینچ آب تامین فشار را دارند.- ظرفیت و توان نهایی فن‌ها توسط طراح تعیین می‌شود).

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۵ـ ۳-شبکه هواکش سیستم دفع فاضلاب

این شبکه جهت تخلیه هوا برای جریان یافتن گاز و بوی شبکه فاضلاب و چاه به خارج از ایستگاه، هواگیری برای جلوگیری از تخلیه سیفون بر اثر مکش شبکه و هوابری جهت ایجاد تعادل فشار هوا برای جلوگیری از فشار معکوس، طراحی می‌شود.

برخی الزامات که در طراحی شبکه تهویه باید در نظر گرفته شود، به شرح زیر می‌باشد:

- انتهای لوله هواکش باید در محلی قرار گیرد که گازهای خروجی از دهانهٔ آن به داخل فضاهای ساختمان نفوذ پیدا نکند.
- فاصله افقی انتهای لوله هواکش از هر درب، پنجره بازشو یا دهانهٔ ورود برای سیستم تعویض هوای ساختمان باید حداقل ۳ متر باشد مگر آن که انتهای لوله هواکش حداقل ۶۰ سانتی متر بالاتر از آن نقاط قرار بگیرد.
- شاخه افقی هر لولهٔ هواکش باید به سمت نقطه اتصال آن به شاخهٔ افقی فاضلاب شیب داشته باشد، به طوری که بخار آب تقطیر شده در داخل لولهٔ هواکش بتواند به آسانی به لولهٔ فاضلاب تخلیه شود.
- اتصال لوله هواکش خشک به شاخه افقی فاضلاب باید در قسمت بالای آن، بالاتر از محور لولهٔ افقی باشد و زاویه این اتصال نباید از ۴۵ درجه (نسبت به سطح افق) کمتر باشد.

۱ ـ ۵ـ ۴-محل تخلیه فاضلاب خروجی از سیستم دیواترینگ پست DWP

برای دفع فاضلاب سنگین، از شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری، و در صورت عدم وجود این شبکه ازچاه‌های جذبی استفاده می‌گردد. با بررسی نقشه‌های موجود از تأسیسات شهری که البته کل ایستگاه‌ها را در بر نمی‌گیرد. فاضلاب سبک ایستگاه، به جوی‌ها و کانال‌های سطح خیابان و یا در صورت عدم این امکان، به چاه جذبی منتقل خواهد شد.

مشخصات حوضچه آرامش اگو:

- حجم ۴ مترمکعب با عمق کف حداکثر ۳ متر از سطح خیابان درنظر گرفته شود. لوله ورودی (از طرف مخزن دیواترینگ) می‌بایست از سقف مخزن وارد شده و تا کف مخزن به صورت عمودی امتداد یابد. لوله خروجی از منهول نیز، که همان سایز لوله ورودی به حوضچه را دارد، به صورت افقی فاضلاب را از کف حوضچه به سمت لوله اصلی اگوی شهری تخلیه می‌نماید.

مشخصات چاه جذبی:

- حداقل ۲۰ متر از سازه اصلی ایستگاه فاصله داشته باشد.
- حجم حداقل ۶۰ مترمکعب را در قسمت انباره داشته باشد.
- عرض میله حداکثر ۱۲۰ سانتیمتر.

omoorepeyman.ir

- ارتفاع میله از تراز کف فونداسیون ایستگاه تا سطح خیابان بیشتر باشد.

۱ ـ ۵ـ ۵-انواع و مقدار فاضلاب

به‌طور خلاصه انواع فاضلاب و پساب به شرح زیر می‌باشد.

- فاضلاب سرویس‌های بهداشتی، آبدارخانه و آب سردکن‌ها.
- پساب حاصل از نفوذ آب به داخل ایستگاه و تونل‌ها.
- پساب ناشی از شست و شوی ادواری قسمت‌های مختلف.
- پساب ناشی از آتشنشانی.
- فاضلاب ناشی از هواشوی‌های ایستگاه.

فاضلاب سرویسهای بهداشتی از جنس فاضلاب سنگین و سایر موارد فاضلاب سبک می‌باشند. مقدار فاضلاب حاصل از سرویس‌های بهداشتی با توجه به طرح‌های معماری و واحدهای بهداشتی موجود در طرح بدون احتساب آب ایرواشرها محاسبه می‌شود. به طور تقریبی مقدار این فاضلاب در حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد آب مصرفی تخمین زده می‌شود.

مقدار نشت آب نفوذی به سازه ایستگاه و تونل در ایستگاهها بستگی به عوامل زیادی همچون، سطح آبهای زیرزمینی، کیفیت اجرای دیوار و سقف و تعداد درزهای انبساط دارد. به همین دلیل در صورت عایقکاری مناسب در سطح بیرونی، هم چنین در دراز مدت به دلیل رسوب املاح و مواد معلق در خلل و فرج مسیر نفوذ آب، از حجم این نشت آب کاسته می‌شود. تخمین دقیقی از میزان این نشت آب وجود ندارد و معمولاً براساس گزارش‌های تجربی محل ساخت ایستگاه و تونل، یک تخمین تجربی ، با توجه به حجم آب نفوذی در زمان ساخت پروژه، در نظر گرفته می‌شود.

عمده حجم فاضلاب که طراحی سیستم جمع آوری و دفع فاضلاب باید بر مبنای آن صورت گیرد مربوط به آتشنشانی است. چنانچه عملیات اطفاء به مدت ۳۰ دقیقه ادامه پیدا کند حجم پساب حاصل از کارکرد جعبه‌های آتشنشانی حدود ۵۶ مترمکعب است. با توجه به قدرت حریق در ایستگاه و تونل، در هر آتش‌سوزی بخشی از آب مصرفی جهت اطفاء تبخیر شده و قسمتی از حجم پساب بر ظرفیت حوضچه و پمپ‌های مربوط به آن، مابقی پساب اطفاء که روی ریل‌ها می‌ریزد با شیب طبیعی خط به ایستگاه‌های پائین دست رفته و توسط کانال‌های پیش‌بینی شده در دو طرف و ما بین ریل‌ها و از طریق منهول‌های زیر سکو به حوضچه این ایستگاه‌ها ریخته و تخلیه می‌شود. حجم حوضچه فاضلاب سبک ۶۰ متر مکعب (۵۶ مترمکعب آب آتش نشانی به علاوه ۴ مترمکعب حجم فاضلاب سنگین) با در نظر گرفتن احتمال عمل نکردن پمپ‌ها، شرایطی مطمئن برای تخلیه پساب فراهم می‌کند.

omoorepeyman.ir

۱ـ ۶ ـمراحل تحویل‌گیری

پیمانکاران ساختمانی پس از تامین، نصب و راه‌اندازی تجهیزات، در خواست تحویل فضاها و تجهیزات نصب شده سیستم تخلیه فاضلاب را برای کارفرمایان ارسال می‌نمایند که در ذیل تمامی الزامات و مدارک مورد نیاز جهت درخواست تحویل فضاها و تجهیزات شرح داده شده است.

۱ ـ ۶ـ ۱-مدارک لازم جهت درخواست تحویل‌گیری

- ✓ ارائه مشخصات فنی و گزارشات طراحی فضاها و تجهیزات که به تایید مجموعه کارفرمایی رسیده است.
- ✓ ارائه مدارک ساخت شامل مشخصات فنی مواد به کار رفته در فرآیند تولید به همراه نقشه‌های ساخت و ریز اقلام تجهیزات.
- ✓ ارائه تست‌های کارخانه و گواهینامه‌های صادر شده که در مراحل تولید تجهیزات (فقط پمپ‌های مستغرق، فن‌ها و تابلو برق) توسط سازندگان استفاده شده است.
- ✓ ارائه گزارش شرکت بازرسی در خصوص ساخت، حمل تجهیزات و نصب آن در سایت.
- ✓ ارائه لیست تجهیزات لوازم یدکی و ابزار تعمیر و نگهداری.
- ✓ ارائه مدارک نگهداری به همراه چک لیست‌های دوره‌ای.
- ✓ ارائه مدارک تعمیرات به همراه چک لیست‌های مرتبط.
- ✓ ارائه نقشه‌های ازبیلت سازه و معماری، تاسیسات مکانیکی و الکتریکی نصب شده.
- ✓ ارائه گواهی نصب و راه‌اندازی توسط سازنده (در پیمان‌های EPC گواهی نصب توسط سازنده هر تجهیز باید صادر شود).
- ✓ ارائه مدارک مطابق با قرارداد و نیازمندی‌های هر پروژه و کارفرمای آن.

۱ـ ۷ ـمراحل جهت تحویل تجهیزات

پس از ارائه مدارک بند (۱ ـ ۶ـ ۱-) توسط پیمانکار و تایید مجموعه کارفرما (مشاور+کارفرما)، تجهیزات مطابق با رویه ذیل در سایت تحویل کارفرما و مجموعه بهره‌بردار داده می‌شود.

- ✓ انجام بازرسی ظاهری با استفاده از چک لیست‌های تهیه شده که به تایید مجموعه کارفرمایی رسانده شده‌است.
- ✓ انجام تست‌های عملکردی به همراه چک لیست‌های مرتبط مطابق با استانداردهای طراحی و تاییدات کارفرما و مشاور کارفرما.
- ✓ بازرسی نیازمندی‌های اینترفیسی با سیستم‌های دیگر مطابق با چک لیست‌های کنترلی مورد تایید مجموعه کارفرمایی و مشاور کارفرما.

omoorepeyman.ir

- ✓ ارائه مدارک مطابق با قرارداد و نیازمندی‌های هر پروژه و مجموعه کارفرمایی.

با توجه به موارد فوق و در صورت تامین کلیه شرایط، تحویل‌گیری فضاها و تجهیزات مطابق با موارد قراردادی صورت خواهد پذیرفت.

۱ـ ۸ ـشرحی از بازرسی و مراحل تحویل‌گیری

پس از درخواست پیمانکاران و سازندگان در خصوص تحویل فضاها و تجهیزات پست تخلیه فاضلاب در ایستگاه‌ها و موقعیت‌های نصب و همچنین تایید کارفرما و مشاوران در خصوص کامل بودن مدارک تحویل، مراحل تحویل بر اساس بازرسی‌های ظاهری و تست‌های عملکردی در موقعیت‌های نصب تجهیزات انجام خواهد شد که تمامی تست‌ها و بازرسی تجهیزات بر اساس استانداردها به شرح ذیل ارائه شده است.

۱ ـ ۸ـ ۱-کلیات تستها و رویه آزمون‌های سامانه تخلیه فاضلاب

آزمایش سامانه تخلیه فاضلاب در دو مرحله انجام می شود:

- ✓ آزمایش منفرد تجهیزات: شامل تست یک به یک پمپ‌ها و فن‌ها از لحاظ ظاهر، عملکرد و راندمان مناسب.
- ✓ آزمایش سامانه‌ای تجهیزات: تست عملکرد یکپارچه مجموعه تخلیه فاضلاب

۱ ـ ۸ـ ۲-سازماندهی

- ✓ **گروه آزمایش منفرد تجهیزات شامل ۴ نفر می‌باشد:** یک نفر به عنوان سرپرست، یک نفر مسئول بخش الکتریکی (کاربر سامانه)، یک نفر در بخش مکانیک (کارشناس مکانیک)، یک نفر هم به عنوان ثبت کننده نتایج آزمایش (کارشناس مکانیک).
- ✓ **گروه آزمایش سامانه‌ای** : متشکل از ۴ نفر می‌باشد که شامل ۲ مهندس مکانیک، یک مهندس برق و ۱ نفر کاربر سامانه می‌باشد.

در انجام مراحل فوق حضور نمایندگان کارفرما و مشاور کارفرما یا شرکت بازرسی مورد تایید مجموعه کارفرمایی جهت مطابقت و راستی آزمایی آزمایشات الزامی خواهد بود.

۱ ـ ۸ـ ۳-شرایط آزمایش

جهت برگزاری آزمایشات، لازم است شرایط کلی از جمله بازرسی ظاهری و همچنین الزامات اینترفیسی رعایت شده باشد لذا چند نمونه از مواردی بازرسی در ذیل بیان شده است.

omoorepeyman.ir

- ✓ بررسی ظاهری مسیر هوای ورودی و خروجی به مخزن تخلیه فاضلاب و اطمینان از اجرای کلیه موارد مطابق با نقشه‌های تایید شده. (بازرسی ظاهری)
- ✓ بررسی نصب ظاهری تجهیزات و رنگ‌کاری و تمیزکاری کامل تجهیزات سامانه هواساز. (بازرسی ظاهری)
- ✓ بررسی الزامات اینترفیسی هر کدام از اجزای سامانه تخلیه فاضلاب با بخش ساختمانی. (بازرسی ظاهری- اینترفیسی)
- ✓ بررسی هوابند بودن هریک از بازشوهای ارتباطی طبقات.
- ✓ بررسی تجهیزات و امکانات اولیه و ضروری از جمله تأمین آب مورد نیاز برای شستشو در طبقه بالای پست تخلیه فاضلاب. (بازرسی اینترفیسی)
- ✓ بایستی داخل تمامی لوله‌های ورودی و خروجی هوا تمیز شده باشند. (بازرسی ظاهری)
- ✓ تمامی اتصالات از جمله جوش‌ها و پیچ ها و ... باید مورد بازرسی قرار گیرد. (بازرسی ظاهری)
- ✓ قبل از انجام آزمایش سامانه، تجهیزات باید بطور نرمال راه‌اندازی شوند و هیچگونه مشکلی در هیچکدام از تجهیزات مشاهده نشود. باید تمام بازشوها و سوراخ‌ها کاملاً مسدود شوند که از نشتی هوا جلوگیری شود. (بازرسی ظاهری)

*موارد فوق کلیاتی از شرایط آزمایش بود که در هر پروژه نسبت به مدارک طراحی و وضعیت اجرا توسط پیمانکاران و کارفرمایان چک لیست‌های تکمیلی تهیه خواهد شد.

۱ ـ ۸ـ ۴-آماده سازی قبل از انجام آزمایش

پس از احراز شرایط آزمایش‌ها لازم است تجهیزاتی برای شروع آزمایش‌ها فراهم شود، که کلیاتی در ذیل ارائه شده است شایان ذکر است موارد تکمیلی توسط پیمانکاران و مشاورین هر پروژه ارائه خواهد شد.

- ✓ بایستی کپسول آتش‌نشانی برای حفاظت از تاسیسات و امکانات داخل طبقه فوقانی آماده‌سازی شود.
- ✓ تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل عملکردی از جمله اهم‌سنج، فشارسنج، دماسنج، رطوبت‌سنج، ارتعاش‌سنج و دبی‌سنج جریان فاضلاب (قابل نصب روی شیر دروازه‌ای خروجی از کلکتور) آماده شود.
- ✓ کلیه موارد اینترفیسی از جمله ارتباط میان تابلوهای برق از پست برق تا مصرف کننده چک شود. (بازرسی ایمنی)

omoorepeyman.ir

- ✓ محکم بودن اتصالات، پیچ‌ها، مهره‌ها و سربندی در بخش تجهیزات مکانیکی و الکتریکی کنترل شود. (بازرسی ظاهری)
- ✓ اطمینان از اتصال سیستم ارت جهت تجهیزات الکتریکی.
- ✓ هماهنگی با تمامی ارکان پروژه در خصوص برگزاری تست‌های سامانه تهویه و الزاماتی که دیگر بخش‌ها باید رعایت کنند.

۱ـ ۹ ـآزمایشات منفرد تجهیزات

۱ ـ ۹ـ ۱-شرح آزمایش پمپ‌های لجن کش

نباید از درزهای پمپ و اتصالات مربوطه (نظیر فلنج‌ها) هیچگونه نشتی آب یا مایعات وجود داشته باشد.

تست عملکردی بر اساس استاندارد ۱ INSO انجام می‌گیرید.

شکل ۱—۱ نمونه پمپ‌های لجن کش نصب شده در ایستگاه‌های مترو

۱ـ ۹ ـ ۱ـ ۱ـکلیات

نقطه اعلام شده (نقطه‌کاری) معینی که طی قرارداد توافق شده است و پس از این، نقطه ضمانت شده نامیده می‌شود، باید مطابق یک رتبه پذیرش و رواداری تعریف شده ارزیابی شود. در آزمون عملکرد پمپ، نقطه تضمین شده باید معرف جریان ضمانت شده Q_C و ارتفاع ضمانت شده H_G باشد که در این پروژه، همان نقطه عملکردی است که در نقشه‌های

omoorepeyman.ir

تاسیسات مکانیکی فاز دوم ایستگاه ارائه شده است. در آزمون عملکرد پمپ، نقشه تضمین شده باید معرف جریان ضمانت شده Q_C و ارتفاع ضمانت شده H_G باشد. تعیین راندمان ضمانت شده، توان محور ضمانت شده و ارتفاع مکش مثبت خالص ضمانت شده (NPSH) اختیاری است.

آزمون عملکرد در محل نصب به شرط رعایت تمامی الزامات این استاندارد، باید مورد توافق قرار گیرد. باید خاطرنشان کرد که شرایط موجود در اکثر مکان‌های نصب پمپ، مانع تطابق کامل با شرایط این استاندارد ۷۸۱۷ می‌شود. در چنین مواقعی، آزمون‌های عملکرد در محل نصب تنها به شرطی قابل قبول است که پیمانکار و مشاور بر سر چگونگی مجاز شمردن بی‌دقتی‌هایی که ناچاراً موجب بروز فاصله با الزامات تعیین شده می‌شود، توافق کنند.

۱ـ ۹ ـ ۱ـ ۲ـزمان آزمون

زمان آزمون با ناظر باید مورد توافق مشاور و پیمانکار باشد.

۱ـ ۹ ـ ۱ـ ۳ـبرنامه آزمون

در آزمون با حضور ناظر، لازم است برنامه و روشی که باید در حین آزمون اجرا شود، می‌بایست قبلاً توسط پیمانکار به مجموعه کارفرما ارسال شود.

یادآوری- تولیدکننده باید اطلاعات را در فرصت مناسب برای ملاحظه و توافق تحویل مشاور دهد.

داده‌های الزامی در تعیین عملکرد پمپ، دبی گذر جریان(Q)، اختلاف فشار طرفین پمپ (P) و همچنین میزان مصرف انرژی برق (برحسب KW یا اسب بخار) می‌باشند و سایر اطلاعات جنبه نمایشی(اطلاعاتی) دارند.

۱ـ ۹ ـ ۱ـ ۴ـتجهیزات آزمون

تجهیزات اندازه‌گیری مورد استفاده باید مستند شده شامل دبی‌سنج، مانومتر و اهم‌سنج باشند. تجهیزات باید به صورت دوره‌ای کالیبره شوند. اطلاعات لازم در مورد فواصل زمانی کالیبراسیون ابزارآلات در پیوست ب استاندارد ISIRI۷۸۱۷ قابل استناد می‌باشد.

۱ـ ۹ ـ ۱ـ ۵ـموارد ثبت شده و گزارش‌ها

۱ـ ۹ ـ ۱ـ ۶ـ

مجموعه گزارش‌های کامل مکتوب یا الکترونیکی باید به صورت پرونده‌ای برای حداقل پنج سال نگهداری شود.

در آزمون با حضور ناظر، کلیه نتایج ثبت شده و نمودارهای آزمون باید توسط نمایندگان طرفین حاضر در آزمون امضاء شود و به هر یک از آنها یک رونوشت از همه گزارش‌ها و منحنی‌ها داده شود. ارزیابی نتایج آزمون‌ها باید تا حد امکان در زمانی که آزمون‌ها در حال برگزاری است، انجام شود. به منظور ارزیابی مجدد اندازه‌گیری‌های مشکوک، بهتر است که وسایل نصب و اندازه‌گیری تا بدست آوردن داده‌های دقیق، دست نخورده باقی بمانند. نمونه برگه گزارش نتایج آزمون در پیوست (ج) قابل استفاده می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۱ـ ۹ ـ ۱ـ ۷ـچیدمان‌های آزمون

عملکرد پمپ در شرایط چیدمان‌های آزمون مفروض، حتی با اندازه‌گیری دقیق، نمی‌تواند بیانگر دقت متقابل عملکرد در دیگر شرایط چیدمان‌ها باشد. پیشنهادات و راهکارهایی در مورد چیدمان لوله‌ها جهت اطمینان از رضایتبخش بودن اندازه‌گیری های جریان و ارتفاع در پیوست ب آمده است و در صورت لزوم می‌توان آن‌ها را به کار برد.

۱ـ ۹ ـ ۱ـ ۸ـشرایط آزمون

کلیه آزمون‌های عملکرد باید حداقل در ۵ نقطه اندازه‌گیری انجام شود. یک نقطه باید در محدوده ۵٪- تا ۰٪ گذر جریان ضمانت شده و یک نقطه باید در محدوده ۰٪ تا ۵٪+ گذر جریان نقطهٔ ضمانت شده باشد. سه نقطه دیگر باید محدوده منحنی عملکرد پمپ را پوشش دهد. نقاطی در حداکثر مجاز گذر جریان و ارتفاع در نظر گرفته شوند.

۱ـ ۹ ـ ۱ـ ۹ـسرعت دورانی در طول آزمون

اگر توافق دیگری نشده باشد، آزمون‌ها را می‌توان در سرعت دورانی آزمونی در محدوده ۵۰ تا ۱۲۰ درصد سرعت دورانی مشخص شده انجام داد تا گذر جریان، ارتفاع کل پمپ و توان ورودی محقق شوند. در مواردی که تغییرات سرعت در محدود ۲۰ درصد نقطه عملکر مشخص شده باشد، تغییر راندمان ناچیز درنظر گرفته می‌شود.

۱ ـ ۹ـ ۲- شرح آزمایش دمپر

شکل ۱ـ۲نمونه دمپر نصب شده قبل و بعد از نصب فن‌های داکتی تخلیه هوای مخزن دیواترینگ

آزمایش عملکردی دمپر مطابق با شرایط طراحی و استاندارد ISIRI ۷۶۹۶ اندازه‌گیری می‌شود همچنین موارد ذیل نیز چک می‌شود:

- ✓ از کلیه اتصالات و تیغه‌های دمپرها بازرسی چشمی صورت می‌پذیرد. (بازرسی ظاهری)

omoorepeyman.ir

- ✓ سهولت باز و بسته شدن دمپر به صورت دستی چک می‌شود. (بازرسی عملکردی)
- ✓ هرگونه نشتی در محل اتصال دمپرها و داکت چک شود.

۱ ـ ۹ـ ۳-شرح آزمایش فن داکتی

در این بخش آزمایش فن به صورت منفرد، تنها از لحاظ اینترفیسی و ظاهری مورد بررسی قرار می‌گیرد و بررسی آزمایشات عملکردی در بخش بعد به شرح ارائه می‌شود همچنین موارد ذیل جهت بازرسی اینترفیسی و ظاهری چک می‌شود.

شکل ۱—۳نمونه اگزاست فن‌های نصب شده جهت تهویه مخزن سیستم تخلیه فاضلاب

۱) کنترل سفتی و محکمی بولت‌ها و مهره‌های تجهیزات مکانیکی و الکتریکی که باید مناسب و صحیح باشند کنترل شود.

۲) از یک اهم سنج برای بررسی وکنترل مقاومت عایق موتورفن استفاده می‌شود.

۳) بررسی اتصالات کابل به تابلو و همچنین سربندی کابل‌ها و اتصال کابل ارت کنترل شود.

۴) در وضعیت محلی (Local) ، فن استارت می‌شود، سرعت چرخش و شدت جریان شروع بکار فن اندازه‌گیری شود. باید در این حالت به صدای فن گوش داده شود و لرزش فن در زمان استارت کنترل شود. و عادی بودن عملکرد آن تأیید شود.

۵) مطابق با عملکرد ذکر شده در بالا، انتقال سیگنال صحیح را کنترل کنید.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۹ـ ۴- شرح آزمایش درب یخچالی

تست و بررسی چشمی نشتی هوا و تمیزی و عادی بودن باز و بسته شدن درب‌ها و کنترل قفل و دستگیره‌ها درب بازشوی آدم رو براساس استانداردهای ۷۶۹۳ و ۱۳۵۱۳ ایران انجام می‌شود.

۱ـ ۱۰ ـآزمایش سامانه تجهیزات سیستم تخلیه فاضلاب

آزمایش سامانه‌ای تجهیزات مطابق با موارد ذیل انجام خواهد شد:

- ✓ دبی هوای فن تهویه
- ✓ فشار هوای فن تهویه
- ✓ اندازه‌گیری دبی پمپ‌های لجن‌کش
- ✓ اندازه‌گیری فشار پمپ‌های لجن‌کش
- ✓ اندازه‌گیری عملکرد سطح سنج‌های نصب شده روی دیواره مخزن

۱ ـ ۱۰ـ ۱-اندازه‌گیری دبی هوای فن محوری

اندازه‌گیری جریان هوای عبوری از سامانه پس از غلبه بر مقاومت‌های موجود در مسیرجریان هوا (فشارهای برآورد شده) و مقایسه آن با جریان برآورد شده در طراحی و منحنی عملکرد فن بر اساس استاندارد۲۱۰ AMCA و بالانس فن بر اساس استاندارد ISO۱۹۴۰-ISOC۱۰۸۱۶ و تست سایت بر اساس استاندارد۸۰۳ AMCA اندازه‌گیری و مشخص شده می‌باشد.

۱ ـ ۱۰ـ ۲-اندازه‌گیری فشار فن محوری

توجه: اندازه‌گیری فشار فن (استاتیک و فشار کل) بایستی مطابق استاندارد تست کارخانه‌ای فن AMCA۲۱۰ و در کارخانه سازنده فن انجام گیرد و سپس منحنی عملکرد فن استحصال شود. سپس با بدست آوردن میزان دبی فن خروجی در ایستگاه و مشخص کردن آن بر روی منحنی فن، میزان افت فشار فن تعیین می‌شود.

۱ ـ ۱۰ـ ۳- اندازه‌گیری دبی پمپ‌های لجن کش

شدت جریان در الکتروموتور پمپ را بوسیله آمپرسنج اندازه‌گیری کرده، فشار آب را از فشارسنج نصب شده روی خط لوله یادداشت نموده، ولتاژ و توان و فاکتور $\cos\Phi$ را می‌خوانیم. دبی جریان آب را می توان از فرمول زیر محاسبه کرد:

omoorepeyman.ir

$$Q = (\sqrt{3} \times V \times I \times Cos\varphi \times \eta_{Pump} \times \eta_{motor})/P$$

- P: فشار
- V: ولتاژ دو سر موتور
- I: جریان مصرفی
- η_{Pump}: راندمان پمپ
- η_{motor} : راندمان موتور

۱ـ ۱۱ ـنگهداری و تعمیر

۱ ـ ۱۱ـ ۱-برنامه‌ریزی

برای اطمینان از عملکرد رضایت‌بخش تجهیزات پمپاژ، بازرسی‌های مکرر و نگهداری دوره‌ای مورد نیاز است. توصیه می‌شود جدول زمان‌بندی بازرسی و نگهداری رعایت شود و بازرس باید هر مشکلی را گزارش دهد. راهنمای پیشنهادی برای تعمیر و نگهداری پیش‌گیرانه در کاربردهای معمول در جدول زیر آمده است. برنامه‌های کاربردی غیر معمول، با حرارت، رطوبت، گرد و غبار غیر طبیعی ممکن است نیاز به بازرسی و سرویس مکرر داشته باشد.

جدول ۱—۳راهنمای پیشنهادی برای تعمیر و نگهداری پیش‌گیرانه در کاربردهای معمول

اقلام مورد بازرسی	فعالیت مورد نیاز	دوره بازرسی
نوار آب‌بندی/ محفظه نشت‌بندی	در صورت نشتی بیش از حد بازرسی کنید. گلند را تنظیم کرده و نوار را تعویض کنید	پس از ۱۵۰ ساعت بهره برداری در صورت نیاز
هم راستایی پمپ	موتور تغییرات در هم راستایی را کنترل کنید	سالانه
ارتعاش	تغییرات در ارتعاش را کنترل کنید	به استاندارد ANSI/HI ۹,۶,۵ مراجعه کنید
یاتاقان‌ها	با گریس روانکاری کنید	هر ۲۰۰۰ ساعت یا حداقل سالانه
پیچ ها	شل شدن پیچ‌ها را کنترل کنید	سالانه

۱ـ ۱۱ ـ ۱ـ ۱ـنگهداری در آب و هوای سرد

اگر پمپ آب در حال کار نباشد، توصیه می‌شود مراقبت شود که پمپ در هوای سرد یخ نزند. در کاربردهای حوضچه خشک ممکن است نیاز به تخلیه محفظه طبقه پمپ با برداشتن درپوش تخلیه زیر آن در طول دوره عدم بهره برداری باشد. در بعضی پمپ‌ها، تخلیه خط مکش کافی است. در پمپ‌های عمودی حوضچه‌تر، پمپ باید از آب بیرون آورده شود.

معمولاً رینگ‌های سایشی در محفظه طبقه (رینگ‌های محفظه طبقه) و اگر مشخص شده باشد، برروی پروانه (رینگ‌های پروانه) نصب می‌شوند. این رینگ‌های سایشی، با ایجاد لقی باریک روان و قابل تعویض، مقدار نشتی سیال از

omoorepeyman.ir

منطقه پر فشار به ناحیه کم فشار که دهانه مکش است را کاهش می‌دهند. روانکاری این رینگ‌ها به مایع پمپ وابسته است و در نهایت به گونه‌ای ساییده می‌شوند که لقی، بزرگتر می‌شود و مایع عبوری بیشتری به مکش برمی‌گردد. نرخ سایش به ویژگی مایع پمپ شونده بستگی دارد. رینگ‌های سایشی فرسوده سبب افت شدید هد و گذرجریان پمپ، به ویژه در پمپ‌های کوچکتر خواهند شد. تحقیق برروی الگوهای سایشی می‌تواند اطلاعات با ارزشی را در تشخیص مشکلات پمپ و تعیین منشأ آنها ارائه کند.

پیشنهاد حداقل قطعات یدکی برای پوشش همه شرایط غیر ممکن است. با این حال، موارد زیر می تواند به عنوان راهنما استفاده شود:

الف- برای سرویس‌های دوره‌ای

- نوار آب‌بندی محفظه نشت‌بندی یا آب‌بند مکانیکی.
- واشرها و اُرینگ‌ها (مجموعه کامل).
- گلند نوار آب‌بندی و پیچ‌های دوسر رزوه یا پیچ‌های گلند.

ب- برای سرویس‌های پیوسته (علاوه برموارد بالا)

- یاتاقان بوشی محفظه نشت‌بندی.
- محور هد (در صورت استفاده).
- شفت و غلاف (یک مجموعه).
- کوپلینگ شفت و غلاف (یک مجموعه).
- یاتاقان‌های بوشی هم برای شفت و غلاف و هم محور محفظه طبقه.
- محور پمپ .
- حلقه‌های قفل پروانه (یک مجموعه).
- رینگ‌های سایشی محفظه طبقه و یا پروانه (یک مجموعه).

۱ ـ ۱۱ـ ۲-قطعات یدکی پیشنهادی

فهرست قطعات یدکی پیشنهادی به عواملی نظیر زمان تحویل عادی تأمین کننده هنگام سفارش قطعه، به کارگیری تجهیزات پمپاژ برای کار عادی یا کارشدید و وجود یا عدم وجود پمپ پشتیبان در هنگام پیاده کردن پمپ برای تعمیر و تعویض قطعات بستگی دارد. در جدول زیر فهرست پیشنهادی قطعات یدکی برای واحدهای پمپاژ آمده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۱—۴فهرست پیشنهادی قطعات یدکی برای واحدهای پمپاژ

برای کار عادی	برای کار شدید
نوار آب‌بندی یا آب‌بند مکانیکی	پروانه
غلاف محور	محور
رینگ‌های سایشی یا صفحات سایشی	
مجموعه یاتاقان‌ها	
واشرهای آرینگ و آب‌بندها	

- لازم به ذکر است لیست دقیق قطعات یدکی می‌بایست با پیشنهاد سازنده و تایید مشاور کارفرما مورد بازنگری قرار گیرد.

۱ ـ ۱۱ـ ۳-مواد مصرفی

معمولا اقلام مورد استفاده در نگهداری تجهیزات پمپاژ می‌تواند شامل موارد زیر باشد، اما بسته به نوع واحد، بعضی از اقلام می‌تواند تغییر کند.

- نوار آب‌بندی جایگزین، در صورت استفاده.
- روانکار (گریس یا روغن).
- مواد تمیزکاری.
- رنگ و قلم مو.

۱ ـ ۱۱ـ ۴-ابزار و ادوات لازم

بیشتر کارهای تعمیر و نگهداری فقط به استفاده از ابزارهای دستی استاندارد نیاز دارند. برداشتن نوار آب‌بندی، با استفاده از ابزار برداشتن نوار با یک قلاب با انتهای رزوه‌دار میسر است. ابزارها و ادوات برای پیاده و سوار کردن پمپ، علاوه برموارد بالا، ممکن است شامل موارد زیر باشد:

- دستگاه‌های بالابر (جرثقیل، چرخ بالاکش، زنجیرها یا تسمه‌های بالابر).
- پروانه کش (برای جداکردن پروانه پِرس شده از محور).
- چکش قفل حلقه (برای برداشتن پروانه حلقه شده از محور).
- یاتاقان‌کش (برای جداکردن یاتاقان پرسی از محور).

omoorepeyman.ir

- مشعل (برای گرم کردن قطعات برای کمک به برداشتن آنها).
- دستگاه سنگ‌برش (برای بریدن رینگ‌های سایشی یا برداشتن غلاف‌های محور، در صورت نیاز).
- میز کار یا ادواتی برای نگه داشتن پمپ.
- تجهیزات اندازه‌گیری (فیلر، دستگاه ساعت اندازه‌گیری و غیره).
- حمام روغن داغ (یا روشی برای گرم کردن یاتاقان‌ها و هاب‌های ۱ کوپلینگ برای نصب).

۱ ـ ۱۱ـ ۵-رفع آلودگی پمپ

پیش از پیاده کردن یک واحد پمپاژ، حصول اطمینان از تمیز بودن واحد و عدم وجود آلودگی که سبب آسیب یا بیماری شود، بسیار مهم است. این موضوع، به ویژه برای پمپ‌های مورد استفاده در پمپاژ مواد شیمیایی و انتقال فاضلاب، صادق است. روش تمیز کردن پمپ‌ها، با ساختمان و طراحی پمپ تغییر می‌کند. به طور کلی لازم است که پمپ به درستی تخلیه، شست و شو و هرگونه آلودگی پاک شود. توصیه می‌شود محتویات پمپ، مواد تمیزکاری و مواد شست‌وشو به طور مناسبی دور ریخته شوند. علاوه برتمیز کردن، ضدعفونی همه سطوح برای حفاظت از آسیب و بیماری پیشنهاد می‌شود. در طول ضدعفونی و پیاده کردن پمپ، لازم است کارگران لباس‌ها و تجهیزات محافظ بپوشند تا در برابر مواد بالقوه مضر محافظت شوند. هنگام ضدعفونی و رفع آلودگی یک پمپ، استفاده از سیال یا ترکیبی که به اجزای پمپ آسیب نرساند (مثلاً زنگ‌زدگی یا تاول زنگ)، مهم است. اغلب، جنس ساختمان پمپ برای سیالات پمپاژ با خورندگی محدود، نظیر آب آشامیدنی مناسب است. محدود بودن زمان تماس فیزیکی با پمپ پیشنهاد می‌شود. پیش از شست و شو و ضدعفونی واحد پمپ، باید به موارد زیر توجه دقیق شود: غلظت محلول پیش از ورود به پمپ، روش تعیین مقدار مصرف ماده ضدعفونی و بهره‌برداری پمپ، مثلا محدود کردن جریان، خفگی و محدود کردن زمان نگهداری. اجزای پمپ با حساسیت خاص به سیالات یا ترکیبات شست‌وشو شامل محور پمپ، سرمحورهای یاتاقان و یاتاقان‌های نوع بوشی الاستومری هستند. پیشنهاد می‌شود پیش از ضدعفونی یا شست‌وشوی پمپ، همیشه با تولیدکننده پمپ تماس بگیرید.

۱ ـ ۱۱ـ ۶- راهنمای عیب‌یابی‌ها

هنگام بررسی مشکل پمپ در محل نصب، توصیه می‌شود در ابتدا همه عوامل مؤثر خارجی را حذف نمود. اگر عملکرد مشکوک است، توصیه می‌شود در ابتدا کاربرد صحیح و دقت ابزارهای اندازه‌گیری بررسی شود. بعلاوه یادآوری می‌شود که اساساً عملکرد پمپ متأثر از ویژگی های مایع پمپ شونده نظیر دما، وزن مخصوص و گرانروی است.

۱ـ ۱۱ ـ ۶ـ ۱ـعملکرد هیدرولیکی

- **فشار**

omoorepeyman.ir

فشار کم و ناکافی پمپ می‌تواند تحت هر یک از شرایط زیر ایجاد شود:

الف- سرعت بسیار پایین.

یادآوری- هنگام اتصال مستقیم به موتور الکتریکی، از در مدار بودن موتور و دریافت کامل ولتاژ اطمینان حاصل کنید. در صورت اتصال مستقیم به توربین بخار، مطمئن شوید توربین، فشار کامل بخار را دریافت می کند.

ب- هد سیستم کمتر از مقدار پیش‌بینی.

پ- وجود هوا یا گاز در مایع.

ت- رینگ‌های پروانه فرسوده.

ث- پروانه آسیب دیده.

ج- قطر بسیار کوچک پروانه.

چ- پروانه انتخابی با جهت چرخش پمپ تطابق ندارد.

ح- جهت اشتباه چرخش موتور.

خ- تنظیم بیش از حد لقی برروی پروانه‌های نیمه باز.

د- نشتی مفصل‌های اتصال.

ذ- برنداشتن درپوش‌های محافظ استفاده شده در حین حمل و نقل از روی دهانه‌های مکش و رانش.

ر- چرخش پشت‌بند داخلی.

ز- درست کار نکردن شیر یک طرفه (روی خط رانش پمپ) ناشی از وجود آشغال یا مشکل مکانیکی.

تلفات مکش می‌تواند تحت هر یک از شرایط زیر ایجاد شود:

الف- کشیده شدن هوا به خط مکش.

ب- بالاکشی خیلی زیاد مکش یا NPSHA ناکافی.

پ- وجود هوا یا گاز در مایع.

ت- نقص واشر محفظه طبقه.

ث- مسدود شدن صافی.

ج- پایین آمدن بیش از حد آب چاه.

چ- دمای بالای مایع.

- **جریان**

فقدان یا کمبود رانش از پمپ، می‌تواند به دلیل هر یک از شرایط زیر ایجاد شود:

الف- پمپ پرنشده.

ب- سرعت بسیار پایین.

omoorepeyman.ir

یادآوری- هنگام اتصال مستقیم به موتور الکتریکی، از در مدار بودن موتور و دریافت کامل ولتاژ اطمینان حاصل کنید.
در صورت اتصال مستقیم به توربین بخار، مطمئن شوید توربین، فشار کامل بخار را دریافت می‌کند.

پ- هد سیستم از هد قطع فراتر می‌رود.

ت- بالا کشی مکش بیشتر از مقدار طراحی شده برای پمپ است.

ث- پروانه کاملاً مسدود شده.

ج- پروانه معکوس نصب شده است.

چ- جهت ناصحیح چرخش.

ح- نشتی هوا در خط مکش.

خ- پایین آمدن آب چاه به زیر حداقل استغراق.

د- آسیب پمپ در طول نصب.

ذ- شفت و غلاف یا کوپلینگ شکسته.

ر- شل بودن پروانه (ها) برروی محور.

ز- شیر مکش بسته.

س- برنداشتن درپوش‌های محافظ استفاده شده در حین حمل و نقل از روی دهانه‌های مکش و رانش.

ش- درست کار نکردن شیر یک طرفه (روی خط رانش پمپ) ناشی از وجود آشغال یا مشکلات مکانیکی.

رانش ناکافی از پمپ می‌تواند تحت عوامل زیر ایجاد شود:

الف- نشتی هوا در خط مکش.

ب- سرعت بسیار پایین.

یادآوری- هنگام اتصال مستقیم به موتور الکتریکی، از در مدار بودن موتور و دریافت کامل ولتاژ اطمینان حاصل کنید.
درصورت اتصال مستقیم به توربین بخار، مطمئن شوید توربین، فشار کامل بخار را دریافت می‌کند.

پ- هد سیستم بیشتر از مقدار پیش‌بینی.

ناکافی: زیاد بودن بالاکشی مکش– NPSHA .

ث- خط یا صفحه مکش مسدود.

ج- هد مکش ناکافی برای مایعات داغ یا فرار.

چ- سوپاپ بسیار کوچک.

ح- پروانه تا حدی مسدود شده.

خ- رینگ‌های ساییده شده.

د- پروانه آسیب دیده.

omoorepeyman.ir

ذ- شلی پروانه (ها)ی روی محور.

ر- تنظیم بیش از حد لقی در پروانه نیمه باز.

ز- شیر مکش تا حدی بسته.

س- نشتی اتصالات.

ش- سوپاپ دهانه مکش به اندازه کافی مستغرق نشده است.

ط- پروانه معکوس نصب شده.

ظ- جهت ناصحیح چرخش موتور.

ع- کارکرد ناصحیح شیر یک طرفه (برروی خط رانش پمپ) ناشی از وجود آشغال یا مشکلات مکانیکی.

- **توان**

مصرف بالای توان می‌تواند توسط هر یک از شرایط زیر ایجاد شود:

الف- سرعت بسیار بالا.

ب- هد سیستم کمتر از مقدار اعلام شده، مایع بسیار زیادی را پمپ می‌کند. (پمپ‌های شعاعی و جریان مختلط)

پ- هد سیستم بیشتر از مقدار اعلام شده، مایع بسیار کمی را پمپ می‌کند. (پمپ‌های محوری و جریان مختلط)

ت- وزن مخصوص یا گرانروی مایع پمپ شده بسیار بالاست.

ث- خمش محور.

ج- اجزای چرخشی درگیر شده‌اند.

چ- محفظه نشت‌بندی بسیار تنگ تنظیم شده است.

ح- ساییدگی رینگ‌های پروانه.

خ- نقص مکانیکی یا الکتریکی موتور.

د- قطر کابل مستغرق کمتر از اندازه انتخاب شده یا اتصالات ضعیف.

ذ- روانکاری ناصحیح محرک.

ر- مایع روانکار در غلاف محور بسیار چسبنده است.

۱ـ ۱۱ ـ ۶ـ ۲ـ عملکرد مکانیکی

- **ارتعاش**

به استاندارد ANSI/HI ۹،۶،۴ مراجعه کنید.

- **دمای یاتاقان**

omoorepeyman.ir

دمای یاتاقان‌ها در داخل پمپ‌های عمودی، اندازه‌گیری نمی‌شود. یاتاقان‌هایی که دمایشان اندازه‌گیری می‌شوند، معمولاً یاتاقان‌های محرک یا یاتاقان‌های نیروی محوری مستقل در زیر محرک هستند. (در این بند سازنده، اطلاعاتی در خصوص مقادیر مجاز دمای یاتاقان ارائه می‌کند)

- **نوفه**

صدای تولیدی در داخل پمپ‌های عمودی در استاندارد ANSI/HI ۹،۶،۴ شرح داده شده است. معمولاً سطح فشار صدا در پمپ‌های عمودی کمتر از صدای محرک است.

در ادامه روش و چیدمان آزمونها به پیوست و به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد آورده شده است.

omoorepeyman.ir

۲ـ فصل دوم

ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری سیستم تهویه مطبوع

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲ـ۱ ـمبانی سیستم تهویه مطبوع ناویژه(HVAC) ایستگاه‌های مترو زیرزمینی

۲ ـ ۱ـ ۱-مقدمه

در این گزارش به برر سی سیستم تهویه و تهویه مطبوع فضاهای غیر عمومی پرداخته می شود. با توجه به ضوابط و شرایط دمایی و تعداد دفعات مورد نیاز برای تهویه هر فضا، ممکن است به تجهیزات سرمایشی، گرمایشی یا تهویه خاص نیاز باشد که طرح اولیه و الزامات مربوط به طراحی آن در این گزارش آمده است. تجهیزات مزبور ارتباطی با تجهیزات ویژه تونل و ایستگاه ندا شته و در شرایط اضطراری در سیستم تخلیه دود حاصل از آتش منظور نمی شوند.کنترل این تجهیزات از طریق سیستم BMS ایستگاه هماهنگ با تجهیزات ویژه صورت می‌گیرد. اصطلاحات بکار رفته در متن به شرح ذیل می‌باشد.

Aliment	***همراستا سازی***
Coupling	***جفت کردن***
Drain	***درین***
Energy Meter	***اندازه‌گیری انرژی***
Electrical Room	***فضای فنی***
Full Load	***بارگذاری کامل***
Low Dissipation	***اتلاف کم***
Louver	***لوور***
Manifold	***چند شاخه***
MDP:Main Distribution Panel	***تابلوی توزیع اصلی***
Running Cost	***هزینه‌های بهره‌برداری***
Standby	***آماده به کار(جایگزین)***
Static Pressure	***فشار استاتیک***
UPS:Uninterruptible Power Supply	***منبع تغذیه اضطراری***
Velocity Pressure	***فشار سرعتی***
VRF: Variable Refrigerant Flow	***جریان مبرد متغیر***

۲ ـ ۱ـ ۲-استانداردها و مراجع

1. ASHRAE handbook series, 4 volumes: Fundamentals, HVAC Systems and Equipment’s, HVAC Applications ,Refrigeration
2. Subway Environmental Design Handbook, Volume 2: Applications and principles.

omoorepeyman.ir

3. Handbook of Air Conditioning System Design (by Carrier Co.)
4. ASHRAE standards
5. ISO (International Standard Organization)
6. IEC (International Electric Code)
7. AFBMA (Anti-Friction Bearing Manufacturing Association)
8. AMCA (Air Moving and Control Association)
9. ANSI (American National Standards Institute)
10. ASTM (American Society for Testing and Materials)
11. DIN (Deutsches Institut für Normung)
12. ASME (American Society of Mechanical Engineers)
13. BSI (British Standard Institute)
14. Ul 484, "Standard for Room Air Conditioning"
15. ARI, Air Conditioning & Refrigeration Institute (Standards)
16. ISO: International System Organization
17. SMACNA Publications.
18. www.irimet.net
19. NFPA 130, "Standard for Fixed Guide way Transit and Passenger Rail Systems"
20. UL 555, " Standard for Safety Fire Damper"
21. UL 33, "Standard for heat responsive links for fire-protection services"
22. NFPA 90A, "Standard for the installation of Air-conditioning and Ventilation Systems"
23. NFPA 92A, "Standard for Smoke-Control Systems Utilizing Barriers and Pressure Differences"
24. NFPA 92B, "Standard for Smoke Management System in Malls, Atria and Large Spaces"
25. NFPA 101, "Life Safety Code"
26. NFPA 80, "Standard for Fire Doors and Fire Windows"

۲۷. ضابطه ۸۰۳ (ضوابط طراحی ایستگاه‌های قطار شهری و حومه)

۲۸. ضابطه شمارهٔ ۱۷۲ سازمان برنامه و بودجه (عملکرد بهینه‌سازی سیستم‌های گرمایی)

۲۹. ضابطه شمارهٔ ۲۷۱ سازمان برنامه و بودجه کشور (شرایط طراحی)

۳۰. ضابطه شماره ۱۲۸ سازمان برنامه و بودجه (مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان)

۳۱. مقررات ملی ساختمان (مبحث نوزدهم: صرفه‌جویی در مصرف انرژی)

۲ ـ ۱ـ ۳-مبانی سیستم تهویه مطبوع ناویژه(HVAC) ایستگاه‌های مترو زیرزمینی

عمل تهویه مطبوع عبارت اســـت از انجام عملیاتی روی هوا تا بتوان شـــرایط هوای محل مورد نظر را برای زیســـتن، کارکردن یا عملیات صنعتی، راحت و مناسب نمود. این شرایط عبارتند از کنترل درجه حرارت، رطوبت و حرکت هوا بطور همزمان که روش معینی بطور اتوماتیک صورت می‌گیرد.

در تهویه مطبوع باید عوامل مختلف هوا را تنظیم و ثابت کرد که اهم آنها درجه حرارت، رطوبت هوا، سرعت وزش هوا، صاف کردن هوا از گرد و غبار و از بین بردن باکتری‌ها و ویروس‌های موجود در آن می‌باشد.

omoorepeyman.ir

شرایط محیط زیست انسان تأثیر مستقیمی بر چگونگی حالات روانی، وضعیت فیزیکی، نحوه انجام کار و بطور کلی تمام شئون زندگی او دارد. از آنجایی که بخش عمده زندگی بشر امروزی در داخل ساختمان می‌گذرد، ایجاد شرایط مطلوب زیست‌محیطی در ساختمان، خواه محل کار باشد یا منزل و غیره، واجد اهمیت زیادی است که مهم‌ترین آن تهویه هوایی مطبوع برای ساکنین ساختمان با توجه به نوع فعالیت آنهاست. زیباترین و گرانبهاترین ساختمان‌ها در صورتی که فاقد سیستم تهویه مطبوع مناسب باشد، قابل سکونت نخواهد بود.

هدف در تهویه مطبوع ایستگاه‌ها، تأمین شرایط مطلوب آسایش در داخل ایستگاه و یا تأمین شرایطی خاص در یک فضای مورد نظر است. برخی از معیارهایی که مبنای مقایسه‌ی سیستم‌های تهویه مطبوع را تشکیل می‌دهند عبارتند از:

۱ -چگونگی تأمین شرایط آسایش و یا شرایط خاص مورد نظر

۲ -چگونگی کارکرد سیستم

۳ -میزان و درجه‌ی آسایش مورد نظر

۴ -وضعیت جاگیری و اشغال فضا توسط سیستم

۵ -هزینه‌های تهیه و نصب (اولیه)

۶ -هزینه‌های بهره‌برداری (Running cost)

۷ -قابل اتکا بودن

۸ -قابل انعطاف بودن

۹ -تعمیر و نگهداری سیستم و هزینه‌های آن

۱۰ -چگونگی وضعیت تملک و استفاده از فضاها

نظر به اینکه تأسیسات برودتی و حرارتی بایستی با توجه به وضعیت ایستگاه و همچنین شرایط جوی منطقه طراحی گردد، لذا در این مورد ابتدا شرایط اقلیمی منطقه را مورد برر سی قرار داده و سپس از تعیین شرایط مندرج در فصول سرد و گرم و تعیین شرایط داخلی در این فصول، می‌توان نوع برودت و حرارت را پیشنهاد داد.

۲ـ ۲ ـاجزای کلی سیستم تهویه مطبوع ناویژه(HVAC) ایستگاه‌های مترو زیرزمینی

به طور معمول، در بیشتر ایستگاه‌های مترو به دلیل سهولت نصب و کنترل و همچنین ارائه سرمایش و گرمایش قابل اطمینان، از سیستم VRF (مجموعه اسپیلت یونیت‌های داخلی با کندانسینگ یونیت خارجی) استفاده می‌شود. جهت کنترل کیفیت هوا، مجموعه فن‌های دمنده و مکنده، به تهویه هوای داخل فضاهای عمومی می‌پردازند.

omoorepeyman.ir

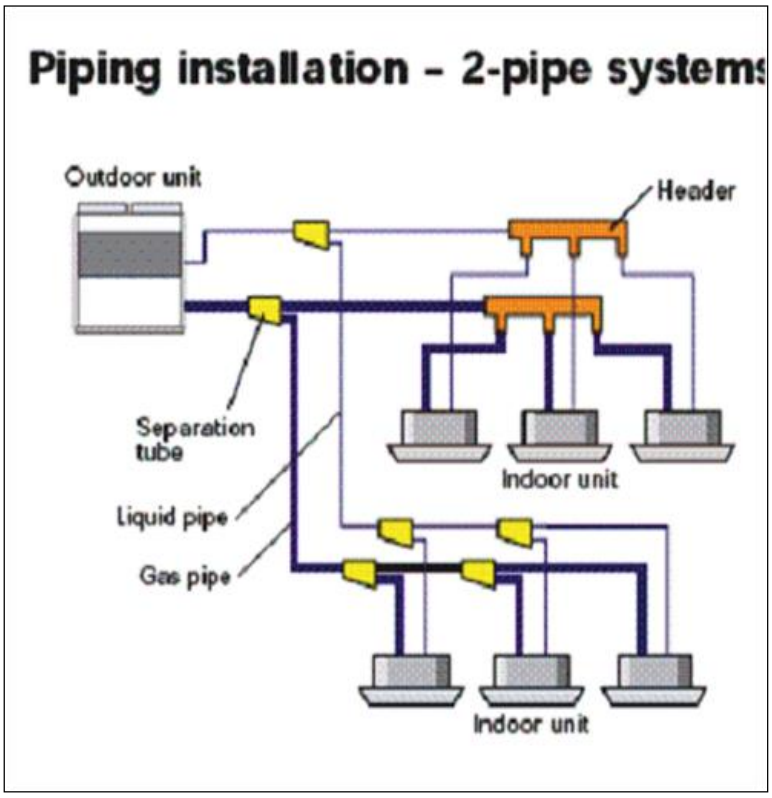
۲ ـ ۲ـ ۱-سیستم اسپیلت یونیت‌های داخلی با کندانسینگ یونیت خارجی VRF

اسپلیت یونیت‌های (Variable Refrigerant Flow) VRF، پیشرفته‌ترین و جدیدترین سیستم تهویه مطبوع در سراسر جهان می‌باشد که قسمت کندانسینگ یونیت بسته به ظرفیت آن مانند یک موتورخانه مرکزی تعداد بسیاری پنل را تغذیه می‌کند.

کمپرسور اتاق فنی می‌بایست از نوع دو کمپرسوره بوده و مناسب برای اتاق‌های سرور و دیتا سنتر تعبیه شود.

شکل۲ـ۱نمای کندانسینگ یونیت خارجی سیستم VRF

omoorepeyman.ir



شکل۲—۲دیاگرام فلو شماتیک سیستم *VRF*

۲ ـ ۲ـ ۲-سیستم تهویه هوای فضاهای غیرعمومی

همان‌طور که توضیح داده شد، در فضاهایی که نیاز به گردش هوا باشد، از ورود مستقیم هوا توسط فن به فضا استفاده می شود. البته گاهی ممکن ا ست، با توجه به الزامات داخل ف ضا، ورودی هوا از هوای ای ستگاه با شد و خروج آن به هوای آزاد، در هر صورت، ترکیب‌های زیر قابل اجرا است که با توجه به شرایط طرح فضا معرفی و طراحی می‌شوند.

- فن مکش از ف ضای بیرون و فن تخلیه به ف ضای بیرون برای ف ضاهایی که کنترل ف شار در آنها مهم ا ست. (فن کانالی یا دیواری)
- فن مکش از فضای بیرون و کانال‌کشی به فضای بیرون برای تخلیه بدون در نظر گرفتن فن برای فضاهایی که به فشار مثبت نیاز دارند. (فن کانالی یا دیواری)
- فن مکش (دیواری) از فضـــای ســـکو به همراه کانال خروجی (با یا بدون فن) برای فضـــاهایی که نیاز به هوای خنک‌تری نسبت به هوای محیط بیرون دارند.
- فن تخلیه (کانالی یا دیواری) به همراه گریل یا لوور روی در یا دیوار برای دریافت هوا، برای فضـــاهایی که باید فشار منفی در آنها ایجاد شود و استفاده از هوای فضای ایستگاه برای آنها مشکلی ایجاد نکند.

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۲ـ ۳-دسته‌بندی سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی به تفکیک نوع فضاها

در یک دسته‌بندی کلی فضاهای غیرعمومی که نیاز به سیستم سرمایش و گرمایش دارند را می‌توان به این صورت در نظر گرفت:

۲ـ ۲ ـ ۳ـ ۱ـفضاهای پرسنلی (شامل اتاق‌های اداری، کمک‌های اولیه، نمازخانه، آبدارخانه و غذاخوری کارکنان)

این فضاها دارای بارحرارتی نهان ناشی از حضور افراد و بار محسوس ناشی از روشنایی و تجهیزات دفتری بوده و دارای دمای طرح زمستانی و تابستانی مطابق جدول طرح داخل می‌باشد.

در فضاهایی مانند نمازخانه، آبدارخانه و غذاخوری کارکنان به منظور جلوگیری از نفوذ هوای این فضاها به فضاهای عمومی از سیستم گردش هوای فشار منفی استفاده می‌شود.

برای گردش هوای مناسب در فضاهای پرسنلی از فن تخلیه هوا و تعبیه لوور بر روی درب استفاده می‌گردد. بدین ترتیب هوای مورد نیاز از فضاهای عمومی ایستگاه تأمین می‌شود.

۲ـ ۲ ـ ۳ـ ۲ـفضاهای فنی نوع اول(LV Electrical Room)

این فضاها دارای بارحرارتی قابل توجه ناشی از کارکرد تجهیزات بوده و دمای طرح در این فضاها ۲۵ درجه سانتیگراد می‌باشد.

اتاق سیگنالینگ و ارتباطات در این گروه قرار می‌گیرند.

برای کنترل دمای این فضاها از سیستم VRF استفاده می‌شود. در اجرای این سیستم می‌بایست دقت لازم در مسیر لوله‌کشی‌ها انجام گیرد. تخلیه هوا در شرایط اضطراری برای تخلیه گازهای اطفاء از طریق کانال کشی متصل به فن (که با توجه به افت فشار مسیر کانال کشی کانالی یا سانتریفیوژ می‌باشد) مستقر در اتاق تهویه ایستگاه صورت می‌گیرد. به منظور مثبت کردن فشار هوای این اتاق‌ها استفاده از یک فن فیلتر یونیت نصب شده در بالای درب برای تأمین هوا از فضای عمومی پیشنهاد می‌گردد.

۲ـ ۲ ـ ۳ـ ۳ـفضاهای فنی نوع دوم (MV Electrical Room)

این فضاها شامل تجهیزات الکتریکی می‌باشند که سیستم‌های ایستگاه از آن‌ها تغذیه می‌شوند و نیز دارای بارحرارتی قابل توجه (ناشی از تجهیزات) بوده اما دمای طرح در این فضاها ۴۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. اتاقهایLPS ، MDPو UPSسکوها در این گروه قرار دارند.

بار حرارتی اتاق LPS در عمده شرایط کارکرد (Low Dissipation) توسط گردش هوای نسبتاً خنک سکو زدوده می‌شود در این حالت دو فن جهت تخلیه هوای LPS در نظر گرفته می‌شود و تأمین هوا توسط دمپر از سکو صورت می‌گیرد. در

omoorepeyman.ir

شرایط اضطراری که به علت آتش‌سوزی در سکو دمپرهای حریق ورودی بسته می‌شود یا در حالت بالا رفتن تلفات حرارتی فضاهای LPS ناشی از شرایط تمام بار، از سیستم VRF استفاده می‌شود.

فن تخلیه هوا از این فضـاها در اتاق تهویه چهارم قرار می‌گیرد. برای فضـاهای MDP و UPS تهویه هوای مناسـب در نظر گرفته می‌شود.

۲ـ ۲ ـ ۳ـ ۴ـفضاهای فنی نوع سوم(General Technical Room)

دمای طرح در این فضاها نیز ۴۰ درجه سانتیگراد می‌باشد اما بارحرارتی در این اتاق‌ها ناچیز است که نزدیک به صفر در نظر گرفته می شود. اتاق‌های اطفاء با اطفای گاز، اتاق مخزن و پمپ، همچنین پست تخلیه فاضلاب در این گروه قرار می‌گیرند.

سیستم انتخابی برای فضاها، گردش هوای فشار منفی به منظور تأمین تعداد دفعات تعویض هوای مورد نیاز می‌باشد.

کانال تخلیه هوای پست تخلیه فاضلاب DWP باید در ایستگاه‌ها به صورت مستقل و مستقیم به خارج از ایستگاه فرستاده شود. تأمین هوای تازه‌ی این فضا با استفاده از یک کانال مستقیماً از فضای بیرون از ایستگاه انجام می‌شود. برای تخلیه هوای این فضا از دو فن (یکی رزرو) استفاده می‌شود.

کانال‌های تخلیه مربوط به اتاق‌های اطفاء با گاز به فن (کانالی یا سانتریفیوژ) مستقر در اتاق تهویه ایستگاه متصل می‌شود و به خارج از ایستگاه فرستاده می‌شود.

۲ـ ۲ ـ ۳ـ ۵ـفضاهای فنی نوع چهارم (Battery Room)

حداقل گردش هوای این اتاق ها ۵ تعویض هوا در ساعت در نظر گرفته می‌شود. اتاق‌های باتری در این گروه قرار می‌گیرند. فن‌های تخلیه از این فضاها باید ضد جرقه بوده و دارای فن جایگزین (Standby) باشند. فن‌های دوقلوی تخلیه از این فضاها در اتاق تهویه قرار می‌گیرد.

در صورتیکه باتری از نوع Ni-Cd باشند، دمای این اتاق‌ها باید بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتیگراد باشد. در این صورت برای تأمین شرایط طرح داخل در این فضاها از سیستم VRF استفاده می‌گردد .

۲ـ ۲ ـ ۳ـ ۶ـفضاهای متفرقه

در این فضاها شامل انبار، اتاق جمع‌آوری زباله، رختکن، سرویس بهداشتی و تی‌شور می‌باشد.

در این فضاها از سیستم تخلیه هوا به منظور جلوگیری از انتشار آلاینده‌ها و بوی نامطبوع استفاده می‌شود. با توجه به طرح معماری و محل قرار گیری این فضاها از یکی از فن‌های تخلیه ایستگاه برای این منظور استفاده می‌گردد.

تمامی فن‌های تخلیه مستقر در اتاق تهویه ایستگاه به یک پلنیوم متصل می‌گردد که تا شفت خروجی از این اتاق امتداد می‌یابد.

omoorepeyman.ir

۲ـ ۳ ـمراحل تحویل گیری

پیمانکاران ساختمانی پس از تامین، نصب و راه‌اندازی تجهیزات، درخواست تحویل فضاها و تجهیزات نصب شده سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی را برای کارفرمایان ارسال می‌نمایند که در ذیل تمامی الزامات و مدارک مورد نیاز جهت درخواست تحویل فضاها و تجهیزات شرح داده شده است.

۲ ـ ۳ـ ۱-مدارک لازم جهت درخواست تحویل‌گیری

- ✓ ارائه مشخصات فنی و گزارشات طراحی فضاها و تجهیزات که به تایید مجموعه کارفرمایی رسیده است.
- ✓ ارائه مدارک ساخت شامل مشخصات فنی مواد به کار رفته در فرآیند تولید به همراه نقشه‌های ساخت و ریز اقلام تجهیزات.
- ✓ ارائه تست‌های کارخانه و گواهینامه‌های صادر شده که در مراحل تولید تجهیزات توسط سازندگان استفاده شده است.
- ✓ ارائه گزارش شرکت بازرسی در خصوص ساخت، حمل تجهیزات و نصب آن در سایت.
- ✓ ارائه لیست تجهیزات لوازم یدکی و ابزار تعمیر و نگهداری.
- ✓ ارائه مدارک نگهداری به همراه چک لیست‌های دوره‌ای.
- ✓ ارائه مدارک تعمیرات به همراه چک لیست‌های مرتبط.
- ✓ ارائه نقشه‌های ازبیلت سازه و معماری، تاسیسات مکانیکی و الکتریکی نصب شده.
- ✓ ارائه گواهی نصب و راه‌اندازی توسط سازنده (در پیمان‌های EPC گواهی نصب توسط سازنده هر تجهیز باید صادر شود).
- ✓ ارائه مدارک مطابق با قرارداد و نیازمندی‌های هر پروژه و کارفرمای آن.

۲ـ ۴ ـمراحل جهت تحویل تجهیزات

پس از ارائه مدارک بند (۲ ـ ۳ـ ۱-) توسط پیمانکار و تایید مجموعه کارفرما (مشاور+کارفرما)، تجهیزات مطابق با رویه ذیل در سایت تحویل کارفرما و مجموعه بهره‌بردار داده می‌شود.

انجام بازرسی ظاهری با استفاده از چک لیست‌های تهیه شده که به تایید مجموعه کارفرمایی رسانده شده‌است.

انجام تست‌های عملکردی به همراه چک لیست‌های مرتبط مطابق با استانداردهای طراحی و تاییدات کارفرما و مشاور کارفرما.

omoorepeyman.ir

بازرسی نیازمندی‌های اینترفیسی با سیستم‌های دیگر مطابق با چک لیست‌های کنترلی مورد تایید مجموعه کارفرمایی و مشاور کارفرما.

ارائه مدارک مطابق با قرارداد و نیازمندی‌های هر پروژه و مجموعه کارفرمایی.

با توجه به موارد فوق و در صورت تامین کلیه شرایط، تحویل‌گیری فضاها و تجهیزات مطابق با موارد قراردادی صورت خواهد پذیرفت.

۲ـ ۵ ـشرحی از بازرسی و مراحل تحویل‌گیری

پس از درخواست پیمانکاران و سازندگان در خصوص تحویل فضاها و تجهیزات اطفای حریق آبی در ایستگاه‌ها و موقعیت‌های نصب و همچنین تایید کارفرما و مشاوران در خصوص کامل بودن مدارک تحویل، مراحل تحویل براساس بازرسی‌های ظاهری و تست‌های عملکردی در موقعیت‌های نصب تجهیزات انجام خواهد شد که تمامی تست‌ها و بازرسی تجهیزات بر اساس استانداردها به شرح ذیل ارائه شده است.

۲ ـ ۵ـ ۱-کلیات تست‌ها و رویه آزمون‌های سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی

آزمایش سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی در یک مرحله انجام می شود:

- ✓ آزمایش سامانه‌ای تجهیزات: تست عملکرد یکپارچه مجموعه سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی شامل VRF و کلیه اگزاست فن‌ها.

۲ ـ ۵ـ ۲-سازماندهی

- ✓ **گروه آزمایش منفرد تجهیزات شامل ۴ نفر می‌باشد:** یک نفر به عنوان سرپرست، یک نفر مسئول بخش الکتریکی (کاربر سامانه) ، یک نفر در بخش مکانیک (کارشناس مکانیک)، یک نفر هم به عنوان ثبت کننده نتایج آزمایش (کارشناس مکانیک).
- ✓ **گروه آزمایش سامانه‌ای** : متشکل از ۴ نفر می‌باشد که شامل ۲ مهندس مکانیک، یک مهندس برق و ۱ نفر کاربر سامانه می‌باشد.

در انجام مراحل فوق حضور نمایندگان کارفرما و مشاور کارفرما یا شرکت بازرسی مورد تایید مجموعه کارفرمایی جهت مطابقت و راستی آزمایی آزمایشات الزامی خواهد بود.

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۵ـ ۳-شرایط آزمایش

جهت برگزاری آزمایشات، لازم است شرایط کلی از جمله بازرسی ظاهری و همچنین الزامات اینترفیسی رعایت شده باشد لذا چند نمونه از مواردی بازرسی در ذیل بیان شده است.

- ✓ بررسی نصب ظاهری تجهیزات و تمیزکاری کامل تجهیزات سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی. (بازرسی ظاهری)
- ✓ بررسی الزامات اینترفیسی هر کدام از اجزای سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی با بخش ساختمانی. (بازرسی ظاهری - اینترفیسی)
- ✓ بررسی تجهیزات و امکانات اولیه (بازرسی اینترفیسی)
- ✓ تمامی اتصالات از جمله جوش‌ها و پیچ‌ها و عایق‌ها و ... باید مورد بازرسی قرار گیرد. (بازرسی ظاهری)
- ✓ قبل از انجام آزمایش سامانه، تجهیزات باید بطور نرمال راه‌اندازی شوند و هیچگونه مشکلی در هیچکدام از تجهیزات مشاهده نشود. (بازرسی ظاهری)

*موارد فوق کلیاتی از شرایط آزمایش بود که در هر پروژه نسبت به مدارک طراحی و وضعیت اجرا توسط پیمانکاران و کارفرمایان چک لیست‌های تکمیلی تهیه خواهد شد.

۲ ـ ۵ـ ۴-آماده‌سازی قبل از انجام آزمایش

پس از احراز شرایط آزمایش‌ها لازم است تجهیزاتی برای شروع آزمایش‌ها فراهم شود، که کلیاتی در ذیل ارائه شده است شایان ذکر است موارد تکمیلی توسط پیمانکاران و مشاورین هر پروژه ارائه خواهد شد.

- ✓ بایستی کپسول آتش‌نشانی برای حفاظت از تاسیسات و امکانات داخل محل هواساز چهارم یا هر محلی که تجهیزات تهویه در آن قراردارد، آماده‌سازی شود.
- ✓ تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل عملکردی از جمله اهم‌سنج، سرعت‌سنج، دماسنج و دبی‌سنج آماده شود.
- ✓ کلیه موارد اینترفیسی از جمله ارتباط میان تابلوهای برق از پست برق تا مصرف کننده چک شود. (بازرسی ایمنی)
- ✓ محکم بودن اتصالات، پیچ‌ها، مهره‌ها و سربندی در بخش تجهیزات مکانیکی و الکتریکی کنترل شود. (بازرسی ظاهری)
- ✓ اطمینان از اتصال سیستم ارت جهت تجهیزات الکتریکی.
- ✓ هماهنگی با تمامی ارکان پروژه در خصوص برگزاری تست‌های سامانه تهویه و الزاماتی که دیگر بخش‌ها باید رعایت کنند.

omoorepeyman.ir

۲ـ ۶ ـآزمایش تحویل تجهیزات سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی(VRF+ فن‌ها)

۲ ـ ۶ـ ۱-آزمون عملکرد VRF

قبل از انجام اندازه‌گیری محلی، کوشش کنید تمام مشخصات و کاتالوگ‌های دستگاه‌های تبرید را جمع‌آوری و مطالعه کنید و خود را با اهداف طرح آشنا سازید. برای وضوح، دستگاه‌ها را روی نقشه برچسب بزنید. هنگام مطالعه مدارک، سعی کنید دستگاه‌های حساس و یا موارد خاص را مشخص کنید تا هنگام ارزیابی عملکرد سیستم، آنها را به طور دقیق زیر نظر بگیرید.

تمام مدارک زیر همیشه در دسترس پیش از آزمایش و راه‌اندازی اولیه سیستم مورد نیاز است:

- پلان‌های اولیه تاسیسات مکانیکی فاز دوم سیستم HVAC
- نقشه‌های ازبیلت اجرا شده منطبق با سیستم VRF نصب شده.
- کاتالوگ دستگاه شامل ظرفیت و مشخصات دستگاه تبرید به همراه توصیه‌های سازنده در خصوص آزمایش آن‌ها
- جداول و منحنی عملکرد دستگاه‌های تبرید و دیاگرام فشار-آنتالپی و فشار-دمای مربوط به مبرد.

۲ـ ۶ ـ ۱ـ ۱ـفرم‌های گزارش

فرم‌های ذیل(مطابق پیوست) را برای هریک از زون‌های سیستم VRF آماده کنید:

- برگ آزمایش و اطلاعات دستگاه‌های تبرید
- برگ خلاصه اطلاعات
- برگ اطلاعات وسایل اندازه‌گیری و نحوه درجه‌بندی آن‌ها

۲ـ ۶ ـ ۱ـ ۲ـاندازه‌گیری عملکرد سیستم

الف) اندازه‌گیری فشار و دمای کندانسور VRF

بسته به نوع و اندازه سیستم، فشار و دمای کمپرسور، واقع در کندانسینگ یونیت خارجی (VRF) را به وسیله یک لوله چند شاخه (Manifold) که به آن لوله سرویس نیز می‌گویند، اندازه بگیرید. لوله چند شاخه شامل فشارسنج‌های طرف فشار بالا و فشار پایین و شیرهای دستی و دو یا سه شیلنگ است. این وسایل قادر هستند که فشار کار سیستم تبرید را اندازه بگیرند، سیستم را تخلیه نمایند و یا عملیات شارژ و دشارژ گاز و امثال آن‌ها را انجام دهند. شیلکنگ‌ها معمولاً کد رنگی دارند، رنگ آبی برای شیلنگ فشار پایین، رنگ قرمز برای طرف فشار بالا و رنگ سفید یا زرد برای شیلنگ وسطی است. فشارسنج برای سنجش فشار بالا است که فشار تقطیر را به پوند بر اینچ مربع بالاتر از فشار اتمسفر (PSIG) نشان می‌دهد. فشارسنج دیگری، فشار پایین یا فشار مکش را اندازه‌گیری می‌کند. فشارسنج‌ها برای مبردهای مختلف مانند

omoorepeyman.ir

R-12، R22 و R134 در دسترس هستند. درجه‌بندی دمای مربوط به فشار مبردی که در حال آزمایش است روی صفحه مدرج و در طرف داخلی درجه‌بندی فشار قرار دارد. به عنوان مثال اگر فشار خوانده شده ۸۵ پوند بر اینچ مربع بالاتر از فشار آتمسفر باشد، دمای آن روی صفحه ۸۰ درجه فارنهایت برای R-12 و یا ۵۰ درجه فارنهایت برای مبرد R-22 خوانده می‌شود. اختلاف فشار خوانده شده، در حالت فول لوود، باید منطبق بزرگتر یا مساوی با میزان فشرده‌سازی تعیین شده در کاتالوگ دستگاه VRF باشد.

ب) اندازه‌گیری دمای کندانسور VRF

دمای هوای خشک ورودی و خروجی طرفین کویل کندانسور را اندازه‌گیری کنید. اختلاف دمای نرمال این دو بین ۱۵ الی ۳۰ درجه فارنهایت است.

پ) اندازه‌گیری دما و فشار یونیت‌های داخلی (فن‌کویل‌های) سیستم VRF

حداکثر افت فشار دورترین واحد یونیت داخلی هر زون سیستم VRF، برابر با ۱۵ درصد فشار بالای کندانسور می‌باشد و افت فشار بالاتر از ۱۵ درصد، مورد قبول نیست و نشان از نشتی و عدم نصب صحیح لوله‌کشی دارد. جهت اندازه‌گیری فشار، از فشار سنج فشار بالا در شیر سرویس داخل فن‌کویل کمک گرفته و آن را اندازه‌گیری می‌کنیم.

دمای اتاق‌ها و فضاهای تحت پوشش، پس از ۱۵ دقیقه عملکرد دستگاه، سرمایش و یا گرمایش، باید مطابق با حداکثر دمای ذکر شده در بخش (۲-۳) این استاندارد باشد. در صورتی که این زمان به ۲۰ دقیقه افزایش یابد، به شرطی که فن کوئل در فضاهای تجهیزاتی نظیر تکنیکال روم و UPS نصب نشده باشد، به صورت مشروط می‌توان آن را پذیرفت. شرط پذیرش نهایی، شارژ مجدد و آب‌بندی سیستم و آزمایش مجدد می‌باشد.

۲ ـ ۶ـ ۲-آزمون عملکرد سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیر عمومی

اکثر فن‌های تهویه هوای فضاهای غیرعمومی ایستگاه‌ها در فضای هواساز چهارم نصب می شوند. فن‌های دیواترینگ پست و ال‌پی‌اس ممکن است در فضای خود نصب گردند. در فهرست ذیل، چک لیست بازرسی از سیستم تهویه مطبوع کلیه فن‌های ناویژه عمومی پیش از آزمایش‌های فنی می‌بایست کنترل گردد:

- تعیین جهت چرخش درست فن‌ها.
- تمیز بودن تیغه‌های فن‌ها.
- تمیز بودن کویل‌ها و فیلترها.
- عملکرد مناسب و صحیح (باز و بست) دمپرهای تعادل، وزنی و آتش.
- چفت بودن محل اتصال قطعات مختلف کانال در محل فلنج‌ها و عدم نشتی هوا.

omoorepeyman.ir

- بازرسی وضعیت ثابت نگهدارنده‌های کانال‌ها پیش از روشن شدن دستگاه‌های فن‌ها.
- استارت یک به یک هر یک از فن‌ها و سیستم VRF تا زمانی روشن شدن کل دستگاه‌های متصل به تابلوی برق هواساز چهارم به مدت ۱۵ دقیقه و بازرسی کارکرد نرمال تابلوی برق (بدون گرم‌شدگی بیش از حد و خرابی تجهیزات داخل تابلو در شرایط فول‌لود).

✓ **اندازه‌گیری فشار و دبی فن‌ها**

با توجه به این که اندازه‌گیری مقدار هوادهی به طور مستقیم (با قرائت از روی ادوات سنجش نظیر آنچه که در مورد دما یا فشار و ... انجام می‌گردد) میسر نمی‌باشد، بنابراین بر اساس مبانی استاندارد نسبت به اندازه‌گیری فشار استاتیک، دینامیک و سرعت در مسیر ورود (مکش) و خروج (دهش) هوا از فن در موقعیت ایستگاه سنجش تعیین شده اقدام می‌گردد.

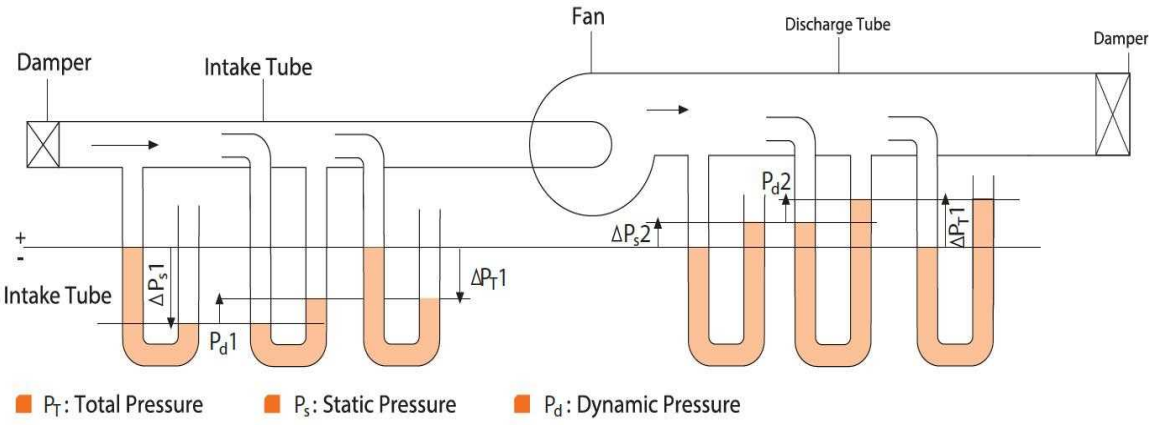
سپس با استفاده از روابط و معادلات مربوط به گذر سیال و روابط جریان و فشار، نسبت به محاسبه سرعت متوسط در مقطع تعیین شده و نهایتاً میزان هوای عبوری اقدام می‌گردد. با داشتن میانگین نقاط عملکرد (میزان هوادهی- فشار استاتیک فن) نسبت به ترسیم بخشی از منحنی عملکرد فن در محدوده میانگین نقاط مزبور بر روی میزان محورهای مختصات هوادهی و فشار استاتیک اقدام می‌گردد.

مواردی که می‌بایست در ایستگاه سنجش (در مقطع تعیین شده) ضمن عبور هوا در داخل کانال، مورد سنجش قرار گیرد:

- فشار استاتیک(Static Pressure)
- فشار سرعتی(Velocity Pressure)
- برای اندازه‌گیری فشارهای فوق‌الذکر از وسیله سنجش معروف لوله پیتوت (Pitot Tube) استفاده می‌گردد.

omoorepeyman.ir

ساختار و ابعاد استاندارد شده آن در استاندارد ANSI-AMCA 210 مورد استفاده در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۴-۳ نمونه شماتیک ازمایش فن‌ها

فشار منتقل شده از مجرای مرکز لوله مزبور نشان‌دهنده فشار کل جریان (فشار استاتیک + فشار سرعتی) می‌باشد و فشار منتقل شده از روزنه‌های متصل به مجرای جدار لوله مزبور نمایشگر فشار استاتیک می‌باشد و تفاضل آنها نشان دهنده فشار سرعتی می‌باشد.

محاسبه میزان هوادهی با استفاده از فشار سرعتی (متوسط) اندازه‌گیری شده:

روابط جریان و فشار مورد استفاده به شرح زیر می‌باشد:

$$Q = A \times V \qquad P_d = \left(\frac{V}{4005}\right)^2$$

- P_d بر حسب اینچ ستون آب و V بر حسب فوت در دقیقه (FPM)
- A بر حسب فوت مربع و Q بر حسب فوت مکعب بر دقیقه (CFM)

در صورتی که دبی فن در دهانه دهش از میزان ۱۰ درصد دبی اسمی خود کمتر نباشد، بنابراین آزمون از نظر دبی برای فن مورد نظر مورد مقبول واقع می‌شود. همچنین اگر اختلاف فشار دهانه مکش و دهش از میزان در نظر گرفته شده در فشار اسمی کمتر نباشد، آزمون فشار نیز مورد پذیرش خواهد بود.

omoorepeyman.ir

با استفاده از سرعت‌سنج و فرمول‌های دبی، میزان دبی ورودی هوا در هر اتاق و خروجی آن را درحالتی که هر دو فن هوای ورودی و خروجی روشن باشد اندازه‌گیری می‌کنیم. میزان اختلاف این دو نباید از میزان ۲۰ درصد دبی جریانی هوا در فضا که در نقشه‌های تاسیسات مکانیکی فاز دوم درنظر گرفته شده، کمتر باشد.

سطح صدا در اتاق‌هایی که انسان در آن‌ها حضور دائمی دارند باید کمتر از ۶۵ دسی‌بل باشد. در غیر این صورت، کانال‌های ورودی و خروجی، نیاز به متعادل کردن خواهند داشت.

۲ـ ۷ ـبهره‌برداری و نگهداری تجهیزات سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی (VRF+ فن‌ها)

۲ ـ ۷ـ ۱-بهره‌برداری و نگهداری از سیستم VRF

بهره‌بردار، مسئول کیفیت کار و نگهداری دستگاه‌ها و تجهیزات سیستم تهویه مطبوع است تا با کمترین هزینه، آسایش مورد نظر تامین شود. باید برنامه خاصی برای کار سیستم تهیه شود تا با حداقل ساعات کار دستگاه‌ها، شرایط آسایش در ساختمان برقرار گردد.

کارکرد اقتصادی سیستم سرمایش منوط به درک و بهره‌گیری از این موارد است:

- تاثیر ضریب همزمانی و ضریب ذخیره
- تثبیت مقدار هوای خارج ورودی به اتاق هواساز چهارم در حداقل ممکن
- کنترل صحیح دمای هوای محل نصب کندانسور یونیت خارجی
- عملکرد سیستم به نحوی که هر یک از کندانسینگ یونیت‌ها حداکثر بازدهی را داشته باشند.

۲ـ ۷ ـ ۱ـ ۱ـنگهداری پیشگیرانه

سرویس و نگهداری پیشگیرانه، مخارج عملیاتی سیستم و مدت زمان بطالت آن (جهت انجام تعمیرات) را به شدت کاهش می‌دهد. باید توجه داشت که هزینه تعمیر دستگاه و تعویض قطعات گاه ممکن است بسیار زیاد باشد. نگهداری پیشگیرانه موجب افزایش طول عمر دستگاه‌ها نیز خواهد شد.

جهت اجرای موثر برنامه‌نگهداری پیشگیرانه لازم است معلوم گردد که چه کارهایی باید انجام گیرند، اطمینان حاصل شود که این کارها حتما انجام گرفته‌اند، تاثیر اجرای این برنامه در مدت زمان‌های معین مورد ارزیابی قرار گرفته و تغییرات مقتضی جهت بهبود کار اعمال گردند.

باید برای تمام دستگاه‌ها و تجهیزات برگه بازرسی و جدول تناوب کارکرد با توجه به دستورالعمل‌های کارخانجات سازنده سیستم VRF دستگاه‌ها، تهیه شود.

omoorepeyman.ir

گزارش انجام بررسی‌های لازم و تعویض قطعات در زمان‌های مقتضی، باید توسط مهندس یا تکنیسن نگهدار سیستم در برگه‌های مخصوص درج شود.

برخی شرکت‌های سازنده VRF برنامه کامل نگهداری پیشگیرانه را در یک کتابچه راهنما در اختیار دستگاه قرار می دهند و معمولاً مسئولیت این کار را نیز متخصصین همان شرکت عهده‌دار می‌شوند.

۲ـ ۷ ـ ۱ـ ۲ـجداول کار دستگاه

لازم است که مسئول راهبری سیستم، این جداول را در کنار کندانسینگ یونیت خارجی سیستم VRF داشته باشد. اطلاعات مندرج در این جدول شامل دماها و فشارها، سطوح روغن و مبرد، آمپراژ و وضعیت کنترل موتور است. این اطلاعات در ارزیابی نحوه کار دستگاه و نیز رفع عیوب آن مفیدند.

همچنین، یکی از موارد مهم در تشخیص عیب دستگاه‌های تبرید، آشنایی با کدهای خطای انحصاری برای هر دستگاه تبرید می‌باشد. این کدهای عیب، که برای تمامی سیستم‌های تبرید نظیر چیلرهای تراکمی، کولرهای گازی، سیستم‌های داکت اسپیلت و سیستم VRF تعریف شده است توسط شرکت‌های سازنده در اختیار تعمیرکاران قرار می‌گیرد.

بنابراین، این کدها، که برای سیستم‌های VRF تولیدی هر شرکت متفاوت است، می‌بایست توسط سازنده در موقع تحویل موقت به بهره‌بردار تحویل داده شود. از طریق این جداول و کد خطاها، بهره‌بردار قادر خواهد بود تا نسبت به رفع خطاها و ایرادهای سیستم اقدام نماید.

۲ـ ۷ ـ ۱ـ ۳ـقطعات یدکی

در دوره پس از گارانتی، باید فهرستی از قطعاتی که بیشترین موارد تعویض را دارند تهیه کرده و با توجه به دوره زمانی تعویض آنها به تعداد کافی خریداری و انبار شوند. البته در این مورد بهتر است با کارخانه سازنده دستگاه مشورت شود.

۲ـ ۷ ـ ۱ـ ۴ـنیازهای اساسی

نیازهای اساسی در تعمیر و نگهداری سیستم عبارتند از: نظافت و تمیزی، کیپ و غیرقابل نفوذ بودن، روانکاری به موقع کمپرسورها و وجود وسایل ایمنی.

- نظافت و تمیزی باید شامل کل سیستم تهویه مطبوع، اعم از داخل دستگاه‌های یونیت خارجی در هواساز چهارم و محل نصب آن‌ها باشد. وجود کثافات و رسوب در دستگاه‌ها روی میزان انتقال حرارت، جریان سیالات و روغن تاثیر منفی گذاشته و موجب ناکارایی و خرابی زودهنگام اجزاء سیستم می‌شود.

omoorepeyman.ir

- کیپ و غیرقابل نفوذ بودن یونیت خارجی به جهت اجتناب از اتلاف روغن و مبرد و جلوگیری از ورودی آب، هوا و سایر مواد غیرقابل تقطیر به دستگاه، واجد اهمیت است. هوا و آب می‌توانند مشخصات شیمیایی مبرد را تغییر داده و از این طریق موجبات خوردگی اجزاء دستگاه کاهش بازده سیکل تبرید را فراهم کنند.
- موتورها، دمپرها و غیره باید منظماً روانکاری شده و سیستم روغن‌کاری یونیت خارجی نیز باید همواره در وضعیت خوب نگهداشته شود. قصور در این کار سبب تخریب نابهنگام یاتاقان‌ها شده و می‌تواند خسارات عمده‌ای را به سیستم وارد سازد.
- تمامی وسایل ایمنی باید همواره سالم و فعال نگهداشته شوند. این وسایل از بروز اشکالات کوچکی که می‌توانند سبب خسارات بزرگ شوند جلوگیری می‌کنند و بدین لحاظ هرگز نباید آن‌ها را از سیستم در حال کار جدا کرد.

۲ـ ۷ ـ ۱ـ ۵ـتعمیر و نگهداری دستگاه‌ها

در این بخش اطلاعاتی در مورد دستگاه های مورد استفاده در سیستم‌های تهویه مطبوع ارائه می‌شود که شامل توصیف اجمالی هرکدام و توصیه‌هایی درباره‌ی کار و نگهداری آن‌هاست. **همواره دستورالعمل کارخانه سازنده بر هر توصیه دیگری مقدم است.**

۲ـ ۷ ـ ۱ـ ۶ـدستورالعمل نگهداری سیستم VRF

❖ **شیرهای سرویس**

دیافراگم شیرهای سرویس دستگاه باید هر ۲ یا ۳ سال تعویض شود.

❖ **وسایل ایمنی**

وسایل مختلف کنترل مثل قطع دما پایین و فلوسوئیچ‌های جریان‌های ورودی و خروجی از کندانسور یونیت خارجی، باید هر شش ماه از نظر صحت کارکرد مورد بازرسی قرار گیرند.

❖ **آزمایش نشت**

در این آزمایش کل سیستم لوله‌کشی سیستم VRF، باید در خلاء و با گاز نیتروژن شکسته شده و داخل آن با استفاده از ترکیب مبرد R-134 و نیتروژن تحت فشار قرار گیرد. در این مورد هرگز نباید از هوا استفاده شود. بررسی وجود یا عدم نشت نیز باید توسط یک دستگاه نشت یاب الکترونیک بسیار دقیق انجام گیرد. در این مورد ممکن است کارخانه سازنده روش خاصی را توصیه کند که حتماً باید مراعات گردد.

در تنظیم برنامه نگهداری پیشگیرانه مربوط به سایر اجزاء دستگاه، باید به دستورالعمل کارخانه سازنده کاملاً توجه نمود که برحسب طرح دستگاه ممکن است شامل اجرای آزمایش نشتی حین کار، بازرسی سیستم‌های آب‌بندی، روغنکاری موتورهای کنترل ظرفیت و اتصالات مربوطه در دوره‌های زمانی معین.

omoorepeyman.ir

❖ فن‌های یونیت‌های داخلی

فن‌ها باید راحت بچرخند. ظرفیت فن‌های جریان محوری پروانه‌ای را عموماً می‌توان با میزان کردن زاویه پره‌ها تنظیم کرد. یکسان بودن زاویه همه پره‌ها واجد اهمیت است و در تنظیم باید توجه نمود که قدرت لازمه از حد توان موتور تجاوز نکند.

❖ تراز کردن و روانکاری

همترازی یونیت‌های خارجی VRF، از موتور گرفته تا چرخ‌دنده و فن، باید سالانه وارسی شود. تراز کردن باید در محدوده کوپلینگها، یا طبق معمول بین (۰/۰۵ تا۰/۰۷) صورت گیرد.

❖ بازرسی

کندانسور هر چند وقت یکبار منظماً بازرسی شود. اینکه فواصل زمانی بازرسی‌ها چقدر باشد، به چگونگی استفاده و محل نصب کندانسور بستگی دارد.

- کویل کندانسور از نظر صدمات فیزیکی و سهولت جریان هوا از روی آن، بازرسی شود.
- موتور و کنترل‌های مربوطه از نظر صحت سیم‌ها و اتصالات و نیز عدم خرابی عایق‌ها بازرسی شده و با استفاده از آمیتر و اهم‌متر، مدارهای الکتریکی مورد بررسی قرار گیرند.
- لزره‌گیرها و پایه‌های موتور در فواصل زمانی معین مورد بازبینی قرار گیرند.

❖ نظافت و تمیزکاری

کندانسور باید در شروع هر فصل کار (آغاز فصل گرم) و نیز در فواصل زمانی معین در طول فصل تمیزکاری شود. طول این فواصل زمانی بستگی به نحوه استفاده و شرایط محل نصب دارد.

آلودگی‌های مربوط به هوا و گرد و غبار باید از روی شبکه ورودی هوا، سطح کویل و فن، با استفاده از برس، جاروبرقی یا پاشش آب کم فشار، زدوده شوند. می‌توان از هوای پرفشار نیز برای این منظور استفاده کرد. البته سابقاً گاز مبرد در شستشو و تمیزکاری کندانسور به کار میرفت که اخیراً با توجه به موضوع نازک شدن لایه ازن و پیمان‌های جهانی، این کار توصیه نمی‌شود.

تمیزکاری کویل‌های خشک بهتر است با وزش هوای پرفشار به سمت خروجی و مکش هوا از سمت ورودی کویل صورت گیرد. در جایی که روی کویل با لایه‌ای از روغن یا گریس چرب شده باشد، می‌توان از محلول ضعیف یک ماده پاک کننده حل شده در آب داغ برای تمیز کردن کویل استفاده کرد.

سطح موتور باید از هرگونه آلودگی پاک شده و سوراخ‌های هواگیر با وزش هوای پرفشار یا با مکش هوا، تمیز شوند. اگر برای تمیز کردن کویل از آب استفاده می‌شود، باید دقت نمود که به سوراخ‌های هواگیری پاشیده نشود. برای تمیزکاری موتورهای باز نباید از آب استفاده کرد.

omoorepeyman.ir

کثافات و آلودگی‌ها باید از سینی زیر کندانسور یونیت خارجی زدوده شده و سوراخ‌های تخلیه آن کاملاً تمیز شوند.

❖ **روغن‌کاری**

روغن‌کاری باید طبق دستورالعمل کارخانه سازنده انجام گیرد.

❖ **بازرسی عملکرد درین هر یونیت خارجی**

در فصول پرفشار مانند تابستان، توصیه می شود تا هر هفته، تمام یونیت‌های داخلی سیستم VRF جهت بازرسی عملکرد صحیح سیستم درین هر دستگاه کنترل گردد. در فصول سرد، صرفاً زون اتاق‌های تکنیکال نیاز است به این صورت و در این بازه زمانی چک شود.

۲ ـ ۷ـ ۲-بهره‌برداری و نگهداری از سیستم فن‌های فضاهای غیرعمومی ایستگاه

❖ **بازرسی آنبالانسی**

بازرسی آنبالانسی فن در صورتی بوجود می‌آید که تجمع مواد یا سایش روی پروانه انجام می‌شود. این آنبالانسی منجر به ارتعاش فن که ممکن است موجب آسیب‌دیدگی یا تخریب پروانه فن و سیستم یاتاقان‌ها گردد خواهد شد. تمیزکاری مداوم و مرتب و بالانس پروانه فن‌های بهره‌برداری شده در جریان‌های هوای حامل مواد سائیده ، چسبنده یا مرطوب به شدت توصیه می‌گردد.

❖ **بازرسی سطح ارتعاش فن**

بررسی مداوم سطح ارتعاش فن می‌تواند، در شناسایی مشکل قبل از افزایش دامنه آن تا حد آسیب‌دیدگی قطعات فن یاری کننده باشد. انواع مختلف فن‌ها می‌توانند نسبت به دیگر فن‌ها سطوح ارتعاش بالاتری را تحمل کنند. اغلب فن‌های مورد استفاده در سیستم‌های تهویه صنعتی هواساز چهارم در طبقه BV-3 از استاندارد AMCA 204 قرار می‌گیرند. هر چه که فن مدت بیشتری مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد، قطعات کمی ساییده شده و روی پروانه مواد تجمع می‌یابند و سطوح ارتعاش افزایش می‌یابد.

زمانی که سطوح ارتعاش به سطح نشان داده شده در ردیف هشدار رسیدند، لازم است در خاموشی بعدی سیستم، اصلاحات لازم انجام شود. چنانچه اقدامات اصلاحی انجام نشود و سطوح ارتعاش تا مقادیر خاموشی سیستم بالا بروند، باید فن فوراً خاموش شده و مشکل بوجود آمده برطرف شود. اهمال در این کار موجب خرابی‌های مصیبت بار خواهد شد.

گاهی اوقات به هنگام نصب یا تعمیر فن، جهت دوران پروانه اشتباه نصب می‌گردد. از آنجایی که فن‌ها در حالت معکوس فقط تا کسری از ظرفیت واقعی خود کار می‌کنند، لذا دوران نادرست اغلب علیرغم عملکرد ضعیف سیستم تخلیه، همچنان نادیده گرفته می‌شود.

omoorepeyman.ir

بازرسی زمان‌بندی شده فن‌ها به صورت ماهانه و فصلی به شدت توصیه می‌گردد.

مواردی که باید بررسی شوند عبارتند از:

- یاتاقان‌ها از نظر دمای کاری مناسب.
- ارتعاش بیش از حد یاتاقان‌ها یا پروانه.
- تسمه‌ها از نظر کشش مناسب و حداقل سایش.
- کوپلینگ یا آلایمنت تسمه مناسب.
- آلایمنت مناسب و جهت دوران صحیح پروانه.
- نبود ساییدگی یا تجمع مواد بر روی پروانه.
- سفت بودن بولت‌های نگه دارنده فن.
- سفت بودن پیچ‌ها یا بوشینگ‌های پروانه.
- نصب مناسب حفاظهای ایمنی.

به هنگام سرویس کاری فن یا داکت‌های متصل به آن باید از روش‌های استاندارد پیروی کرد. منبع توان الکتریکی باید قطع شده و توسط اتصالات نزدیک فن نیز از فن جدا شود کلید ON/OFF حتما خاموش باشد، به هنگام باز کردن دریچه‌های دسترسی، فن باید به صورت مکانیکی قفل شده و از دوران پروانه جلوگیری شود. هرگز وقتی که فن در حال کارکرد بوده و یا درحال کاهش دور و خاموش شدن است، دریچه‌های دسترسی را باز نکنید. اطمینان حاصل کنید که موانع استفاده شده برای قفل کردن فن را پس از اتمام سرویس کاری برداشته و فن را آزاد کنید.

پیوست الف-چک لیست‌های اطلاعات و ارزیابی سیستم‌ها (به نقل از پیوست E ضابطه ۱۷۲ سازمان برنامه و بودجه)

omoorepeyman.ir

پیوست E - چک لیست های اطلاعات و ارزیابی سیستم ها

اطلاعات زیر ، مربوط به اجزای تشکیل دهنده سیستم باید ، روی فرم های مربوط بر حسب مورد جمع آوری و یادداشت گردد. (A) برای واقعی (D) برای طراحی (N) برای آنچه اندازه گیری شده است .

Air Handling Unit and System — دستگاه و سیستم هوارسانی

- ☐ Cooling only — فقط سرمایش
- ☐ Heating only — فقط گرمایش
- ☐ Heating and cooling — سرمایش و گرمایش
- ☐ Reheat — باز گرمکن
- ☐ Constant Air Volume — حجم هوای ثابت
- ☐ Variable Air Volume — حجم هوای متغیر
- ☐ Single duct — یک کاناله
- ☐ Double duct — دو کاناله
- ☐ Single zone — یک منطقه ای
- ☐ Multizone — چند منطقه ای

Fan Housing Condition: — **وضعیت بدنه بادزن**

- ☐ Extensive air leakage — نشتی زیاد
- ☐ Nominal air leakage — نشتی نرمال
- ☐ Negligible air leakage — نشتی ناچیز

Fan Wheel and Blade: — **پره و چرخ بادزن**

- ☐ Rotation correct — جهت چرخش صحیح است
- ☐ Clearance — لقی دارد

Plenum Condition: — **وضعیت پلنوم**

- ☐ Extensive air leakage — نشتی خیلی زیاد
- ☐ Nominal air leakage — نشتی نرمال
- ☐ Negligible air leakage — نشتی ناچیز

Flexible Connection Condition: — **وضعیت اتصالات قابل انعطاف**

- ☐ Extensive air leakage — نشتی خیلی زیاد
- ☐ Nominal air leakage — نشتی نرمال
- ☐ Negligible air leakage — نشتی ناچیز

FANS — بادزن ها

Supply Fan Type: — **نوع بادزن هوای رفت**

- ☐ Forward curved — پره خمیده به جلو
- ☐ Backward curved — پره خمیده به عقب
- ☐ Backward inclined — خمیده به عقب و مورب

omoorepeyman.ir

Air Volume: **حجم هوا**

Outside Air Cubic Feet Per Minute (D)_____ (M) _____ مقدار فوت مکعب در دقیقه هوای بیرون
Exhaust Air Cubic Feet Per Minute (D)_____ (M) _____ مقدار فوت مکعب در دقیقه هوای تخلیه
Return Air Cubic Feet Per Minute (D)_____ (M) _____ مقدار فوت مکعب در دقیقه هوای برگشت
Supply Air Cubic Feet Per Minute (D)_____ (M) _____ مقدار فوت مکعب در دقیقه هوای رفت

OUTSIDE AIR — هوای بیرون

Outside Air Temperature: **دمای هوای بیرون**

Dry Bulb (D)_____ (M) _____ دمای خشک
Wet Bulb (D)_____ (M) _____ دمای مرطوب

Louver and Screen Condition: **وضعیت توری ها و لوورها**

Clean تمیز
Clogged کثیف

Outside Air Damper **دمپر هوای بیرون**
Position وضعیت

Minimum ☐ حداقل
Full open ☐ تمام باز
Modulating ☐ تدریجی
Close Properly ☐ بله ☐ خیر بدرستی می بندد
Open Properly ☐ بله ☐ خیر بدرستی باز می شود
Sealed All Sides ☐ بله ☐ خیر اطراف آن هوا بند است

Return Air — هوای برگشت

Return Air Damper: **دمپر هوای برگشت**
Position وضعیت

Minimum ☐ حداقل
Full open ☐ تمام باز
Modulating ☐ تدریجی
Close Properly ☐ بله ☐ خیر بدرستی می بندد
Open Properly ☐ بله ☐ خیر بدرستی باز می شود
Sealed All Sides ☐ بله ☐ خیر اطراف آن هوا بند است

Exhaust Relief Air : — هوای تخلیه رها شده

Exhaust Air Damper **دمپر هوای تخلیه**
Position وضعیت

Minimum ☐ حداقل
Full open ☐ تمام باز
Modulating ☐ تدریجی
Close Properly ☐ بله ☐ خیر بدرستی می بندد
Open Properly ☐ بله ☐ خیر بدرستی باز می شود
Sealed All Sides ☐ بله ☐ خیر اطراف آن هوا بند است

omoorepeyman.ir

Filters: فیلترها

Type: نوع

Fiber: الیاف

- ☐ Viscous چسبناک
- ☐ Dry خشک
- ☐ HEPA هپا
- ☐ Bag کیسه ای
- ☐ Continuous Roll غلتک پیوسته

Renewable: قابل تعویض

- ☐ Viscous چسبناک
- ☐ Dry خشک
- ☐ Electronic الکترونیک

Filter Condition: وضعیت فیلتر

- ☐ Dirty کثیف
- ☐ Clean تمیز
- ☐ Sealed All Sides: ازاطراف هوا بند است :

Filter Pressure: فشار فیلتر

Entering Air (D)_____ (M) _____ هوای ورودی

Leaving Air (D)_____ (M) _____ هوای خروجی

Drop (D)_____ (M) _____ افت فشار

Coils کویل ها

Cooling Coil Type: نوع کویل سرمایی

- ☐ Refrigeration DX Refrigerant _____ نوع مبرد انبساط مستقیم
- ☐ Chilled Water آب سرد کننده

Coil Size: اندازه کویل

Height ارتفاع

Width عرض

Depth عمیق

Rows تعداد ردیف

Fins Per Inch فین بر هراینچ

Piping, Chilled Water: لوله کشی ، آب سرد کننده

- ☐ Counter flow جریان مخالف
- ☐ Parallel flow جریان موازی
- ☐ Supply رفت ☐ بالا ☐ پائین
- ☐ Return برگشت ☐ بالا ☐ پائین

omoorepeyman.ir

Coil Condition: **وضعیت کویل**

Dirty ☐ کثیف
Clean ☐ تمیز
Combed ☐ شانه خورده
Sealed All Sides: ☐ بله ☐ خیر ☐ از اطراف هوا بند است :

Coil Pressure: **فشار کویل**
Entering Air (D)_____ (M) _____ هوای ورودی
Leaving Air (D)_____ (M) _____ هوای خروجی
Drop (D)_____ (M) _____ افت فشار

Coil Bypass Factor: **ضریب کنار گذر کویل**
Coil Face Velocity سرعت عبوری کویل
Feet Per Minute (D)_____ (M) _____ فوت در دقیقه

Entering Air Temperature: **دمای هوای ورودی**
Dry Bulb (D)_____ (M) _____ دمای خشک
Wet Bulb (D)_____ (M) _____ دمای مرطوب

Leaving Air Temperature: **دمای هوای خروجی**
Dry Bulb (D)_____ (M) _____ دمای خشک
Wet Bulb (D)_____ (M) _____ دمای مرطوب

Water Temperature: **دمای آب**
Entering Water (D)_____ (M) _____ آب ورودی
Leaving Water (D) _____ (M) _____ آب خروجی
Rise (D) _____ (M) _____ افزایش دما

Water Flow: **مقدار جریان آب**
GPM (D) _____ (M) _____ گالن در دقیقه

Heating Coil Type: **نوع کویل گرمایی**

Steam ☐ بخار
Hot water ☐ آب گرم کننده
Other ☐ سایر

Coil Size: **اندازه کویل**
Height ارتفاع
Width عرض
Depth عمق
Rows تعداد ردیف
Fins Per Inch فین بر هراینچ

omoorepeyman.ir

Piping, Heating Water: **لوله کشی آب گرم کننده**

Counter flow ☐ جریان مخالف
Parallel flow ☐ جریان موازی
Supply ☐ رفت ☐ بالا ☐ پائین
Return ☐ برگشت ☐ بالا ☐ پائین

Piping , Steam: **لوله کشی بخار**

Counter flow ☐ جریان مخالف
Parallel flow ☐ جریان موازی
Supply ☐ رفت ☐ بالا ☐ پائین
Return ☐ برگشت ☐ بالا ☐ پائین

Coil Condition: **وضعیت کویل**

Dirty ☐ کثیف
Clean ☐ تمیز
Combed ☐ شانه خورده

Coil Pressure: **فشار کویل**
Entering Air (D)_____ (M) _____ هوای ورودی
Leaving Air (D)_____ (M) _____ هوای خروجی
Drop (D)_____ (M) _____ افت فشار

Coil Face Velocity: سرعت عبوری کویل
Feet Per Minute فوت در دقیقه

Entering Air Temperature: **دمای هوای ورودی**
Dry Bulb (D)_____ (M) _____ دمای خشک
Wet Bulb (D)_____ (M) _____ دمای مرطوب

Leaving Air Temperature: **دمای هوای خروجی**
Dry Bulb (D)_____ (M) _____ دمای خشک
Wet Bulb (D)_____ (M) _____ دمای مرطوب

Water Temperature: **دمای آب**
Entering Water (D)_____ (M) _____ آب ورودی
Leaving Water (D)_____ (M) _____ آب خروجی
Drop (D)_____ (M) _____ افت

Fluid Flow: **مقدار جریان**
Water GPM (D) _____ (M) _____ گالن در دقیقه
Steam Lbs/Hour (D) _____ (M) _____ جریان بخار (پوند در ساعت)

omoorepeyman.ir

Fan Motor — موتور بادزن

- ☐ Single phase — تک فاز
- ☐ Three phase — سه فاز

Nameplate Horsepower (D)_____ (M)_____ — توان پلاک مشخصات
Nameplate Amperage (D)_____ (M)_____ — آمپر پلاک مشخصات
Nameplate Voltage (D)_____ (M)_____ — ولتاژ پلاک مشخصات

Belt — تسمه
Condition — وضعیت

- ☐ Good — خوب
- ☐ Worn — فرسوده
- ☐ Tight — سفت
- ☐ Loose — شل

Belt Position in Drive Sheave: — وضعیت تسمه درپولی محرک

- ☐ High — بالا
- ☐ Low — پائین
- ☐ Center — مرکزی

Sheaves — پولی ها
Sheave Type: — نوع پولی
Motor: — موتور

- ☐ Adjustable — قابل تنظیم
- ☐ Fixed — ثابت

Fan — بادزن

- ☐ Adjustable — قابل تنظیم
- ☐ Fixed — ثابت

Sheave Manufacturer/Size: — سازنده و اندازه پولی

- ☐ Motor — موتور
- ☐ Fan — بادزن

Chiller — چیلر
Manufacturer/ Model: — سازنده/ مدل
Water Pressure: — فشار آب
Entering Water (D)_____ (M) _____ — آب ورودی
Leaving Water (D)_____ (M) _____ — آب خروجی
Pressure Drop (D)_____ (M)_____ — افت فشار

Water Temperature: — دمای آب
Entering Water (D)_____ (M) _____ — آب ورودی

omoorepeyman.ir

Leaving Water (D)_____ (M) _____	آب خروجی
Drop (D)_____ (M)_____	افت دمـا
Water Flow:	جریان آب
GPM (D) _____ (M) _____	گالن در دقیقه
Compressor	کمپرسور
Motor	موتور
☐ Single phase	☐ تک فاز
☐ Three phase	☐ سه فاز
Nameplate Horsepower (D)_____ (M)_____	توان روی پلاک مشخصات
Nameplate Amperage (D)_____ (M)_____	آمپر روی پلاک مشخصات
Nameplate Voltage (D)_____ (M)_____	ولتاژ روی پلاک مشخصات
Refrigerant	مبرد
Charge	شارژ
Type of metering device	نوع وسیله سنجش
Pressure	فشار
Oil	روغن
Suction	مکش
Discharge	خروجی
High Pressure Control:	کنترل فشار بالا
Cut - in (D)_____ (M)_____	وصل کمپرسور
Cut - Out (D) _____ (M) _____	قطع کمپرسور
Low Pressure Control:	کنترل فشار پائین
Cut - in (D)_____ (M)_____	وصل کمپرسور
Cut - Out (D) _____ (M) _____	قطع کمپرسور
Condenser	کندانسور
Manufacturer/Model:	سازنده / مدل
Water Pressure:	فشار آب
Entering Water (D)_____ (M) _____	آب ورودی
Leaving Water (D)_____ (M) _____	آب خروجی
Pressure Drop (D)_____ (M)_____	افت فشار
Water Temperature:	دمای آب
Entering Water (D)_____ (M) _____	آب ورودی
Leaving Water (D)_____ (M) _____	آب خروجی
Drop (D)_____ (M)_____	افت دمـا
Water Flow:	جریان آب
GPM (D) _____ (M) _____	گالن در دقیقه

omoorepeyman.ir

Cooling Tower — برج خنک کن

Manufacturer/Model: سازنده / مدل

Water Temperature: دمای آب

Entering Water (D)_____ (M) _____ آب ورودی

Leaving Water (D)_____ (M) _____ آب خروجی

Range (D)_____ (M)_____ اختلاف دما

Water Flow: جریان آب

GPM (D) _____ (M) _____ گالن در دقیقه

Air Temperature: دمای هوا

Entering Air Dry Bulb (D)_____ (M)_____ دمای خشک هوای ورودی

Entering Air Wet Bulb (D)_____ (M)_____ دمای مرطوب هوای ورودی

Leaving Air Dry Bulb (D)_____ (M)_____ دمای خشک هوای خروجی

Approach (D)_____ (M)_____ اختلاف دمای آب خروجی و دمای مرطوب هوای محیط

Cooling Tower Fan بادزن برج خنک کن

Number of Fans (D)_____ (M)_____ تعداد بادزن ها

RPM (D)_____ (M)_____ دور در دقیقه

Cooling Tower Motor: موتور برج خنک کن

☐ Single phase تک فاز

☐ Three phase سه فاز

Nameplate Horsepower (D)_____ (M)_____ توان روی پلاک مشخصات

Nameplate Amperage (D)_____ (M)_____ آمپر روی پلاک مشخصات

Nameplate Voltage (D)_____ (M)_____ ولتاژ روی پلاک مشخصات

Boiler — دیگ

Manufacturer/Model: مدل / سازنده

Water Pressure: فشار آب

Entering Water (D)_____ (M) _____ آب ورودی

Leaving Water (D)_____ (M) _____ آب خروجی

Pressure Drop (D)_____ (M)_____ افت فشار

Water Temperature: دمای آب

Entering Water (D)_____ (M) _____ آب ورودی

Leaving Water (D)_____ (M) _____ آب خروجی

Rise (D)_____ (M)_____ افزایش دما

Water Flow: جریان آب

GPM (D) _____ (M) _____ گالن در دقیقه

Temperature Controls: کنترل دما

Cut-in (D)_____ (M)_____ دمای وصل

Cut-out (D)_____ (M)_____ دمای قطع

Safety Controls: کنترل های ایمنی

Low-Water Cut-Out Condition and Operation _____ موقعیت کارایمنی سطح پائین آب

omoorepeyman.ir

Pressure Relief Valve PSI (D)_____ (M) _____	بازکردن شیر اطمینان
Pressure Relief Valve Condition and Operation _____	وضعیت شیر اطمینان و طرز کار آن
Combustion Analysis:	**آنالیز محصول احتراق**
Percent Oxygen (M)_____	درصد اکسیژن
Percent Carbon Dioxide (M)_____	درصد گاز کربنیک
Percent Excess Oxygen (M) _____	درصد اکسیژن اضافی
Carbon Spot Test _____	آزمایش نقطه ای کربن
Flue Gas Temperature (M) _____	دمای دود
Room Temperature (M) _____	دمای اتاق
Boiler Efficiency (M) _____	راندمان دیگ
Boiler Fan Motor	**موتور بادزن دیگ**
☐ Single phase	☐ تک فاز
☐ Three phase	☐ سه فاز
Nameplate Horsepower (D)_____ (M)_____	توان روی پلاک مشخصات
Nameplate Amperage (D)_____ (M)_____	آمپر روی پلاک مشخصات
Nameplate Voltage (D)_____ (M)_____	ولتاژ روی پلاک مشخصات
Water Pump	**پمپ آب**
Type:	**نوع**
☐ Single Suction	☐ یک مکشی
☐ Double Suction	☐ دو مکشی
Manufacturer/Model:	**مدل / سازنده**
Service:	به کجا پمپ می کند
Pump Speed	**سرعت پمپ**
RPM (D)_____ (M) _____	دور در دقیقه
Pump Static Head:	**فشار استاتیک پمپ**
Suction (D) _____ (M)_____	مکش
Discharge (D)_____ (M) _____	خروجی
TDH (D)_____ (M)_____	فشار کل دینامیک
Motor:	**موتور**
☐ Single phase	☐ تک فاز
☐ Three phase	☐ سه فاز
Nameplate Horsepower (D)_____ (M)_____	توان روی پلاک مشخصات
Nameplate Amperage (D)_____ (M)_____	آمپر روی پلاک مشخصات
Nameplate Voltage (D)_____ (M)_____	ولتاژ روی پلاک مشخصات

omoorepeyman.ir

Air Distribution: **توزیع هوا**

Main Duct Pressure Classification **کلاس فشار کانال اصلی**

☐ High ☐ فشار بالا
☐ Medium ☐ متوسط
☐ Low ☐ پائین

Medium or High Pressure Duct Condition: **وضعیت کانال فشار قوی یا متوسط**

Leak Tested ☐ بله ☐ خیر نشت آزمایش شده
Leakage Class _____ کلاس نشت
Leakage Rate _____ میزان نشت

Sealed: ☐ بله ☐ خیر **هوا بند**

☐ Extensive air leakage ☐ نشتی خیلی زیاد است
☐ Nominal air leakage ☐ نشتی نرمال است
☐ Negligible air leakage ☐ نشتی ناچیز است

Low Pressure Duct Condition: **وضعیت کانال فشار پائین**

Sealed: ☐ بله ☐ خیر هوا بند

☐ Extensive air leakage ☐ نشتی خیلی زیاد است
☐ Nominal air leakage ☐ نشتی نرمال است
☐ Negligible air leakage ☐ نشتی ناچیز است

Insulation: **عایق**

☐ Wrapped ☐ عایق پیچی خارجی
☐ Lined ☐ عایق داخلی

Do supply outlets have balancing dampers? ☐ بله ☐ خیر آیا دریچه های رفت دمپر تعادل دارند؟
Do return inlets have balancing dampers? ☐ بله ☐ خیر آیا دریچه های برگشت دمپر تعادل دارند؟
Do exhaust inlets have balancing dampers? ☐ بله ☐ خیر آیا دریچه های خمیده دمپر تعادل دارند؟
If not, how many are needed? ☐ بله ☐ خیر اگر ندارند چند عدد لازم است ؟
Supply_____ رفت
Return_____ برگشت
Exhaust_____ تخلیه
Are there balancing dampers at the zones? ☐ بله ☐ خیر آیا دمپر تعادل در مناطق هست ؟
If not, how many are needed? اگر نه ، چند عدد لازم است ؟

General Construction and Condition: **وضعیت کلی ساخت**

☐ Good ☐ خوب
☐ Fair ☐ معمولی
☐ Poor ☐ ضعیف
☐ Aspect Ratios ☐ نسبت اضلاع
☐ Use of Fittings ☐ استفاده از فیتینگ ها

omoorepeyman.ir

Building or Space Pressurization **فشار دار کردن اتاق یا ساختمان**

☐ مثبت
☐ منفی

Positive_____" WG
Negative_____" WG

Air Distribution - Temperature Verification **توزیع هوا - ارزیابی دما**

Procedure **نحوه کار**

بر حسب مورد اطلاعات زیر را یافته و روی فرم های مخصوص یادداشت کنید .

* در هر منطقه ترموستات را برای حالت حداکثر سرما بگذارید .
* دمای کانال سرد را بنویسید .
* دمای کانال گرم را بنویسید .
* دمای کانال اصلی را بنویسید.
* دمای ورودی و خروجی کویل باز گرمایی یا باز سرمایی را بنویسید.
* دمای هوای خروجی از دریچه را بنویسید.
* دمای هوای ورودی دریچه برگشت را بنویسید.
* دمای کانال اصلی برگشت را بنویسید.
* ترموستات را برای حالت حداکثر گرمایی بگذارید و مراحل یاد شده را تکرار کنید .

Heating And Cooling Coil Performance Verification **ارزیابی عملکرد کویل سرمایی و گرمایی**

Procedure **نحوه کار**

برحسب مورد اطلاعات زیر را یافته و روی فرم های مخصوص یادداشت کنید . جریان هوا و آب سیستم متعادل شده است .

* ترموستات را برای حالت نرمال بگذارید .
* دمای خشک و مرطوب هوای ورودی و خروجی کویل را بنویسید .
* دمای آب ورودی و خروجی کویل را بنویسید.
* مقدار تبادل گرمای هوا (بی تی یو در ساعت) را با مقدار تبادل گرمای آب (بی تی یو در ساعت) مقایسه کنید.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳ـ فصل سوم

ضوابط تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری سیستم اطفاء آبی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳ـ ۱ ـمبانی سیستم اطفای حریق تونل‌ها و ایستگاه‌های مترو زیرزمینی

۳ ـ ۱ـ ۱-مقدمه

منظور از سیستم آتش‌نشانی اعلام و اطفاء حریق در فضای قطار شهری، پیش‌بینی تاسیسات و تمهیدات لازم به منظور استفاده پرسنل آتش‌نشانی، پرسنل آموزش دیده قطار شهری یا مردم عادی در شرایط آتش‌سوزی می‌باشد، در طراحی این سیستم از *NFPA130* و استانداردهای محلی اعلام شده از سوی سازمان آتش‌نشانی، استفاده می‌شود. به طور کلی، سیستم اطفای آبی ایستگاه‌ها از نوع لوله پر آب قائم (یا استند پایپ) و تونل‌ها رایز خشک (درای پایپ) می‌باشد.

۳ ـ ۱ـ ۲-استانداردها و مراجع

a ASHRAE standards
b. ISO (International Standard Organization)
c. ANSI (American National Standards Institute)
d. ASTM (American Society for Testing and Materials)
e. DIN (Deutsches Institut für Normung)
f. ASME (American Society of Mechanical Engineers)
g. BSI (British Standard Institute)
h. ISO: International System Organization
i. BSI 1387
j. NFPA 130, “Standard for Fixed Guide way Transit and Passenger Rail Systems”
k. NFPA 14, “Standard for Installation of Standpipe and Hose Systems”
l. UL 555, “ Standard for Safety Fire Damper”
m. UL 33, “Standard for heat responsive links for fire-protection services”
n. NFPA 101, “Life Safety Code”
o. NFPA 80, “Standard for Fire Doors and Fire Windows”
p. NFPA13,”Standard for Automatic Sprinkler and Standpipe Systems”
q. NFPA 10, “Standard for Portable Fire Extinguishers”
r. NFPA 20, “Standard for the installation of stationary pumps for fire protection”
s. Maintenance engineering handbook
t. کتابچه دستورالعمل های بهره برداری و نگهداری شرکت گزینه صنعتی تاسیسات
u. ضوابط اطفای حریق سازمان آتش‌نشانی
v. مهندسی نگهداری ساختمان و تاسیسات سازمان برنامه و بودجه
w. تاسیسات ساختمان – مهندس کاشانی حصار
x. سرویس و نگهداری تاسیسات ساختمان - مهندس طباطبائی
y. حرارت مرکزی و تهویه مطبوع – دکتر بهمن خستو

omoorepeyman.ir

۳ ـ ۱ـ ۳- اصطلاحات

بوستر پمپ	***Booster Pump***
هیت‌تریسینگ	***Heat Tracing***
لوپ	***Loupe***
شیر با دسته نمایان	***Outside Stem And Yoke: OS&Y***
پرشرسوییچ	***Pressure Switch:***

۳ ـ ۱ـ ۴-مبانی سیستم اطفای حریق آبی

منظور از سیستم آتش‌نشانی در فضای قطار شهری، پیش‌بینی تأسیسات و تمهیدات لازم به منظور استفاده پرسنل آتش‌نشانی، پرسنل آموزش‌دیده قطار شهری در شرایط آتش‌سوزی می‌باشد، در طراحی این سیستم از NFPA130 استفاده می‌شود. مطابق این استاندارد، سیستم آتش نشانی کلاس III مد نظر می‌باشد که کلاس III مجموع کلاس I و کلاس II آتشنشانی می‌باشد. در این سیستم هر جعبه آتش‌نشانی مطابق استاندارد NFPA می‌بایست تامین کننده ۱۰۰ GPM باشد. با توجه به اینکه در سناریوی حریق پیش‌بینی شده در سکو (محل بیشترین خطر) چهار جعبه تعبیه شده است، بنابراین مجموع GPM۴۰۰ برای عملکرد هر چهار جعبه به صورت همزمان مورد نیاز است. از طرف دیگر، جهت اطفای حریق داخل تونل‌ها، از سیستم لوله خشک استفاده می‌شود که در آن، علمک‌های اطفای حریق داخل تونل (که به فاصله ۵۰ متر از یکدیگر قراردادرند) طبق استاندارد NFPA هریک ۲۵۰ GPM را تامین می‌نمایند که با فرض عملکرد همزمان دو علمک، مجموع ۵۰۰ GPM می‌بایست توسط پمپ اطفای حریق تامین شود. بنابراین عدد دبی ۵۰۰ GPM معیار سایزینگ "بوستر پمپ" آتش‌نشانی خواهد بود. حداقل فشار کار کلاس II هر جعبه ۶۵-۱۰۰ PSI می‌باشد و لذا در این طرح فشار PSI۱۰۰ برای آخرین نازل منظور می‌گردد. با توجه به اینکه مطابق معیارها و ضوابط اطفای حریق سازمان آتش‌نشانی، سیستم اطفای آبی می‌بایست قادر به اطفاء به مدت زمان حداقل ۳۰ دقیقه باشد، بنابراین مخزن اطفای حریق به میزان ۱۵۰۰۰ گالن آمریکایی معادل ۵۶ مترمکعب می‌بایست گنجایش داشته باشد. جنس لوله های آتش نشانی از نوع فولادی سیاه بدون درز Sch40 با اتصالات جوشی می‌باشد. مطابق استاندارد NFPA14، جعبه‌های آتش‌نشانی در ایستگاه‌های مترو و سالن‌های پارکینگ و تعمیرات از کلاس III می‌باشند. قطر لوله‌ی اصلی برای کلاس III،"6 و سایر انشعابات جعبه‌ها "۱ ۱/۲ و "۲ ۱/۲ می‌باشد. عمده تجهیزات موجود در "بوستر پمپ‌ها" به شرح ذیل می‌باشند:

۱- الکتورموتور کوپل با پمپ به ظرفیت ۵۰۰ گالن بر دقیقه و هد مطابق با مشخصات طرح

۲- دیزل پمپ کوپل با پمپ به ظرفیت ۵۰۰ گالن بر دقیقه و هد مطابق با مشخصات طرح

۳- تابلو کنترلر

۴- مخازن سوخت

۵- کلکتور و شیرآلات

omoorepeyman.ir

۶- پمپ جوکی

پمپ جوکی در همه حال نسبت به جبران افت فشار ناشی از نشتی‌های سیستم در حال عمل می‌باشد. این درحالی است که در صورت بازشدن شیر داخل یکی از جعبه‌های آتش‌نشانی، الکتروپمپ الکتریکی وارد مدار شده و عملیات اطفاء را انجام می‌دهد. در صورتی که برق قطع شده باشد و الکتروپمپ قادر به تامین آب اطفا نباشد، پس از حدود ۳۰ ثانیه، دیزل پمپ (یا پمپ الکتریک رزرو) وارد مدار شده و عملیات اطفاء را انجام می‌دهد.

جدول ۳-۱ مشخصات جریان در سیستم لوله‌های قائم و شلنگ در استاندارد NFPA

نوع	مورد استفاده	توزیع و اندازه شلنگ	حداقل قطر لوله		حداقل میزان تغذیه آب (Gpm)	
کلاس I	جریان‌های شدید قابل استفاده برای سازمان آتش‌نشانی پرسنل آموزش دیده در مرحله گسترش آتش	انشعابهای "۲ ۱/۲ تمام بخشهای یک منطقه باید در فاصله حداکثر ۳۰ فوت از انشعاب باشند. طول شلنگ حداقل ۱۰۰ فوت است.	تا ارتفاع ۱۰۰ فوت	"۴	تداوم جریان آب به مدت ۳۰ دقیقه، فشار psi ۱۰۰ در دورترین انشعاب با گذر جریان Gpm ۱۰۰	
			۱۰	"۶ ماکزیمم ارتفاع ۲۷۵ فوت، مگر اینکه سیستم تامین فشار وجود داشته باشد.	اولین انشعاب	۱۰۰
					به ازای هر انشعاب اضافه	۲۵۰ (حداکثر ۲۵۰۰)
کلاس II	جریان‌های کم قابل استفاده برای ساکنین ساختمان در شروع آتش	انشعاب‌های "۱ ۱/۲ نحوه توزیع مشابه کلاس I	تا ارتفاع ۵۰ فوت	"۲	تداوم جریان آب به مدت ۳۰ دقیقه، فشار psi ۶۵ در دورترین انشعاب با گذر جریان Gpm ۱۰۰	
			ارتفاع بیش از ۵۰ فوت	"۲ ۱/۲	هر انشعاب	۱۰۰
کلاس III	کلیه موارد کلاس‌های I و II	انشعاب‌های "۲ ۱/۲ و "۱ ۱/۲ یا انشعاب "۲ ۱/۲ به همراه یک تبدیل "۲ ۱/۲ × "۱ ۱/۲ و شلنگ "۱ ۱/۲	مشابه کلاس I		مشابه کلاس I	

omoorepeyman.ir

۳ـ ۲ ـاجزای کلی سیستم اطفای آبی تونل و ایستگاه‌های متروی زیرزمینی

۳ ـ ۲ـ ۱-مجموعه لوله‌کشی سیستم اطفای آبی تونل و ایستگاه

هر ایستگاه زیرزمینی باید توسط سیستم لوله‌های قائم کلاس I یا III مطابق با NFPA 14 تجهیز شود. جعبه‌های آتش نشانی در ایستگاه و روی سکوها حداکثر در فاصله‌ی ۳۰ متر از یکدیگر تعبیه می‌شود. در داخل تونل‌ها، تجهیزات علمک آتش‌نشانی (بدون جعبه) در فاصله ۵۰ متری در نظر گرفته می‌شود. با توجه به زیاد بودن طول لوله‌های آتشنشانی در تونل‌ها، استفاده از سیستم آتش‌نشانی تر در تونل‌ها (با در نظر گرفتن تمهیدات لازم جهت جلوگیری از یخ زدن آب در لوله‌ها) مستلزم عایق کردن، "هیت‌تریسینگ" و یا استفاده از لوپ و شبکه بسته آتش‌نشانی در تونل) می‌باشد که از نظر عملی و اقتصادی به صرفه نمی‌باشد. بنابراین سیستم لوله‌های قائم در تونل خشک انتخاب می‌گردد. تأمین آب شبکه آتش نشانی از طریق منبع ذخیره‌ی آب و سیستم تأمین فشار مناسب صورت می‌گیرد.

چنانچه ایستگاه‌های زیرزمینی، شبیه آنچه در خطوط متقاطع مترو رخ می‌دهد، دارای بیش از یک طبقه سکو باشند، لازم است یک لوله‌ی حداقل ۴ اینچ سیستم لوله‌های قائم هر دو سکو را به یکدیگر متصل کند. تا در مواقع آتش‌سوزی از طریق هر یک از اتصالات، کل سیستم لوله‌های قائم قابل بهره‌برداری باشد.

جدول ۳ـ۲ سیستم‌های اتش‌نشانی فضاهای مختلف

نام فضا	سیستم اطفای حریق	نام فضا	سیستم اطفای حریق
راهروی فضاهای اداری	جعبه و کپسول آتش‌نشانی	راهروهای ورودی و خروجی ایستگاه	اگر راهرو بیشتر از ۲۰ متر باشد، جعبه و کپسول آتش‌نشانی
فضاهای تجاری	کپسول آتش‌نشانی	تونل	لوله رایز خشک، علمک ۴ اینچ (با زیر انشعاب ½ ۲ اینچ) به فاصله هر ۵۰ متر، یک سمت از این رایز خشک به سیستم لوله قائم ایستگاه با شیرآلات مخصوص متصل و سر دیگر به شیر سیامی هواکش میان تونلی متصل می‌گردد
اتاق کمک‌های اولیه	کپسول آتش‌نشانی		
آبدارخانه	کپسول آتش‌نشانی		
نمازخانه	-	اتاق برق	کپسول آتش‌نشانی
رختکن	-	سالن فروش بلیط و سکو	جعبه و کپسول آتش‌نشانی
سرویس بهداشتی	-		
انبار	کپسول آتش‌نشانی		
اتاق زباله	کپسول آتش‌نشانی		

omoorepeyman.ir

اتاق جمع‌آوری فاضلاب DWP	کپسول آتش‌نشانی	
اتاق بوستر پمپ آتش‌نشانی و یا آبرسانی	کپسول آتش‌نشانی	
اتاق تهویه مطبوع	کپسول آتش‌نشانی	

هشت جعبه آتش‌نشانی در تراز سکوی ایستگاه دیده شده است که این جعبه‌ها در ابتدا، انتها و تقریباً در میانه سکو نصب خواهند شد. چهار جعبه‌ی آتش‌نشانی در تراز تیکت‌هال ایستگاه دیده شده است دو جعبه آتش‌نشانی در قسمت عمومی بلیت‌فروشی و دو جعبه آتش‌نشانی دیگر در قسمتهای اداری شرقی و غربی نصب شده است و با توجه به طراحی می‌بایست کنترل مضاعف صورت پذیرد.

هر جعبه آتش‌نشانی دارای دو درب می‌باشد. درب سمت راست محل نصب یک شیر و شیلنگ و لانس آتش‌نشانی به قطر ½ ۱ اینچ می‌باشد. در همان درب سمت راست، فقط یک شیر ½ ۲ اینچ جهت استفاده پرسنل آموزش دیده سازمان آتش نشانی قرار دارد. درب سمت چپ جعبه محل قرارگیری کپسول دی‌اکسیدکربن و پودر گاز می‌باشد.

حداقل قطر لوله‌های Standpipe در مسیر قطار باید ۶ اینچ باشد. فشار و دبی مورد نیاز باید توسط سازمان ذیربط تعیین می‌شود. (مطابق با استاندارد NFPA130 حداقل فشار برای کلاس III آتش‌نشانی برابر ۶/۹ بار ، دقیقا در خروجی شیر جعبه آتش نشانی باشد.)

لوله‌های آتش‌نشانی مطابق با استاندارد ASTM A53 از نوع فولاد سیاه بدون درز SCH40 با اتصالات جوشی می باشد. لوله‌های آتش‌نشانی در صورت نیاز سند بلاست گردند. پمپ آتش‌نشانی طبق استاندارد NFPA20 انتخاب می‌شود و هد پمپ در هنگام بستن شیر بعد از پمپ نباید از ٪ ۱۴۰ هد کل بیشتر شود. شیرها باید بر مطابق با NFPA14 انتخاب شود.

در دو طرف سمت زیر سکو، یک مجموعه شیرآلات (شامل دو شیر دروازه ای ۴ اینچ، یک شیر برقی ۴ اینچ، یک شیر یکطرفه ۶ اینچ، یک شیر دورازه ای ۴ اینچ که به صورت بای‌پس شیر برقی می‌باشد) جهت اتصال سیستم آتش‌نشانی ایستگاه به رایز خشک تونل در صورت ضرورت قرار می‌گیرد.

در بالاترین نقطه سیستم آتش‌نشانی در محل ورودی ایستگاه و همچنین در محل کیوسک هواکش میان‌تونلی، یک شیر سیامی ۴ اینچ با دو انشعاب 2 1/2 اینچ، به طوری قرار می‌گیرد که ماشین آتش‌نشانی به راحتی بتواند شیلنگ آب خود را به شیر سیامی متصل کند.

۳ـ ۲ ـ ۱ـ ۱ـعایق‌ها

سطح خارجی لوله‌های آتش‌نشانی (در صورتی که حداقل ۱۰ روز در سال سرمای زیر صفر در ایستگاه ثبت شود)، باید با عایق مناسب پوشانده شود. لوله‌ها و دستگاه‌ها پیش از عایقکاری باید آزمایش و بازرسی شوند، سطح خارجی آنها تمیز گردد و هر جا که لازم است، رنگ زده شود عایق لوله‌ها باید دارای پوشش محافظ کرباسی با وزن تقریبی ۱۸۰ گرم در متر مربع باشد. درزهای طولی و نوارچسب‌های درزهای عرضی باید با تسمه‌های فلزی، قیراندود و یا با ماشین دوخت بسته

omoorepeyman.ir

شود. عایق‌های لوله‌های آب سرد باید پوشش ضد رطوبت از نوع ورق نازک آلومینیوم و یا از فیلم و وینیل و یا دیگر پوشش‌های ضد رطوبت مناسب داشته باشند. در نقاطی که در معرض یخبندان باشد روی عایق باید پوشش ضدیخ پیش بینی گردد. انواع عایق‌های موجود را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود.

پشم‌سنگ: یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های عایق پشم‌سنگ ایستایی استثنایی آن در برابر آتش میباشد. پشم‌سنگ آتش‌گیر نیست و مشتعل نمی‌شود. الیاف پشم‌سنگ ذاتاً استریل می‌باشد. این عایق مقاومت حرارتی بالایی دارد. این نوع عایق در داخل کشور تولید می‌شود و در انواع گوناگون پانل، توری، دور لوله و رول، با روکش کاغذ کرافت، آلومینیوم و بدون روکش می‌باشد. با توجه به تولید داخلی، این عایق دارای قیمت متوسطی می‌باشد.

پشم‌شیشه: یکی از روش‌های عایقکاری لوله‌ها استفاده از قطعات پشم‌شیشه قالبی، با پوشش نصب شده در کارخانه با وزن مخصوص تقریبی ۱۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب و ضریب هدایت گرمایی W/mk 0.034 و ضخامت یک متر در دمای ۲۴ درجه و مناسب کار در دماهای از ۱۰ تا ۱۲۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. همچنین میتوان از پشم شیشه پتویی یا دیگر مصالح مشابه آن برای عایق کاری لوازم لوله، شیرها و فلنج‌ها و لوازم ویژه لوله و یا از عایق‌های خمیری (که دارای ۸۵ ٪ کربنات منیزیم، ۰۱ ٪ الیاف پنبه کوهی می‌باشد و با آب برای بدست آوردن یک ملات یکنواخت مخلوط میگردد). با ضخامت برابر ضخامت عایق لوله مجاور، استفاده نمود. این عایق در برابر آتش مقاومت ندارد و از مهمترین خصوصیاتش قیمت پایین و ضریب هدایت حرارتی پایین آن می‌باشد. یکی از مهمترین اشکالات این عایق دارا بودن مواد مضر برای انسان و محیط زیست می‌باشد. استفاده از این مواد برای بسته‌بندی حرارتی لوله‌های آتش‌نشانی مناسب نمی‌باشد و توصیه نمی‌شود.

مکس فلکس: این عایق از مواد پلیمری با مقاومت حرارتی بالا ساخته می‌شود، از خواص این عایق مقاومت و عدم تغییر شکل در مقابل آتش می‌باشد. همچنین در هنگام برخورد شعله قابلیت خفه کردن آتش را نیز دارا می‌باشد. این عایق در داخل کشور تولید نمی‌شود و مدل‌های موجود آن وارداتی می‌باشد (مکس‌فلکس نام تجاری این عایق است)، با توجه به این امر هزینهٔ خرید این عایق بالا می‌باشد. دمای کاری بهینه این ماده از ۵۷- درجه سانتیگراد تا ۱۲۵ درجه سانتیگراد می‌باشد.

۳ ـ ۲ـ ۲-مخزن آب سیستم اطفای آبی تونل و ایستگاه

مخزن ذخیره آتش‌نشانی به منظور تأمین آب مورد نیاز آتش نشانی برای ۳۰ دقیقه استفاده، پر کردن لوله‌های خشک آتش‌نشانی در تونل‌های ارتباطی ایستگاه و تأمین آب مورد نیاز ایرواشر برای مدت زمان اندک (کمتر از یک ساعت) در نظر

omoorepeyman.ir

گرفته می‌شود. میزان حجم مخزن مورد نیاز برای ۳۰ دقیقه تامین آب آتش‌نشانی بنا بر مشخصات هر ایستگاه پس از طراحی تعیین می‌گردد.

علاوه بر مخزن و آب شهر، جهت تغذیه از خودروهای آتش‌نشانی در قسمت ایستگاه و ابتدا و انتهای هر تونل و در مسیر نیم تونل در قسمت پله‌های فرار باید شیر اتصال آتش‌نشانی(در سطح خیابان) در نظر گرفته شود. اتصال سازمان آتش‌نشانی به منظور استفاده پرسنل سازمان آتش‌نشانی در هنگام تغذیه‌ی لوله‌های قائم باید در فاصله‌ی حداکثر ۳۰ متر از دسترسی خیابان و حداکثر ۲۰ متر از هیدرانتHYDRANT پیش‌بینی شده قرار گیرد. هیدرانت باید دارای دو خروجی ½ ۲ اینچ و یک خروجی اصلی ۴ اینچ باشد.

اگر مخزن ذخیره آب در داخل ساختمان قرار گیرد، باید طوری نصب شود که داخل آن برای بازرسی و تعمیر قابل دسترسی باشد و مخزن در برابر سرما حفاظت شود. برای اتاقی که مخزن ذخیره آب در آن نصب می‌شود باید تعویض هوا و کفشوی پیش‌بینی شود.

اگر مخزن ذخیره آب در فضای باز نصب شود باید برای جلوگیری از یخ زدن یا گرم شدن با عایق گرمایی پوشانده شود. عایق سقف این مخازن و دریچه آدم رو آن باید قابل برداشتن باشد تا بازرسی امکان‌پذیر باشد.

دریچه آدم‌رو مخزن ذخیره آب باید در زمان بسته بودن کاملاً هوابند باشد. این دریچه باید دور از دسترس اشخاص غیرمسئول باشد و در برابر نفوذ مواد آلوده و حشرات و کرم‌ها کاملاً حفاظت شود.

لبه زیر دهانه لوله ورود آب به مخزن باید دست کم ۴۰ میلیمتر از روی دهانه لوله سرریز بالاتر باشد تا فاصله هوایی لازم تأمین شود.

قطر لوله سرریز باید دست کم دو برابر قطر لوله ورود آب به مخزن ذخیره باشد. روی لوله سرریز نباید هیچ شیری نصب شود. لوله سرریز نباید از جنس قابل انعطاف باشد. انتهای لوله سرریز باید دست کم ۱۵۰ میلیمتر بالاتر یا دورتر از کفشوی یا هر نقطه تخلیه دیگر باشد. انتهای لوله سرریز نباید قابل اتصال به شلنگ باشد و باید توری مقاوم در برابر خوردگی داشته باشد. لوله سرریز باید در مسیری کشیده شود که احتمال یخ زدن نداشته باشد، یا آنکه با عایق گرمایی در برابر یخ زدن حفاظت شود. لبه زیر دهانه سرریز باید دست کم ۴۰ میلیمتر از حداکثر سطح آب بالاتر باشد.

مخزن ذخیره آب باید لوله هواکش داشته باشد تا فشار داخل مخزن را اتمسفریک کند. قطر نامی لوله هواکش باید دست کم برابر قطر نامی لوله ورود آب به مخزن باشد و دهانه انتهای آن توری مقاوم در برابر خوردگی داشته باشد.

مخزن ذخیره آب باید در پایین‌ترین نقطه، لوله تخلیه آب داشته باشد که با باز کردن شیر آن بتوان تمام آب مخزن را تخلیه کرد. لوله تخلیه مخزن نباید از جنس قابل انعطاف باشد. انتهای لوله تخلیه باید دست کم ۱۵۰ میلیمتر بالاتر و دورتر از کفشوی یا هر نقطه تخلیه دیگر باشد. انتهای لوله تخلیه نباید قابل اتصال به شلنگ باشد و باید با توری مقاوم در برابر خوردگی محافظت شود. لوله تخلیه باید در مسیری کشیده شود که احتمال یخ زدن نداشته باشد. مطابق با ضوابط اطفای حریق سازمان آتش‌نشانی، قطر نامی لوله تخلیه مخزن آب باید دست کم برابر ۴ اینچ باشد.

روی لوله ورودی آب به مخزن باید شیر قطع و وصل نصب شود. اگر حجم مخزن بیش از ۱۰۰۰ لیتر باشد، دهانه خروجی و دهانه ورودی آب باید در دو سمت مخزن و در مقابل هم قرار گیرند تا از راکد ماندن آب جلوگیری شود.

omoorepeyman.ir

با توجه به اهمیت مخزن آب آتش‌نشانی لازم است سطح آب درون مخزن، باید برای اپراتور به صورت local و Remote قابل رویت باشد که این موضوع با نصب یک عدد (Pressure Indicating Transmitter) PIT در پایین مخزن و انتقال سیگنال آن به BMS امکانپذیر می باشد.

۳ ـ ۲ـ ۳-اطفای حریق پرتابل

در هر جعبه آتش‌نشانی یک قسمت محل استقرار خاموش کننده پودر و گاز ۱۲ کیلوگرمی مانومتردار و کپسول دی‌اکسیدکربن ۶ کیلوگرمی باید در نظر گرفته شود.

استفاده از کپسول‌های قابل حمل آتش‌نشانی در تعداد، اندازه و انواع مورد نیاز با تأیید سازمان ذیربط در ایستگاه‌ها ضروری می‌باشد. انتخاب و نصب این کپسول‌ها مطابق با NFPA 10 انجام خواهد گرفت.

علاوه بر فضاهای عمومی فضاهای زیر توسط کپسول‌های قابل حمل گاز CO و پودر گاز شیمیایی مجهز می‌شوند:

- اتاق‌های پمپ
- ورودی‌ها
- اتاق‌های HVAC
- آبدارخانه
- اتاق برق فرعی
- اتاق‌های اداری
- اتاق UPS
- اتاق باتری
- اتاق سیگنالینگ و مخابرات
- اتاق LPS
- اتاق TPS
- اتاق‌های تجاری

۳ ـ ۲ـ ۴-بوستر پمپ سیستم اطفای آبی تونل و ایستگاه

بوستر پمپ دستگاه یکپارچه‌ای متشکل از یک یا چند پمپ است که بطور موازی به یکدیگر ملحق شده‌اند که با کاهش فشار سیستم یک یا چند پمپ بصورت نوبتی وارد مدار می‌شوند و با افزایش فشار نیز یک یا چند پمپ به همان ترتیب

omoorepeyman.ir

ازمدار خارج میگردند. "بوسترپمپ‌ها" از نقطه نظر تثبیت فشار به بوستر پمپ دور متغیر و بوستر پمپ دور ثابت طبقه بندی می‌شوند. جهت تامین و تنظیم فشار آب در آتش‌نشانی در ایستگاه‌های مترو از بوستر پمپ دور ثابت استفاده می‌شود.

نصب پلاک فلزی از نوع استیل با شناسه یکتا، به ازای هر مجموعه پمپ الزامی است. تولید کننده، مجموعه پمپ باید دارای یک پایگاه داده‌ای باشد که با وارد کردن شناسه یکتا، اطلاعات ذیل قابل رویت باشد.

۱. فایل حاوی مشخصات کلی پروژه:

- مشخصات پروژه: نام و آدرس پروژه، شماره پرونده آتش‌نشانی.
- مشخصات تولید کننده: نام، آدرس و اطلاعات تماس، شماره سریال مجموعه پمپ، تاریخ تولید.

۲. مشخصات فنی مجموعه

- الکترو پمپ اصلی و رزرو: نام سازنده، نوع پمپ و دور الکتروموتور، آمپر مصرفی الکتروموتور، قطر پروانه (در صورت استفاده از الکتروپمپ کوپله غیر مستقیم)، دبی نامی (برحست gpm و m3/hr)، فشار نامی (برحسب bar،m و psi).
- الکتروپمپ جوکی: نام سازنده، نوع پمپ و دور الکتروموتور، آمپر مصرفی الکتروموتور، قطر پروانه (در صورت استفاده از الکتروپمپ کوپله غیر مستقیم)، دبی نامی (برحست gpm و m3/hr)، فشار نامی (برحسب bar،m و psi).
- دیزل
- تابلو فرمان
- منبع تحت فشار

۳ـ ۲ ـ ۴ـ ۱ـمجموعه پمپ‌ها

پمپ‌های یک "بوستر پمپ" که به صورت موازی روی یک شاسی مادر در کنار یکدیگر قرار دارند مجموعه پمپ‌های یک بوستر راتشکیل می‌دهند.

پمپ‌های گریز از مرکز حتماً باید به صورت الکتروپمپ از پیش کوپل شده، انتخاب شوند. به عبارت دیگر، نصب و کوپلینگ خارج از کارخانه سازنده مورد قبول نمی‌باشد. الکتروموتور به کار رفته در الکتروپمپ باید دارای استاندارد ملی یا بین‌المللی معتبر باشد.

در "بوستر پمپ" تک پمپه عملکرد پمپ با فرامین صادره از یک "پرشرسویچ" که در حداقل و حداکثر فشار مورد نیاز تنظیم شده کنترل می‌شود. برد کنترل "میکروپروسسوری" تابلوی برق بوستر پمپ‌های چند پمپه مجهز به پمپ جوکی به گونه‌ای طراحی و برنامه‌ریزی شده است تا پس از خاموش شدن بوستر پمپ در حداکثر فشار، با کاهش فشار به حداقل،

omoorepeyman.ir

ناشی از مصرف آب، ابتدا پمپ جوکی به کار افتد تا در مدت مشخصی ضمن تامین آب مصرفی فشار سیستم را به حداکثر برساند. در صورتیکه مصرف مصرف آب از ظرفیت پمپ مذکور بالاتر باشد، فشار سیستم در مدت تعیین شده به حداکثر نخواهد رسید و یا به حداقل کاهش خواهد یافت. در این صورت یکی از پمپ‌های اصلی نیز به طور خودکار روشن خواهد شد. اگر این دو پمپ بتوانند علاوه بر تامین مصرف آب ، فشار را نیز به حداکثر برسانند، پمپ اصلی خاموش می‌شود و در صورتی که به دلیل مصرف زیاد دو پمپ مذکور نیز قادر به افزایش فشار تا حداکثر نباشند و یا فشار به حداقل نقصان یابد یک پمپ اصلی دیگر نیز به کمک دو پمپ روشن قبلی خواهد آمد. روشن شدن پمپ‌ها به همین طریق تا بدانجا ادامه خواهد یافت تا فشار سیستم به حداکثر برسد. در این وضعیت ابتدا آن پمپ اصلی که زودتر روشن شده بود خاموش می‌شود و اگر در مدت معین با خاموش شدن پمپ مذکور فشار سیستم به حداقل نرسید و یا فشار به حداکثر افزایش یافت دومین پمپ اصلی نیز خاموش می‌شود و در صورتی که با کاهش مصرف، افزایش فشار سیستم به حداکثر ادامه یابد کلیه پمپ‌های اصلی یکی پس از دیگری به همان ترتیبی که روشن شده‌اند خاموش خواهند شد ولی اگر در خلال افزایش فشار سیستم و خاموش شدن پمپ‌های اصلی با افزایش مصرف آب، فشار سیستم مجدداً به حداقل برسد یک پمپ اصلی روشن می‌شود. خاموش و روشن شدن پمپ‌های اصلی به این نحو ادامه خواهد پیدا نمود تا کلیه پمپ‌های اصلی در حداکثر فشار سیستم خاموش شوند. در این شرایط پمپ جوکی همچنان برای تامین مصارف کم و جزئی روشن می‌ماند. اگر در مدت معینی فشار سیستم به حداقل نرسد پمپ جوکی نیز خاموش خواهد شد ولی در صورتی که در این مدت فشار سیستم به حداقل کاهش یابد، پمپ مذکور بدون در نظر گرفتن طی بخشی از زمان تعیین شده، همچنان به کار خود ادامه خواهد داد. علت خاموش نشدن پمپ جوکی جلوگیری از قطع و وصل متوالی و کاهش استهلاک آن است زیرا پس از خاموش شدن سیستم، پمپ جوکی اولین پمپی خواهد بود که با کاهش فشار به حداقل، باید روشن شود.

در بوستر پمپ‌های چند پمپه بدون پمپ جوکی، روشن و خاموش شدن پمپ‌ها مطابق آنچه برای پمپ‌های اصلی در "بوستر پمپ" مجهز به پمپ جوکی گفته شد به صورت نوبتی خواهد بود.

- **کنترل عملکرد بوستر پمپ‌های چند پمپه دور ثابت**

فشار "بوستر پمپ" توسط دو" پرشرسویچ" حداقل و حداکثر حس می‌شود و برد کنترل "میکروپروسسوری" مدار فرمان تابلوی برق بر این اساس فرامین مناسب به پمپ‌های "بوستر پمپ" را صادر می‌نماید.

به منظور خنک‌کاری پمپ‌ها در دبی‌های پایین باید از شیر اطمینان استفاده شود. هر پمپ در قسمت مکش و دهش خود باید دارای شیرهای قطع کننده جریان باشد. به منظور جلوگیری از برگشت جریان، بخش دهش هر پمپ باید دارای شیر یکطرفه باشد. شیرهای یکطرفه باید از نوع استاندارد بوده و متناسب با فشار سیستم انتخاب شود. در ایستگاه‌های مترو ایران، شیرها حداقل می‌بایست تحمل ۱۶ بار فشار را داشته باشند.

تمامی اجزای تشکیل‌دهنده مجموعه پمپ آتش‌نشانی، باید روی یک شاسی فولادی نصب و تثبیت شوند. برای شاسی مجموعه پمپ‌ها باید حداقل از ناودانی سایز ۸ استفاده شود.

omoorepeyman.ir

تمامی جوشکارانی که عملیات جوشکاری و نصب اجزا بر روی شاسی انجام می‌دهند باید دارای گواهینامه صلاحیت از نهادهای ذیصلاح باشند.

رنگ‌آمیزی شاسی و المان‌های اصلی مجموعه پمپ آتش‌نشانی باید به رنگ قرمز و از نوع اپوکسی (ترجیحاً کد RAL3020) باشد.

۳ـ ۲ ـ ۴ـ ۲ـبخش مکش

بخش مکش "بوستر پمپ" شامل یک کلکتور لوله‌ای است (معمولا ۶ اینچ) که به واسطه شیر آلات و اتصالات مورد نیاز به ورودی پمپ‌ها و خروجی مخزن آب متصل می‌شود. شیرآلات این بخش عبارتند از: شیر قطع و وصل صافی و لرزه گیر. سایز این ادوات منطبق با دهانه مکش ورودی پمپ می‌باشد و نصب هرگونه کاهش دهنده سایز لوله (تبدیل) به علت امکان ایجاد کاویتاسیون توصیه نمی‌شود. در صورت ضرورت به استفاده از تبدیل، جهت اتصال لوله مکش و فلنچ مکش پمپ، این تبدیل باید از نوع غیر هم مرکز بوده و به گونه‌ای نصب شود که از حبس هوا ممانعت به عمل آید. جهت تبدیل غیر هم مرکز باید متناسب با جهت جریان سیال انتخاب شده و در قسمت تخت تبدیل غیر هم مرکز، باید به سمت بالا باشد.

طول خط مکش باید به گونه‌ای باشد که فاصله فلنج مکش اولین پمپ تا اولین تجهیز یا اتصال که باعث افت در مسیر می‌شود، حداقل ۱۰ برابر قطر لوله ورودی باشد.

شیر قطع کن خط مکش پمپ باید از نوع "OS&Y" باشد .

در خط مکش هر پمپ باید صافی با ابعاد و مش توری مناسب در جهت اصولی نصب گردد. صافی باید به گونه‌ای نصب شود که فضای مناسب جهت تعمیرات و نگهداری آن، وجود داشته باشد.

صافی باید حتی‌المقدر نزدیک قسمت مکش پمپ نصب شده و پیشنهاد می‌شود در امتداد عمودی و در امتداد جهت جریان، از بالا به پایین نصب شود. در صورت نصب صافی در امتداد افقی، قسمت ۴۵ درجه صافی باید به طرف پایین باشد.

برای پمپ‌های اصلی صافی باید از جنس چدنی باشد.

لرزه‌گیر خط مکش باید بین مکش پمپ و صافی قرار گیرد. لرزه‌گیر خط دهش باید بین دهش پمپ و شیر یکطرفه قرار گیرد.

سایز لوله مکش باید براساس ۱۵۰ درصد دبی پمپ بوده و به نحوی انتخاب شود که سرعت سیال در آن از ۲ متر بر ثانیه تجاوز نکند.

۳ـ ۲ ـ ۴ـ ۳ـبخش دهش

بخش دهش نیز مشابه بخش مکش شامل یک کلکتور لوله‌ای است که به وسیله شیرآلات و اتصلات لازم از خروجی پمپ‌ها به شبکه مصرف متصل می شود. شیرآلات این بخش عبارتنداز: شیر قطع و وصل شیر یکطرفه و لرزه‌گیر. سایز این ادوات منطبق با دهانه مکش ورودی پمپ می‌باشد. روی دهانه خروجی هر یک از پمپ‌ها، یک خط بای‌پس به همراه سایز

omoorepeyman.ir

کلکتور مکش و دهش باید بر اساس مشخصات عملکردی پمپ‌ها و ضوابط سازمان آتش‌نشانی انتخاب شود. کلکتور مکش باید حداقل یک ساز از کلکتور دهش بزرگتر باشد.

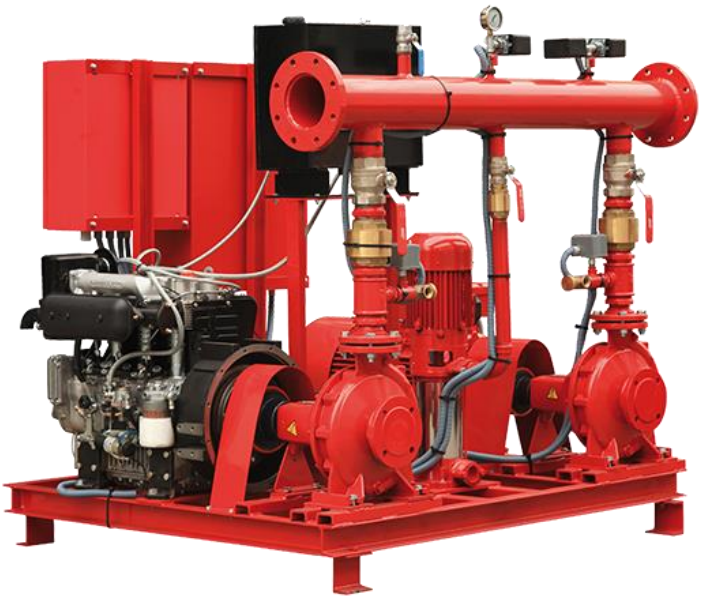
شیر قطع کن خط مکش پمپ باید از نوع "OS&Y" و یا پروانه‌ای دارای قابلیت ارسال سیگنال نظارت باشد.

سایز لوله مکش باید براساس ۱۵۰ درصد دبی پمپ بوده و به نحوی انتخاب شود که سرعت سیال در آن از ۶ متر بر ثانیه تجاوز نکند.

خط دهش پمپ باید مجهز به مانومتر مناسب باشد. مانومتر باید به همراه "لوپ" و شیر قطع‌کن و در جهت نمایش مناسب و به گونه‌ای نصب شود که برای اپراتور به سادگی قابل رویت باشد. مانومتر باید از نوع روغنی با صفحه‌ی حداقل ۱۰ سانتی‌متری به منظور نصب روی کلکتور خروجی و حداقل ۶ سانتی‌متری به منظور نصب روی دهش پمپ‌ها بوده و رنج سنجش آن برای نصب دهش پمپ حداقل دو برابر فشار نامی سیستم باشد.

پرشرسوئیچ‌ها باید بر روی لوله‌ی "لوپ" با فشار مناسب نصب شده و مسیر پرشرسوئچ باید فاقد هرگونه شیر باشد.

اتصال لوله‌ها به کلکتور باید از نوع زین اسبی باشد. جهت اتصال فلنج‌ها به یکدیگر باید از واشر Gasket سیم‌دار استفاده شود.



شکل ۳-۱ نمایی از یک مجموعه بوستر پمپ آتش‌نشانی در ایستگاه‌های مترو

omoorepeyman.ir

۳ـ ۲ ـ ۴ـ ۴ـمنبع دیافراگمی

این منبع به واسطه لوله یا اتصال قابل انعطاف به کلکتور دهش "بوستر پمپ" متصل می‌شود و فقط در "بوستر پمپ‌های" دور ثابت (نظیر "بوستر پمپ‌های" مورد استفاده در مترو) مورد استفاده دارد. به منظور جلوگیری از قطع و وصل متوالی پمپ‌های دور ثابت از منابع تحت فشار آب استفاده می‌شود. این منابع به طور عمده شامل منبع تحت فشار با بالشتک هوای فشرده یا گاز ازت و منبع دیافراگمی است. قبل از ساخت منابع دیافراگمی، در ساخت بوستر پمپ‌ها از منابع تحت فشار با هوای فشرده یا گاز ازت استفاده می‌شد ولی به لحاظ محاسنی که منبع دیافراگمی دارد، در حال حاضر استفاده از آنها تقریباً منسوخ شده است.

منبع دیافراگمی با دیافراگم قابل تعویض به عنوان یکی از ملزومات "بوستر پمپ" دور ثابت استفاده می‌شود. منابع دیافراگمی از یک منبع فلزی در بیرون و یک دیافراگم لاستیکی در درون از ظرفیت ۲۵ الی ۵۰۰۰ لیتر با فشار کار ۶، ۱۰ و ۱۶ اتمسفر ساخته می‌شوند. در حد فاصل منبع فلزی و دیافراگم، هوای فشرده اولیه وجود دارد. افزایش مقدار سیال ناشی از کار پمپ ها موجب فشرده‌تر شدن هوای فشرده اولیه منبع و ذخیره شدن آب در درون دیافراگم آن می‌شود.

با کار "بوستر پمپ"، ذخیره‌سازی آب در منبع دیافراگمی همزمان با تغذیه شبکه مصرف آغاز می‌شود و با توقف کار "بوستر پمپ" ذخیره سازی آب خاتمه می‌یابد. از این پس تا رسیدن سیستم به حداقل فشار و تکرار سیکل مذکور، آب مورد نیاز شبکه مصرف از ذخیره منبع دیافراگمی تامین می‌شود تا مانع از روشن شدن پمپ‌ها به هنگام هربار مصرف آب شود. علاوه براین، منبع دیافراگمی افزایش ناگهانی فشار ناشی از روشن شدن پمپ‌ها و ضربه قوچ حاصل از خاموش شدن پمپ‌ها یا قطع سریع مصرف را در خود جذب و مستهلک می‌نماید و صدمات احتمالی به "بوستر پمپ" و شبکه مصرف را کاهش می‌دهد.

در مسیر مابین شیر قطع بر روی کلکتور دهش و منبع تحت فشار دیافراگمی، باید یک عدد شیر تخلیه نصب شود.

۳ـ ۲ ـ ۴ـ ۵ـتابلوی کنترل و فرمان

"بوستر پمپ‌های" دو یا چند پمپه به یک تابلوی برق مجهز می‌باشند که دارای دو مدار فرمان و قدرت است. مدارفرمان تابلوی برق دارای برد کنترل مجهز به سیستم هوشمند الکترونیکی قابل برنامه‌ریزی است. در هر کنترل علاوه بر امکان راه اندازی دستی توانایی راه‌اندازی و کنترل اتوماتیک تا شش پمپ وجود دارد که با افزایش تعداد برد کنترل می‌توان به صورت مضربی از شش هر تعداد پمپ را راه‌اندازی و کنترل نمود. در مدار قدرت از تجهیزات تابلویی با مشخصات مورد نیاز از جمله کلید اصلی برای قطع و وصل جریان برق ورودی تابلو کلیدهای فرعی برای قطع و وصل جریان برق هر یک از پمپ‌ها و "کنتاکتورها" جهت امکان قطع و وصل اتوماتیک جریان برق پمپ‌ها از طریق مدار فرمان بی‌متال برای کنترل بار اضافی پمپ‌ها و ترمینال‌های مناسب استفاده شده است.

جهت محافظت از تجهیزات تابلویی در مقابل نفوذ گرد و غبار و رطوبت تابلوهای برق بوستر پمپ باید با درجه حفاظت IP54 ساخته شوند.

omoorepeyman.ir

۳ـ ۳ ـمراحل تحویل‌گیری

پیمانکاران تامین، نصب و راه‌اندازی سیستم اطفاء آبی (معمولاً پیمانکاران ساختمانی) پس از تامین، نصب و راه‌اندازی تجهیزات، درخواست تحویل فضاها و تجهیزات نصب شده سیستم اطفای حریق آبی را برای کارفرما ارسال می‌نمایند که در ذیل تمامی الزامات و مدارک مورد نیاز جهت درخواست تحویل فضاها و تجهیزات شرح داده شده است.

۳ ـ ۳ـ ۱-مدارک لازم جهت درخواست تحویل‌گیری

- ✓ ارائه مشخصات فنی و گزارشات طراحی فضاها و تجهیزات که به تایید مجموعه کارفرمایی رسیده است.
- ✓ ارائه مدارک ساخت شامل مشخصات فنی مواد به کار رفته در فرآیند تولید به همراه نقشه‌های ساخت و ریز اقلام تجهیزات.
- ✓ ارائه تست‌های کارخانه و گواهینامه‌های صادر شده که در مراحل تولید تجهیزات توسط سازندگان استفاده شده است.
- ✓ ارائه گزارش شرکت بازرسی در خصوص ساخت، حمل تجهیزات و نصب آن در سایت.
- ✓ ارائه لیست تجهیزات لوازم یدکی و ابزار تعمیر و نگهداری.
- ✓ ارائه مدارک نگهداری به همراه چک لیست‌های دوره‌ای.
- ✓ ارائه مدارک تعمیرات به همراه چک لیست‌های مرتبط.
- ✓ ارائه نقشه های ازبیلت سازه و معماری، تاسیسات مکانیکی و الکتریکی نصب شده.
- ✓ ارائه گواهی نصب و راه‌اندازی توسط سازنده (در پیمان‌های EPC گواهی نصب توسط سازنده هر تجهیز باید صادر شود).
- ✓ ارائه سایر مدارک مطابق با قرارداد و نیازمندی‌های هر پروژه و کارفرمای آن.

۳ـ ۴ ـمراحل انجام روند تحویل تجهیزات

پس از ارائه مدارک بند قبلی توسط پیمانکار و تایید مجموعه کارفرما (مشاور+کارفرما)، تجهیزات مطابق با رویه ذیل در سایت تحویل کارفرما و مجموعه بهره‌بردار داده می‌شود.

- ✓ انجام بازرسی ظاهری با استفاده از چک لیست‌های تهیه شده که به تایید مجموعه کارفرمایی رسانده شده‌است.
- ✓ انجام تست‌های عملکردی به همراه چک لیست‌های مرتبط مطابق با استانداردهای طراحی و تاییدات کارفرما و مشاور کارفرما.

omoorepeyman.ir

- ✓ بازرسی نیازمندی‌های اینترفیسی با سیستم‌های دیگر مطابق با چک لیست‌های کنترلی مورد تایید مجموعه کارفرمایی و مشاور کارفرما.
- ✓ ارائه مدارک مطابق با قرارداد و نیازمندی‌های هر پروژه و مجموعه کارفرمایی.

با توجه به موارد فوق و در صورت تامین کلیه شرایط، تحویل‌گیری فضاها و تجهیزات مطابق با موارد قراردادی صورت خواهد پذیرفت.

۳ـ ۵ ـشرحی از بازرسی و مراحل تحویل‌گیری

پس از درخواست پیمانکاران و سازندگان در خصوص تحویل فضاها و تجهیزات اطفای حریق آبی در ایستگاه‌ها و موقعیت‌های نصب و همچنین تایید کارفرما و مشاوران در خصوص کامل بودن مدارک تحویل، مراحل تحویل بر اساس بازرسی‌های ظاهری و تست‌های عملکردی در موقعیت‌های نصب تجهیزات انجام خواهد شد که تمامی تست‌ها و بازرسی تجهیزات بر اساس استانداردها به شرح ذیل ارائه شده است.

۳ ـ ۵ـ ۱-کلیات تست‌ها و رویه آزمون‌های سامانه اطفای حریق آبی

آزمایش سامانه اطفای حریق آبی در یک مرحله انجام می‌شود:

- ✓ آزمایش سامانه‌ای تجهیزات: تست عملکرد یکپارچه مجموعه اطفای حریق آبی

۳ ـ ۵ـ ۲-سازماندهی

- ✓ **گروه آزمایش منفرد تجهیزات شامل ۴ نفر می‌باشد:** یک نفر به عنوان سرپرست، یک نفر مسئول بخش الکتریکی (کاربر سامانه)، یک نفر در بخش مکانیک (کارشناس مکانیک)، یک نفر هم به عنوان ثبت کننده نتایج آزمایش (کارشناس مکانیک).
- ✓ **گروه آزمایش سامانه‌ای** : متشکل از ۴ نفر می‌باشد که شامل ۲ مهندس مکانیک، یک مهندس برق و ۱ نفر کاربر سامانه می‌باشد.

در انجام مراحل فوق حضور نمایندگان کارفرما و مشاور کارفرما یا شرکت بازرسی مورد تایید مجموعه کارفرمایی جهت مطابقت و راستی آزمایی آزمایشات الزامی خواهد بود.

۳ ـ ۵ـ ۳-شرایط آزمایش

جهت برگزاری آزمایشات، لازم است شرایط کلی از جمله بازرسی ظاهری و همچنین الزامات اینترفیسی رعایت شده باشد لذا چند نمونه از موارد بازرسی در ذیل بیان شده است.

- ✓ بررسی نصب ظاهری تجهیزات و رنگ‌کاری و تمیزکاری کامل تجهیزات سامانه اطفای حریق آبی. (بازرسی ظاهری)

omoorepeyman.ir

- ✓ بررسی الزامات اینترفیسی هر کدام از اجزای اطفای حریق آبی با بخش ساختمانی. (بازرسی ظاهری-اینترفیسی)
- ✓ بررسی تجهیزات و امکانات اولیه. (بازرسی اینترفیسی)
- ✓ تمامی اتصالات از جمله جوش‌ها و پیچ‌ها و ... باید مورد بازرسی قرار گیرد. (بازرسی ظاهری)
- ✓ قبل از انجام آزمایش سامانه ، تجهیزات باید بطور نرمال راه‌اندازی شوند و هیچگونه مشکلی در هیچکدام از تجهیزات مشاهده نشود. (بازرسی ظاهری)

*موارد فوق کلیاتی از شرایط آزمایش بود که در هر پروژه نسبت به مدارک طراحی و وضعیت اجرا توسط پیمانکاران و کارفرمایان چک لیست‌های تکمیلی تهیه خواهد شد.

۳ ـ ۵ـ ۴-آماده‌سازی قبل از انجام آزمایش

پس از احراز شرایط آزمایش‌ها لازم است تجهیزاتی برای شروع آزمایش‌ها فراهم شود، که کلیاتی در ذیل ارائه شده است شایان ذکر است موارد تکمیلی توسط پیمانکاران و مشاورین هر پروژه ارائه خواهد شد.

- ✓ بایستی کپسول آتش‌نشانی برای حفاظت از تاسیسات و امکانات داخل محل پمپ‌خانه آماده‌سازی شود.
- ✓ تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل عملکردی از جمله اهم‌سنج، فشارسنج، دماسنج، ارتعاش‌سنج و دبی‌سنج آماده شود.
- ✓ کلیه موارد اینترفیسی از جمله ارتباط میان تابلوهای برق از پست برق تا مصرف کننده چک شود. (بازرسی ایمنی)
- ✓ محکم بودن اتصالات، پیچ‌ها، مهره‌ها و سربندی در بخش تجهیزات مکانیکی و الکتریکی کنترل شود. (بازرسی ظاهری)
- ✓ اطمینان از اتصال سیستم ارت جهت تجهیزات الکتریکی.
- ✓ هماهنگی با تمامی ارکان پروژه در خصوص برگزاری تست‌های سامانه تهویه و الزاماتی که دیگر بخش‌ها باید رعایت کنند.

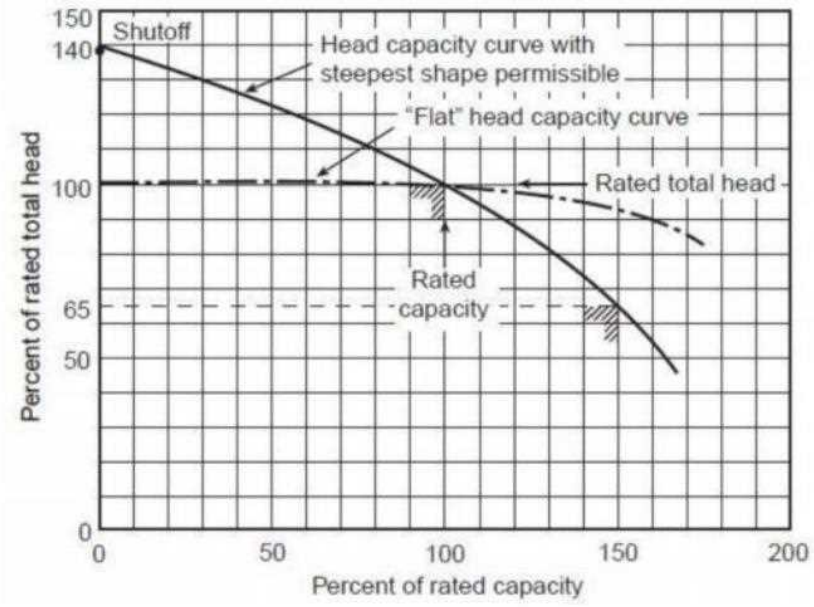
۳ـ ۶ ـآزمایشات منفرد تجهیزات اطفای حریق آبی

۳ ـ ۶ـ ۱-آزمون عملکرد

پمپ باید در سرعت اسمی تحت آزمون عملکردی قرار بگیرد. منحنی‌های عملکردی باید به گونه‌ای ترسیم شوند که بازدهی، توان حقیقی (KW) و هد مجموع تولید شده در حالت بدون جریان، در دبی اسمی و دبی یک و نیم برابر ظرفیت اسمی و همچنین در ظرفیت‌های میانی انتخابی بین ظرفیت حالت بدون جریان و بیشینه ظرفیت‌های بالاتر از یک و نیم

omoorepeyman.ir

برابر اسمی را نمایش دهد. آزمون عملکرد مجاز است در سرعت اسمی (با حاشیه ۱۰) انجام شده و منحنی‌های عملکردی برای سرعت اسمی دقیق، به کمک روابط ریاضی، استخراج گردند. در تصویر زیر نمونه‌ای از یک منحنی عملکرد نمایش داده شده است.



شکل ۶-۱ منحنی عملکرد حین آزمون یک پمپ دور ثابت

۳ ـ ۶ـ ۲-آزمون استحکام هیدرواستاتیک

هر پمپ باید به مدت حداقل ۵ دقیقه و حداکثر ۳۰ دقیقه، در فشاری معادل یک و نیم برابر فشار بیشینه یا ۲۵۰ psi هرکدام که بزرگتر باشد، تحت آزمون قرار گیرد به طوریکه در آزمون فشار، هیچ‌گونه نشتی و گسیختگی مشاهده نشود.

۳ـ ۷ ـبهره‌برداری از سیستم اطفای حریق آبی

بهره‌برداری به معنی استفاده صحیح و مناسب از دستگاه مورد نظر همراه با رعایت کلیه قوانین و الزامات آن سیستم است.

برای "بوسترپمپ" نیز موارد ذیل در نظر گرفته شود:

۱) بهره‌بردار ابتدا تائیدیه سازمان آتش‌نشانی برای "بوسترپمپ" تحویلی را از پیمانکار مربوطه یا بهره‌بردار قبلی بخواهد. این تائیدیه مبنی بر آن است که "بوسترپمپ" از نظر نصب و اجرا در محل مورد نظر تائید سازمان آتش‌نشانی می‌باشد.

۲) با توجه به نحوه استفاده بهره‌بردار از "بوستر پمپ"، سیستم‌های مختلفی برای پذیرش دستور توسط تابلو کنترل تعریف می‌شود.

omoorepeyman.ir

۳) در ابتدای بهره‌برداری از "بوسترپمپ" بایستی فشار مورد نیاز سیستم توسط افراد مجاز و متخصص در تابلوی برد کنترل و فرمان "بوسترپمپ" تنظیم شود.

۴) بهره‌بردار بایستی در ابتدای بهره‌برداری "پرشرسوئیچ‌های" بوسترپمپ" دورثابت را در فشار حداقل و حداکثر تنظیم نماید.

۵) بهره‌بردار بایستی قبل از شروع بکار "بوسترپمپ"، از محل نصب شاسی بازدید بعمل آورد و از عملکرد صحیح لرزه‌گیرها و شیرهای یک‌طرفه مطمئن شود.

۶) در ابتدای فصل بهره‌برداری، بهره‌بردار می‌بایست از تراز بودن شاسی و مجموعه پمپ‌ها مطمئن شود.

۷) بهره‌بردار بایستی در هنگام استارت مجدد دستگاه از طریق تابلوی برق از سالم بودن الکتروپمپ‌ها و "پرشرسوئیچ‌ها"مطمئن شود.

۸) اطلاعات فشار خروجی، عملکرد صحیح "بوسترپمپ" و دیگر اطلاعات "بوسترپمپ" بایستی توسط بهره‌بردار پس از استارت دستگاه مورد بررسی قرار گرفته و ثبت شود.

۹) بهره‌بردار بایستی توسط مانومتر فشار قسمت‌های مختلف از جمله منبع دیافراگمی و کلکتور خروجی را مورد بررسی قرار داده و پس از تطابق با فشار تنظیمی در فرم مربوطه درج نماید.

۱۰) بهره‌بردار بایستی بدنه شاسی را از نظر خوردگی و رشد جلبک و قارچ‌های مختلف در ابتدای فصل بهره‌برداری مورد بررسی قرار دهد.

۱۱) بهره‌بردار بایستی قبل از استارت دستگاه کلیه قطعات تشکیل دهنده "بوسترپمپ"را از نظر اجزای تشکیل دهنده مورد بررسی قرار دهد.

۱۲) بهره‌بردار بایستی قبل از استارت دستگاه از میزان قدرت برق سیم‌کشی شده به ورودی "بوسترپمپ" مطمئن بوده و آن را با مشخصات دستگاه مطابقت نماید.

۱۳) بهره‌بردار بایستی قبل از استارت کردن پمپ‌ها نسبت به هواگیری دستگاه اقدام نماید.

۱۴) بهره‌بردار بایستی پس از استارت دستگاه با تماس لمسی دمای بدنه الکتروموتورها را از نظر گرمای بیش از حد تست نماید.

omoorepeyman.ir

۳ـ ۸ ـنگهداری از سیستم اطفای حریق آبی

۳ ـ ۸ـ ۱-نگهداری از مجموعه بوسترپمپ

"بوسترپمپ" و لوازم آن باید در وضعیت کارکرد خوب و مناسب نگهداری شود، لذا برای این منظور انجام سرویس منظم باید توسط اشخاص ذیصلاح صورت پذیرد. عوامل نگهداری در بندهای ذیل بررسی می‌شوند. دستورالعمل‌های نگهداری در این قسمت به بیان دستورالعمل‌های عملی نگهداری از "بوسترپمپ" می پردازیم:

۱) "بوسترپمپ" بایستی عاری از هرگونه صدای غیرعادی باشد. صدای غیرعادی می‌تواند ناشی از وجود عیب و نقص در منبع دیافراگمی، پمپ‌ها، الکتروموتور، لقی پیچ و مهره و درست کار نکردن لرزه‌گیرها باشد.

۲) لرزه‌گیرهای لاستیکی پایه‌های شاسی "بوسترپمپ" باید از نظر لقی و خوردگی بازرسی شوند.

۳) تنظیم "پرشرسوئیچ"های فشار حداقل و حداکثر بایستی بصورت دوره‌ای چک شود.

۴) پمپ‌ها باید تراز بوده و کل بدنه و شاسی نیز تراز باشند.

۵) دمای بدنه الکتروموتور بایستی مرتباً بررسی شود (به منظور جلوگیری از سوختن موتور در اثر بار اضافی)

۶) تابلوی کنترل و فرمان می‌بایست عاری از هرگونه آلودگی، گردو غبار بوده و تمیز شود

۷) کلیه فیوزهای تابلو بایستی سالم و مناسب با آمپر خروجی / مصرفی باشد.

۸) چراغ‌های سیگنال تابلو بایستی سالم باشند.

۹) کلیه کلیدها، کنتاکتورها و بی‌متال‌ها بایستی سالم باشند.

۱۰) ترمینال‌ها و سیم‌های متصل به آنها بایستی محکم و بست خورده باشند.

۱۱) صحت عملکرد چک ولوها، شیرها و کلکتورها از نظر نشتی و عملکرد صحیح چک شوند.

۱۲) محل نصب بوستر باید سالم و بدون لرزش باشند.

۱۳) هم محور بودن الکترو موتور و پمپ بایستی متناوباً مورد بازرسی قرار گیرد.

۱۴) صحت عملکرد مانومترها بایستی مورد بازرسی قرار گیرد.

۱۵) جعبه تابلوی کنترل وفرمان بایستی سالم، مناسب و بدون فرورفتگی و زنگ‌زدگی باشد.

۱۶) بعد از هرگونه تعمیرات و قبل از شروع به کار پمپ می‌بایست از طریق پیچ یا شیرهای سماوری "بوسترپمپ" هواگیری شود.

omoorepeyman.ir

۱۷) پیچ و مهره اتصال پمپ‌ها به شاسی و تابلو به بدنه یا دیوار یا دیگر پیچ و مهره‌های موجود در بدنه پوسته پمپ باید بطور مرتب مورد بازرسی قرار گرفته و آچارکشی شود.

۱۸) بدنه پمپ‌ها و شاسی باید برای هرگونه خوردگی جزیی وکلی مورد بازرسی قرار گیرد.

۱۹) از رشد خزه و جلبک بایستی در تمامی نقاط پمپ‌ها و شاسی جلوگیری نمود.

۲۰) منبع دیافراگمی "بوستر پمپ" باید بطور دوره‌ای مورد بازرسی قرار گرفته و اتصالات آن از نظر نشتی و بدنه آن از نظر خوردگی و دیافراگم داخل از نظر پارگی مورد بازرسی قرارگیرد.

۲۱) فشار هوای منبع دیافراگمی بایستی بطور منظم و دوره‌ای مورد بازبینی قرار گیرد (فشار هوا بستگی به تنظیم کارخانه سازنده دارد) این بازرسی می‌تواند توسط گیج فشارسنج عقربه‌ای یا دیجیتال صورت پذیرد.

۲۲) مسیر عبور آب اعم از لوله‌ها و اتصالات نباید نشت آب داشته باشد.

۳ ـ ۸ـ ۲-نگهداری از مخازن آب اطفای حریق

منابع آب و لوازم آن باید در وضعیت کارکرد خوب و مناسب نگهداری شود، لذا برای این منظور انجام سرویس منظم باید توسط اشخاص ذیصلاح صورت پذیرد. عوامل نگهداری در بندهای ذیل بررسی می‌شوند.

۱) مسیر عبور آب اعم از لوله ها و اتصالات نباید نشت آب داشته باشد.

۲) لوله‌ها باید عاری از هرگونه خوردگی، فرورفتگی و ... باشند.

۳) بدنه منابع آب باید عاری از هرگونه خوردگی، لهیدگی، زنگ‌زدگی و غیره باشد.

۴) دریچه‌های منابع آب باید سالم باشد و آثار شکستگی و خمیدگی در آنها وجود نداشته باشد.

۵) دریچه‌های دسترسی باید سالم باشند.

۶) منابع آب باید دارای استحکام لازم باشد و در محل نصب نباید دارای لقی باشد.

۷) اتصالات باید مناسب باشد و هیچگونه نشتی سیال نداشته باشد.

۸) بدنه نباید خوردگی و له شدگی داشته باشد.

۹) بدنه منابع آب باید از لحاظ رنگ، زنگ‌زدگی، خمیدگی ستون‌ها مورد بازرسی قرار گیرد.

۱۰) تمام بدنه منابع آب باید توسط پوشش مناسب در برابر عوامل محیطی محافظت شود.

۱۱) تمیزکاری کلی روکش داخلی و خارجی منابع آب از گرد و غبار، فضولات پرندگان، نفوذ حشرات و....

۱۲) بررسی عدم گرفتگی شیرآلات.

omoorepeyman.ir

۱۳) بررسی عدم وجود اجسام خارجی در منابع.

۱۴) بررسی صحت عملکرد شناور منبع.

۱۵) بررسی فشار نامی و اصلی منابع دیافراگمی.

پیوست الف: چک لیست‌های بازرسی و نگهداری پیشگیرانه بوسترپمپ- فرم ماهانه

جدول ۳-۳ چک لیست‌های بازرسی و نگهداری پیشگیرانه بوسترپمپ

فرم بازرسی و نگهداری پیشگیرانه بوسترپمپ	
نام دستگاه:	محل نصب:
کد شناسایی:	تاریخ بازدید:

ردیف	نوع بازدید	سرویس و تعمیرات		اجناس تعویضی	شرح سرویس و تعمیرات انجام یافته
		نیاز دارد	نیاز ندارد		
۱	صدا و ارتعاش غیر عادی در مجموعه				
۲	بررسی وضعیت بلبرینگ‌ها و یاتاقان‌های الکترو پمپ				
۳	بررسی اتصالات از نظر نشتی				
۴	ترمینال داخلی برق الکتروپمپ				
۵	بدنه بوسترپمپ باید از لحاظ رنگ، زنگ‌زدگی، خمیدگی				
۶	شاسی بوسترپمپ از نظر هرگونه زنگ‌زدگی				
۷	بررسی کلیه اتصالات و شیرها (عدم نشتی)				

omoorepeyman.ir

۸	بررسی فیوزها				
۹	آمپرگیری				

فرم بازرسی و نگهداری پیشگیرانه بوسترپمپ	
نام دستگاه:	محل نصب:
کد شناسایی:	تاریخ بازدید:

ردیف	نوع بازدید	سرویس و تعمیرات		اجناس تعویضی	شرح سرویس و تعمیرات انجام یافته
		نیاز دارد	نیاز ندارد		
۱۰	بدنه از نظر سالمی و لقی				
۱۱	محافظت تمام بدنه الکتروپمپ				
۱۲	بازرسی جریان سیال آزاد در دستگاه و عدم گرفتگی				
۱۳	بررسی و آزمایش کابل و اتصالات برق الکتروپمپ‌ها				
۱۴	تمیزکاری کلی روکش داخلی و خارجی بوسترپمپ از گرد و غبار ، نفوذ حشرات و....				
۱۵	آزمایش نشتی سیال				
۱۶	بررسی میزان قدرت برق سیم کشی به ورودی بوسترپمپ با مشخصات دستگاه				
۱۷	تمیز کردن سینی چگالیده (آبچکه) در هر فصل				
۱۸	تمیز کردن الکتروپمپ در هر فصل				

omoorepeyman.ir

فرم بازرسی و نگهداری پیشگیرانه بوسترپمپ	
نام دستگاه:	محل نصب:
کد شناسایی:	تاریخ بازدید:

ردیف	نوع بازدید	سرویس و تعمیرات		اجناس تعویضی	شرح سرویس و تعمیرات انجام یافته
		نیاز دارد	نیاز ندارد		
۱۹	تمیزکردن شاسی در هرفصل				
۲۰	بازرسی فشار هوای منبع دیافراگمی				
۲۱	رشد خزه وجلبک				
۲۲	آچارکشی پیچ و مهره‌های بوسترپمپ				
۲۳	هواگیری پمپ‌ها				
۲۴	تمیزکاری و بازرسی جعبه تابلوی کنترل و فرمان				
۲۵	بازرسی کلیدها، کنتاکتورها و بی‌متال‌ها				
۲۶	بازرسی لرزه‌گیرهای لاستیکی پایه‌های شاسی				
۲۷	بازرسی پرشر سوئیچ‌های فشار حداقل و حداکثر				

omoorepeyman.ir

فرم بازرسی و نگهداری پیشگیرانه بوسترپمپ	
نام دستگاه:	محل نصب:
کد شناسایی:	تاریخ بازدید:

ردیف	نوع بازدید	سرویس و تعمیرات		اجناس تعویضی	شرح سرویس و تعمیرات انجام یافته
		نیاز دارد	نیاز ندارد		
۲۸	بازرسی پمپ‌ها از نظر تراز بودن				
۲۹	بازرسی دمای بدنه الکتروموتورها				

omoorepeyman.ir

پیوست ب: چک لیست‌های بازرسی و نگهداری پیشگیرانه منابع آب- فرم ماهانه

جدول ۴-۴ چک لیست بازرسی و نگهداری پیشگیرانه منابع آب

فرم بازرسی و نگهداری پیشگیرانه منابع آب	
نام دستگاه:	محل نصب:
کد شناسایی:	تاریخ بازدید:

ردیف	نوع بازدید	سرویس و تعمیرات		اجناس تعویضی	شرح سرویس و تعمیرات انجام یافته
		نیاز دارد	نیاز ندارد		
۱	صدا و ارتعاش غیر عادی در مجموعه				
۲	آزمایش نشتی سیال				
۳	بررسی اتصالات از نظر نشتی				
۴	محافظت تمام بدنه منابع آب				
۵	بدنه منابع آب باید از لحاظ رنگ، زنگ‌زدگی، خمیدگی				
۶	کف منابع آب از نظر هرگونه زنگ زدگی				
۷	بررسی کلیه اتصالات وشیرها (عدم نشتی)				
۸	تمیز کاری کلی روکش داخلی و خارجی منابع آب از گرد و غبار فضولات پرندگان، نفوذ حشرات و....				
۹	بازرسی دریچه های دسترسی				

omoorepeyman.ir

فرم بازرسی و نگهداری پیشگیرانه منابع آب	
نام دستگاه:	محل نصب:
کد شناسایی:	تاریخ بازدید:

ردیف	نوع بازدید	سرویس و تعمیرات		اجناس تعویضی	شرح سرویس و تعمیرات انجام یافته
		نیاز دارد	نیاز ندارد		
۱۰	تمیزکاری کلی روکش داخلی و خارجی منابع				
۱۱	بازرسی گرفتگی شیرآلات				
۱۲	بازرسی دیافراگم منابع دیافراگمی				
۱۳	بازرسی فشار منابع				

omoorepeyman.ir

بخش چهارم تاسیسات الکتریکی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱ــ فصل اول

ضوابط تحویل‌گیری، بهره برداری و نگهداری سیستم روشنایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱ـ ۱ ـمقدمه، تعاریف و اصطلاحات

مرجع ا صلی در این بخش ضابطه شماره ۱۱۰ سازمان برنامه و بودجه ک شور با عنوان "م شخ صات فنی عمومی و اجرایی تا سی سات برقی ساختمان" می‌با شد. مهمترین تعاریف، ا صطلاحات، نمادها و یکاهای مورد ا ستفاده در ضوابط طراحی روشنایی و مهندسی روشنایی، در این قسمت ارائه شده است.

۱ ـ ۱ـ ۱-تجهیزات الکتریکی

تجهیزات الکتریکی شامل وسایل، تجهیزات، لوازم، دستگاه ها و مصالحی هستند که برای تولید، انتقال، توزیع یا مصرف انرژی الکتریکی به کار می روند. مولدها، وسایل اندازه‌گیری، تجهیزات حفاظتی، لوازم سیم‌کشی و وسایل مصرف‌کننده انرژی الکتریکی نمونه هایی از این تجهیزات می‌باشند.

۱ ـ ۱ـ ۲-تاسیسات الکتریکی

تاسیسات الکتریکی، مجموعه‌ای است از تجهیزات الکتریکی به هم پیوسته برای انجام هدف یا اهداف معین که دارای مشخصات هماهنگ و مرتبط باشند.

۱ ـ ۱ـ ۳-مدار (مدار الکتریکی)

مدار الکتریکی به مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی در یک تا سیسات اطلاق می شود که از منبع واحدی تغذیه نموده و به کمک وسایل حفاظتی در برابر اضافه جریان‌ها حفاظت شده باشند.

۱ ـ ۱ـ ۴-هادی

هادی وسیله‌ای است جهت انتقال قدرت از منبع تولید به مصرف‌کننده. هادی شامل مفتول های نازک مسی (افشان) در سیم قابل انعطاف و شامل تک مفتول یا مفتول های منظم تابیده شده در سیم غیرقابل انعطاف است.

۱ ـ ۱ـ ۵-عایق

عایق‌ها جهت ممانعت از عبور جریان غیر از مسیر هادی‌ها به کار می‌روند و معمولاً از جنس پلیمر ساخته می‌شوند.

۱ ـ ۱ـ ۶-سیم (رشته)

شامل هادی است که توسط پوششی عایق احاطه شده است.

۱ ـ ۱ـ ۷-کابل

کابل، هادی های عایق شده هستند که توسط آنها قدرت الکتریکی به صورت جریان الکتریکی و تحت ولتاژ مصرف از منبع تغذیه به مصرف‌کننده منتقل می‌شود.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۱ـ ۸-ظرفیت الکتریکی کابل

توانایی کابل در انتقال انرژی الکتریکی، ظرفیت کابل نامیده می‌شود. ظرفیت کابل معمولاً بر حسب آمپر یا کیلووات بیان می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۹-توان مدار (وات)

کل توان مصرفی لامپ ها به علاوه راه اندازهای نصب شده در خط تغذیه، نشان دهنده توان مدار بوده و بر حسب وات بیان می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۱۰-ولتاژ اسمی

ولتاژ ا سمی سیم یا کابل ولتاژی ا ست که سیم یا کابل برای آن طراحی شده و آزمون های الکتریکی بر ا ساس آن انجام می‌شود. ولتاژ اسمی بر حسب ولت بیان می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۱۱-جریان مجاز

جریان مجاز، حداکثر جریانی ا ست که بطور مداوم در شرایطی تعیین شده، بدون این که دمای و ضعیت تعادل یک هادی از میزان معینی تجاوز نماید، می‌تواند از آن عبور کند.

۱ ـ ۱ـ ۱۲-اضافه جریان

به جریانی که بیش از جریان مجاز باشد، اضافه جریان گفته می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۱۳-جریان اضافه بار

اضافه جریانی است که در مداری برقرار می شود که از نظر الکتریکی آسیب ندیده باشد.

۱ ـ ۱ـ ۱۴-اضافه جریان اتصال کوتاه

ا ضافه جریانی ا ست که در اثر متصل شدن دو نقطه با ولتاژهای متفاوت در حالت کار عادی از طریق امپدانس بسیار پایین بوجود می‌آید.

۱ ـ ۱ـ ۱۵-نور (light)

نور، بخش مرئی طیف الکترومغناطیسی ا ست که برای چشم انسان قابل درک و در محدودهٔ طول موج بین ۳۸۰ تا ۷۸۰ نانومتر قرار گرفته است. این محدوده بین پرتو فروسرخ و فرابنفش قرار دارد.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۱ـ ۱۶-شار نوری (luminous flux) (لومن)

شار نوری عبارتست از توان تشعشعات الکترومغناطیسی قابل رویت از منبع نورانی. شار نوری برای بیان میزان نوردهی منبع نور بکار می رود. واحد آن لومن (Lm) و علامت اختصاری آن Ø می‌باشد.

شار نوری هر منبع روشنایی مانند لامپ، توسط سازندگان در راهنمای لامپ مشخص می‌شود.

یادآوری: یک وات نوری در ماکزیمم طول موج قابل حس توسط چشم (۵۵۵ نانومتر) برابر با ۶۸۳ لومن شار نوری است.

۱ ـ ۱ـ ۱۷-زاویه فضایی (استرادیان)

زاویه فضایی (□)، زاویه‌ای است که در هندسه سه بعدی مطرح است و برابر است با مساحت سطحی از کره نسبت به مجذور شعاع کره و واحد آن استرادیان (Sr) است. یک استرادیان برابر است با زاویه‌ای که سطح واحد را از مرکز کره با شعاع واحد رویت می‌کند. بنابراین سطح یک کره با زاویه 4π استرادیان دیده می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۱۸-شدت نور (luminous intensity) (I) (کاندلا)

میزان شار نوری منتشر شده در یک زاویه فضایی را شدت نور گویند. واحد آن کاندلا (Cd) است. یک کاندلا، یک لومن روشنایی است که در زاویه فضایی یک استرادیان پخش شده است.

۱ ـ ۱ـ ۱۹-شدت روشنایی (illuminance) (لوکس)

شدت روشنایی، میزان شار نوری است که بر واحد سطح می تابد. واحد آن لوکس (Lux) و علامت اختصاری آن E است. یک لوکس برابر یک لومن بر متر مربع است.

شدت روشنایی مورد نیاز برای هر فضای داخلی با توجه به نوع و ماهیت کاربری پیش بینی شده در فضا و یا دقت مورد نیاز برای آن کاربری، با مراجعه به جداول طبقه بندی میزان شدت نور مورد نیاز برای کاربری های مختلف در استانداردها تعیین می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۲۰-شدت روشنایی افقی

شدت روشنایی افقی، میزان شار نوری است که بر واحد سطح افقی می تابد و در تامین روشنایی سطوح افقی نظیر میز کار و سطح زمین اهمیت پیدا می‌کند. واحد آن لوکس و علامت اختصاری آن Eh است.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۱ـ ۲۱-شدت روشنایی عمودی

شدت روشنایی عمودی، میزان شار نوری است که بر واحد سطح عمودی می‌تابد و در تامین روشنایی سطوح عمودی نظیر تابلوهای نقاشی در موزه ها اهمیت پیدا می‌کند. واحد آن لوکس و علامت اختصاری آن Ev است.

۱ ـ ۱ـ ۲۲-نگهداشت شدت روشنایی (E_m) (maintained illuminance)

مقداری که از میانگین شدت روشنایی تعیین شده بر روی سطح نباید کمتر شود.

۱ ـ ۱ـ ۲۳-درخشندگی (Luminance)

اثر فیزیولوژیکی بازتابش شدت نوری که از واحد سطح یا از یک منبع نور بر چشم ناظر ایجاد می شود، به عبارت دیگر درخشندگی بیان کننده چگالی نور در سطح بازتابشی یا منبع نور است. درخشندگی برحسب کاندلا بر مترمربع سنجیده می شود و علامت اختصاری آن L است.

۱ ـ ۱ـ ۲۴-بهداشت حرفه ای

بهدا شت حرفه‌ای عبارت‌ست از مجموعه اقداماتی که به منظور حفاظت از سلامت مجموعه‌ای از انسانها در یک حرفه خاص انجام می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۲۵-رنگ دهی لامپ

شاخصی است که قابلیت لامپ در درخشان نشان دادن رنگ واقعی اجسام می‌باشد. رنگ دهی هر لامپ با توجه به فناوری تولید لامپ توسط سازنده تعیین شده و توسط آزمایشگاه های معتبر تایید می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۲۶-دمای رنگ نور هم بسته (CCT) (correlated color temperature)

دمای رنگ نور هم بسته از مقایسه و مطابقت دمای رنگ نور یک منبع نور با دمای رنگ نور مرجع در یک جسم سیاه استاندارد که دمای آن بالا برده شده، تعیین می شود.

یادآوری این نکته ضروری است که دمای رنگ نور هم بسته باید مستقل از مشخصه رنگ سطوح منعکس کننده تلقی شود.

عددی است که بیان کننده رنگ نور خروجی از منبع روشنایی بوده و بر حسب درجه کلوین بیان می‌شود. هر چه این عدد بیشتر باشد، رنگ نور به رنگ های سرد و سفید نزدیکتر است و هر چه این عدد کوچکتر باشد، رنگ به محدوده رنگ های گرم منتشر شده از منابع التهابی نزدیکتر است.

omoorepeyman.ir

وقتی گفته می شود دمای رنگ یک لامپ فلورسنت ۴۰۰۰ درجه کلوین است به این معنی است که اگر جسم سیاه را تا ۴۰۰۰ درجه کلوین گرم کنیم، نوری به رنگ لامپ فلور سنت منتشر می‌کند. دمای رنگ تولید شده توسط انواع لامپ های مورد استفاده در طراحی روشنایی فضاهای داخلی در (جدول ۱—۱) خلاصه شده است.

جدول ۱-۱ دمای رنگ تقریبی برخی از متداول ترین منابع نوری

ردیف	نوع منبع نور	دمای رنگ نور (K)
۱	لامپ التهابی / لامپ هالوژن	۲۷۰۰ تا ۳۲۰۰
۲	فلورسنت سفید گرم با پوشش داخلی هالوفسفات یا ترایبند	۲۸۰۰ تا ۳۰۰۰
۳	فلورسنت سفید سرد (صدفی) با پوشش داخلی هالوفسفات یا ترایبند	۴۰۰۰ تا ۴۵۰۰
۴	فلورسنت نور سفید (نور روز) با پوشش داخلی هالوفسفات یا ترایبند	۵۲۰۰ تا ۵۶۰۰
۵	بخار سدیم کم فشار	۱۸۰۰
۶	بخار سدیم پر فشار	۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰
۷	بخار جیوه پوشش داد شده	۳۴۰۰ تا ۴۲۰۰
۸	متال هالید	۳۰۰۰ تا ۵۶۰۰
۹	دیودهای منتشر کننده نور (LED)	۲۵۰۰ تا ۸۰۰۰

۱ ـ ۱ـ ۲۷-طیف بسامد نور

عبارتست از بازه‌ای از بسامد موج های الکترومغناطیسی که لامپ در آن بازه نور گسیل می‌کند.

۱ ـ ۱ـ ۲۸-بهره نوری (لومن بر وات)

نسبت شار نوری یک منبع نوری به توان مصرفی آن بهره نوری (η) نامیده شده و بر حسب لومن بر وات (lm/W) بیان می‌شود.

در منابع نوری فلورسنت، تخلیه الکتریکی در گاز و دیودهای نورانی باید به هنگام تعیین بهره نوری، توان بالاست، درایور و کاهش شار خروجی لامپ را به دلیل وجود بالاست یا درایور، در نظر گرفت.

جدول ۱-۲ بهره نوری و طول عمر نامی برخی از متداول ترین منابع نوری

ردیف	نوع منبع نور	طول عمر (ساعت)	بهره نوری (lm/W)
۱	لامپ رشته ای	۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰	۵ تا ۱۵
۲	لامپ هالوژن	۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰	۲۰ تا ۳۰
۳	فلورسنت	۷۵۰۰ تا ۲۰۰۰۰	۴۰ تا ۱۰۰
۴	فلورسنت فشرده	۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰	۴۵ تا ۹۰

omoorepeyman.ir

ردیف	نوع منبع نور	طول عمر (ساعت)	بهره نوری (lm/W)
۵	بخار سدیم کم فشار	۱۲۰۰۰ تا ۲۴۰۰۰	۱۱۰ تا ۲۰۰
۶	بخار سدیم پرفشار	۱۰۰۰۰ تا ۲۲۰۰۰	۴۰ تا ۱۴۰
۷	متال هالید	۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰	۷۰ تا ۱۴۰
۸	دیودهای منتشر کننده نور (LED)	حدود ۵۰۰۰۰	تا ۱۲۰ و بیشتر

یادآوری ۱- اعداد طول عمر به صورت تجربی، وابسته به تجهیزات راهاندازی و تعداد کلیدزنی است.

یادواری ۲- طول عمر ۵۰۰۰۰ ساعت مربوط به چیپ LED است و ممکن است درایو آن طول عمر کم تری داشته باشد.

۱ ـ ۱ـ ۲۹-بهره الکتریکی (η_e)

بهره الکتریکی لامپ به صورت نسبت توان نوری خروجی بر حسب وات به توان ورودی الکتریکی آن بر حسب وات تعریف می‌شود. این عدد به صورت درصد و یا عددی بین ۰ تا ۱ بیان می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۳۰-لامپ کم مصرف (پر بازده)

بر اساس تعریف، لامپ با بازده نوری بیش از ۵۵ لومن بر وات را لامپ کم مصرف می‌نامیم.

۱ ـ ۱ـ ۳۱-برچسب انرژی

برچسب انرژی، شاخصی است به منظور مشخص کردن کیفیت تجهیزات مصرف کننده انرژی از نظر بهره‌وری در مصرف انرژی. برچسب انرژی توسط مقامات ذیصلاح به منظور نصب بر روی کلیه تولیدات صنعتی نصب می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۳۲-لامپ رشته ای

لامپ رشته ای از فلزی با مقاومت بالا مانند تنگستن که بصورت مارپیچ درون حبابی که از گاز خنثی پر شده است تشکیل شده‌است.

۱ ـ ۱ـ ۳۳-لامپ تخلیه

عملکرد لامپ‌های تخلیه بر اساس تحریک اتم های گاز توسط عبور الکترونهای پرانرژی از داخل گاز است که در اثر برخورد با اتم‌های خنثای گاز سبب تحریک آنها می‌شود.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۱ـ ۳۴-شاخص نمود رنگ (CRI: color rendering index)

این شـــاخص تعیین کننده این اســـت که رنگ واقعی یک جســـم تا چه اندازه به رنگ آن در زیر نور یک منبع مرجع نزدیک ا ست. برای نمایش شاخص نمود رنگ از شاخص Ri یا CRI ا ستفاده شده و حداکثر مقدار آن برابر ۱۰۰ ا ست. مقدار Ri هرچه بالاتر باشد نمود رنگ جسم واقعی تر است.

در حقیقت این عدد میزان انطباق رنگ دیده شده، زیر نور تولید شده تو سط یک منبع نور را در مقایسه با منبع نور مرجع بیان می کند. چون این عدد میانگین ۸ رنگ ا ست، می تواند در مواردی خطا دا شته با شد. به عنوان مثال در منبع نوری CRI برابر با ۸۰ ا ست ولی اجسام به رنگ سفید یا قرمز (که در ۸ رنگ اول قرار ندارند) اختلاف زیادی با رنگ مبنا داشته در نتیجه این رنگ ها جلوه کم تری نسبت به رنگ واقعی خواهند داشت.

پیشـــنهاد تغییرات فنی در تعریف ضـــریب نمود رنگ توســـط IES داده شـــده به طوری که بجای ۸ رنگ، میانگین ۹۹ رنگ سنجیده شده و شاخص هایی مانند عمق و میزان ا شباع رنگ (Color Saturation) نیز درنظر گرفته می شودکه با TM30-15 معرفی شده است.

بهترین و طبیعی ترین حالت دید برای ب شر در زیر نور خور شید ا ست. از این رو بهترین منابع نوری از لحاظ ب صری، منابعی هستند که شبیه ترین طیف نور را به طیف نور طبیعی خور شید دا شته با شند. در همین را ستا، برای ن شان دادن کیفیت یک منبع نور از در صدی به نام شاخص نمود رنگ ا ستفاده می‌کنند که بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر ا ست و مقدار آن با کیفیت تولید نور سفید متناسب است. در (جدول ۱ـــ۳) این محدوده شرح داده شده است. همچنین شاخص نمود رنگ برای لامپ های مورد استفاده در طراحی روشنایی فضاهای داخلی در (جدول ۱ـــ۴) آمده است.

جدول ۱ـــ۳ محدوده شاخص نمود رنگ

شاخص CRI	شرح
۹۰-۱۰۰	نمودار رنگ عالی- مناسب برای نمایشگاه ها وفضاهای پزشکی
۸۰-۸۹	نمود رنگ خیلی خوب-مناسب فضاهای مسکونی، اداری، آموزشی و هتل ها
۶۰-۷۹	نمود رنگ خوب- مناسب فضاهای اداری، آموزشی و صنعتی
۴۰-۵۹	نمود رنگ قابل قبول- مناسب برای فضاهای صنعتی و ورزشی
۰-۴۰	نمود رنگ ضعیف

جدول ۱ـــ۴ شاخص نمود رنگ تقریبی برای برخی از متداول ترین منابع نوری

ردیف	نوع منبع نور	شاخص نمود رنگ (CRI)
۱	لامپ التهابی / لامپ هالوژن	۹۹
۲	فلورسنت هالوفسفات	بیش از ۶۰
۳	فلورسنت تراببند	بیش از ۸۰
۴	فلورسنت فشرده	بیش از ۸۰
۵	بخار سدیم کم فشار	۱۵

omoorepeyman.ir

۶	بخار سدیم پرفشار (سفید)	۲۵
۷	بخار جیوه	۴۰ تا ۵۰
۸	متال هالید	۸۰ تا ۹۰
۹	دیودهای منتشر کننده نور (LED)	بالای ۹۰

۱ ـ ۱ـ ۳۵-چراغ

وسیله ای که نور ساطع از یک یا چند لامپ روشنایی را توزیع، تبدیل یا فیلتر می‌کند و دارای تمامی قطعات لازم برای نصب، نگهداری و حفاظت لامپ ها بوده و در موارد لازم مجهز به اجزای کمکی مدار همراه با وسایل اتصال به منبع نیرو بوده و در داخل یک قاب قرار گرفته، چراغ گفته می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۳۶-چراغ معمولی

چراغی ا ست که دارای حفاظت در مقابل تماس ت صادفی با بخش های برق دار بوده ولی فاقد هر گونه حفاظت خاص در برابر گرد و غبار و رطوبت می‌باشد.

۱ ـ ۱ـ ۳۷-چراغ عمومی (General Purpose)

چراغی که برای منظور خاصی طراحی نشده باشد مانند چراغهای آویز، برخی نورافکن‌های همگرا (spot) و بعضی چراغهای ثابت روکار یا توکار. نمونه چراغهای مخصوص که برای کاربردهای ویژه به کار می‌روند عبارتند از چراغهای مترو، چراغهای صنعتی، چراغهای عکس‌برداری و چراغهای استخر.

۱ ـ ۱ـ ۳۸-چراغ ثابت

چراغی که به سهولت قابل جابجایی نباشد، یا نحوه نصب به گونه‌ای باشد که چراغ به کمک یک ابزار برداشته شود و یا محل نصب آن خارج از دسترسی آسان باشد.

۱ ـ ۱ـ ۳۹-چراغ قابل حمل

چراغی که در شرایط عادی بهره‌برداری و هنگام اتصال به برق قابل جابجایی باشد.

۱ ـ ۱ـ ۴۰-چراغ توکار

چراغی که بخشی یا تمامی آن برای نصب توکار ساخته شده باشد.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۱ـ ۴۱-اجزاء برق دار

اجزاء هادی چراغ که می توانند در شرایط عادی بهره‌برداری سبب شوک الکتریکی شوند. هادی خنثی به عنوان اجزاء برق دار محسوب می شود.

۱ ـ ۱ـ ۴۲-عایق بندی پایه (basic insulation)

عایق‌بندی که به منظور حفاظت در برابر خطر برق گرفتگی به اجزاء برق دار اعمال می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۴۳-عایق بندی تکمیلی(supplementary insulation)

عایق‌بندی م ستقلی ا ست که علاوه بر عایق‌بندی پایه به منظور تامین حفاظت در برابر خطر برق گرفتگی در صورت بروز نقص در عایق‌بندی اساسی پیش‌بینی شده باشد.

۱ ـ ۱ـ ۴۴-عایق بندی مضاعف (دوبل) (double insulation)

عایق‌بندی است که متشکل از عایق‌بندی اساسی و تکمیلی باشد.

۱ ـ ۱ـ ۴۵-عایق بندی تقویت شده (reinforced insulation)

یک سیستم عایق‌بندی واحد که به اجزاء برق دار اعمال شده و همان درجه حفاظت عایق‌بندی مضاعف را در برابر خطر برق‌گرفتگی ایجاد می‌کند.

۱ ـ ۱ـ ۴۶-ولتاژ خیلی ضعیف ایمنی (Safety Extra Low Voltage, SELV)

ولتاژ موثری ا ست که از ۵۰ ولت متناوب بین هادی ها یا بین هر هادی و زمین، در مداری که از شبکه ا صلی برق با وسیله ای مانند ترانسفورماتور جدا کننده ایمنی یا یک کنورتر با سیم پیچ های مجزا، جدا شده باشد، تجاوز نکند.

۱ ـ ۱ـ ۴۷-بالاست (Ballast)

و سیله ای ا ست که بین منبع تغذیه و یک یا چند لامپ تخلیه قرار داده شده و به صورت اندوکتانس، کاپا سیتانس یا مقاومت، به تنهایی یا ترکیبی از آنها، جریان لامپها را محدود کرده و در حد مورد نظر تنظیم می‌کند. از این وسیله نیز می‌توان به عنوان تبدیل ولتاژ منبع تغذیه، تامین ولتاژ راه اندازی و جریان پیش گرم‌کننده، جلوگیری از راه اندازی سرد، اصلاح ضریب توان و حذف تداخل رادیویی استفاده کرد.

در لامپ های فلور سنت با توجه به نیاز لامپ به راه اندازی، از مدارهای بالا ست ا ستفاده می شود. بالا ست لامپ ها در دو نوع مغناطی سی و الکترونیکی و با ساختارهای متفاوت عر ضه می شوند. بالا ست مغناطی سی از دو جزء چک (سلف

omoorepeyman.ir

مغناطیسی) و استارتر تشکیل شده‌اند. تولید ولتاژ بالای راه اندازی، محدود کردن جریان، فیلترینگ جریان تغذیه از پالس های سوزنی از وظایف بالا ست مغناطیسی ا ست. در مقابل بالا ست الکترونیکی فاقد چک و ا ستارتر بوده و ا ساس کار آن یکسوسازها و مبدل‌های فرکانس بالا می‌باشد.

۱ ــ ۱ــ ۴۸-راه انداز (Starter)

و سیله‌ای ا ست که معمولاً در لامپ های فلور سنت، سبب پیش گرم شدن ضروری الکترودها شده و در ترکیب با امپدانس سری بالاست، افزایش سریعی در ولتاژ اعمالی به لامپ را به وجود می‌آورد.

۱ ــ ۱ــ ۴۹-ایگنیتور (Ignitor)

و سیله‌ای ا ست که به تنهایی و یا همراه با تجهیزات دیگر، به منظور ایجاد پالس ولتاژ برای راه‌اندازی لامپ‌های تخلیه ای که فاقد پیش گرم شدن الکترودها می‌باشند، استفاده می‌شود.

۱ ــ ۱ــ ۵۰-لامپ بالاست سر خود

و سیله‌ای ا ست که جدا کردن اجزاء آن بدون صدمه زدن دایمی به آن، امکان پذیر نی ست. این لامپ شامل کلاهک، منبع نور و اجزاء اضافی لازم برای راه اندازی و عملکرد پایدار منبع نور می‌باشد.

۱ ــ ۱ــ ۵۱-لامپ بخار سدیم فشار کم

لامپ تخلیه‌ای ا ست که در آن، ت شع شع حا صل از بخار سدیم در ف شار ن سبی ۱ تا ۱,۵ پا سکال، سبب تولید نور می‌شود.

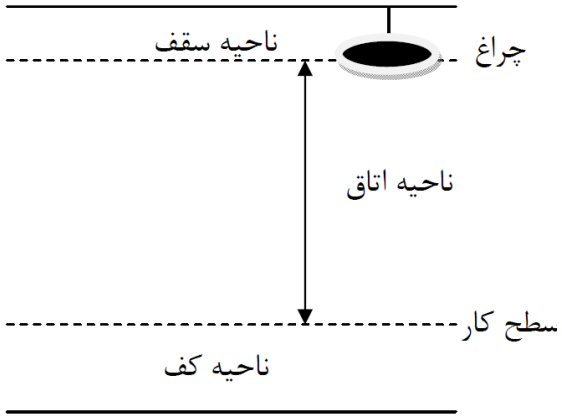
۱ ــ ۱ــ ۵۲-نورافکن

لامپی است که در آن نور بر روی صفحه یا جسم مورد نظر به نحوی متمرکز می‌شود که شدت روشنایی خیلی بیشتر از شدت رو شنایی محیط اطراف می‌با شد. نور افکن ها به دو صورت واگرا (Floodlights) و همگرا (Spotlights) تولید و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱ ــ ۱ــ ۵۳-ارتفاع موثر نصب چراغ (ناحیه اتاق)

عبارت‌ست از فا صله قائم چراغ های سیستم رو شنایی تا بالای سطح کار. در محا سبه ارتفاع موثر ن صب چراغ، مقادیر ارتفاع طبقه، فاصله سقف کاذب از سقف طبقه و ارتفاع سطح کار از کف طبقه باید مورد توجه قرار گیرد. این پارامترها در شکل ۱ــــ۱) نشان داده شده‌اند.

omoorepeyman.ir



شکل۱ـ۱ ارتفاع موثر نصب چراغ

۱ ـ ۱ـ ۵۴-ضریب انعکاس (ρ) (reflectance factor)

نسبت نور بازتابیده شده از سطح به نوری است که به آن تابیده می شود. ضریب انعکاس برای سطوح مختلف سقف، دیوار و کف بصورت درصد و یا عددی بین ۰ تا ۱ بیان می‌شود. سطوح با رنگ های روشن، دارای ضریب انعکاس بالاتر و سطوح با رنگ های تیره دارای ضریب انعکاس کم تری هستند.

۱ ـ ۱ـ ۵۵-ضریب خیرگی (GI : Glare Index)

درخشندگی بیش از حد یک سطح، سبب ایجاد ناراحتی برای چشم و کاهش میزان بینایی یا حتی اختلال در بینایی می شود.

خیرگی مستقیم بر اثر تابش نور شدید چراغ ها و منابع نوری یا پنجره ها یا روزنه های نوری (نورگیر) موجود در فضا ایجاد می شود و خیرگی غیرمستقیم حاصل انعکاس نور در سطوح دارای ضریب انعکاس بالا (براق یا روشن) است. درخشندگی وابسته به موارد زیر است:

- درخشندگی و اندازه سطح درخشان چراغ ها و منابع نوری در میدان دید؛
- جهت گیری نامناسب آن ها؛
- میزان درخشندگی محیط اطراف.

میزان خیرگی بر اساس مقدار درخشندگی حاصل از منابع روشنایی در فضا را نشان می‌دهد. هر چه مقدار GI کمتر باشد خیرگی کمتر است. این عدد معمولاً در بازه ۱۰ تا ۳۰ است. استاندارد DIN EN 12464-1 مقدار مرجع ضریب

omoorepeyman.ir

خیرگی را برای یک اتاق ا ستاندارد تعریف کرده ا ست. مقدار ضریب خیرگی در هر نقطه از ف ضا به درخ شندگی زمینه و منبع رو شنایی، موقعیت ناظر ن سبت به منبع رو شنایی و ابعاد ف ضا ب ستگی دارد و معمولاً تو سط نرم افزارهای طراحی روشنایی در هر نقطه محاسبه می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۵۶-خیرگی آزاردهنده ناشی از بازتابنده چراغ ها (discomfort glare from electric light)

تمام چراغ ها دارای ضریب خیرگی است که آن را با R_{UGL} (Unified Glare Rating) نمایش می دهد.

انتخاب چراغ مناسب برای طرح روشنایی در یک فضا بر اساس ضریب خیرگی آزاردهنده مستقیم ناشی از چراغ R_{UGL} روش تعیین شـده در جداول CIE117:1995 و CIE190:2010 اسـت که اعداد ۱۶، ۱۹، ۲۲، ۲۵ و ۲۸ نتیجه این جدول است. به طوریکه کوچکترین عدد کمترین آزاردهندگی را داشته و بیشترین عدد بالاترین مقدار آزاردهندگی را دارد.

باید توجه داشت ضریب R_{UGL} برای حالت های زیر در نظر گرفته نمی شود:

- چراغ برای نورپردازی دیوار (Wall Washing)
- چراغ برای نورپردازی به روش غیرمستقیم
- چراغ برای نورپردازی به روش نامتقارن
- چراغ برای نورپردازی به روش نقطه ای قابل تنظیم
- سطوح درخشنده خیلی بزرگ یا خیلی کوچک

یادآوری- در تأمین روشنایی کاربری اداری توجه به ضریب R_{UGL} چراغ الزامی است.

۱ ـ ۱ـ ۵۷-کنتراست (contrast)

ارزیابی تفاوت ظاهری دو یا چند قسمت از یک سوژه در میدان دید که به طور همزمان یا پی در پی مشاهده می شود (به عنوان مثال: کنتراست روشنایی، کنتراست رنگ، کنتراست همزمان، کنتراست پی در پی و غیره).

۱ ـ ۱ـ ۵۸-یکنواختی (uniformity)

یکنواختی شـدت روشـنایی یا درخشـندگی، یک مشـخصـه کیفی اسـت که به یکنواختی کلی، یکنواختی حداقل به حداکثر و یکنواختی طولی تقسیم می شود.

۱ ـ ۱ـ ۵۹-یکنواختی کلی (U_0) (overall uniformity)

یکنواختی کلی به صورت نسبت حداقل شدت روشنایی یا درخشندگی به شدت روشنایی یا درخشندگی متوسط در مستطیل و سطوح محاسباتی بیان می شود.

omoorepeyman.ir

بدیهی است مقدار بزرگ تر U_0 بیانگر یکنواختی بیش تر است که سبب آرامش در آن فضا است.

۱ ـ ۱ـ ۶۰-یکنواختی حداقل به حداکثر یا حداکثر به حداقل (diversity)

اختلاف یکنواختی در دورترین نقطه از چشم ناظر

یکنواختی حداقل به حداکثر به صورت نسبت حداقل شدت رو شنایی یا درخشندگی به حداکثر شدت رو شنایی یا درخشندگی در مستطیل و سطوح محاسباتی بیان می شود.

یادآوری- در برخی از استانداردها این نسبت به صورت نسبت حداکثر به حداقل گفته شده که نتیجه یکسانی دارد.

۱ ـ ۱ـ ۶۱-یکنواختی طولی (U_L) (longitudinal uniformity)

یکنواختی طولی به صورت نسبت حداقل شدت روشنایی یا درخشندگی به حداکثر شدت روشنایی یا درخشندگی در یک خط طولی مقابل ناظر بیان می شود.

مقدار یکنواختی طولی در چهار تراز ۰٫۴، ۰٫۵، ۰٫۶ و ۰٫۷ طبقه بندی می شود، بدیهی است مقدار بزرگ تر UL بیانگر یکنواختی طولی بیش تر است.

۱ ـ ۱ـ ۶۲-سوسو زدن (فلیکر) و اثرات استروبوسکوپیک (flicker and stroboscopic effects)

تغییرات سریع شارنوری منبع نور، سوسو زدن یا فلیکر نام دارد که ممکن است توسط چشم انسان قابل درک نباشد و باعث خستگی چشم و خطای دید شده یا باعث اثرات منفی فیزیولوژیکی مانند سردرد شود.

هم زمان شدن فرکانس تابش نور با فرکانس چرخش و حرکت هر جسم گردان که ثابت دیده شدن جسم را به دنبال داشته باشد، اثر استروبوسکوپیک نامیده می شود. اگر لامپ های فلورسنت یا سایر لامپ های تخلیه در گاز با بالاست مغناطیسی، که نوری با فرکانس حدود ۱۰۰ هرتز از خود منتشر می کند، در مکان های حساس و محیط های کاری دقیق که دارای تجهیزات متحرک گردان است، به کار رود ممکن است باعث ایجاد اثر استروبوسکوپیک شود و ناظر، اجسام در حالت چرخش را ثابت ببیند. این امر ممکن است باعث ایجاد خطراتی برای فرد شود. از بالاست های الکترونیکی برای حذف این اثر استفاده می شود.

یادآوری- در سیستم سه فاز در صورت استفاده از چراغ های مجهز به بالاست مغناطیسی، برای جلوگیری از اثر استروبوسکوپیک، چیدمان فازهای تغذیه چراغ باید به گونه ای باشد که دو چراغ با فاز هم نام در کنار هم نباشد.

هر گاه دو پدیده با دو فرکانس مختلف f_1 , f_2 در مقابل چشم قرار گیرند، حاصل آن روی چشم دارای یک فرکانس ظاهری با مقدار $f=f_1f_2$ خواهد بود. بعنوان نمونه اگر یک چرخ الکتریکی با فرکانس $f_1=80$ Hz در زیر یک منبع نور که با فرکانس برق شهر $f_2=50$ Hz تغذیه می شود قرار گیرد، این چرخ توسط چشم با یک فرکانس ظاهری $f=f_1f_2=30$ Hz دیده خواهد شد. این پدیده در فضاهای صنعتی که تعداد زیادی تجهیزات چرخان در آن حرکت می‌کنند می تواند مشکل‌زا باشد.

omoorepeyman.ir

طراحان سیستم روشنایی باید با در نظر گرفتن تمهیداتی در نحوه برقرسانی به منابع روشنایی از بروز این پدیده در فضاهای صنعتی جلوگیری نمایند.

۱ ـ ۱ـ ۶۳-مسیر تغذیه الکتریکی

مسیر عبور انرژی الکتریکی از منبع انرژی تا نقاط نهایی مصرف، مسیر تغذیه الکتریکی نامیده می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۶۴-مدار تغذیه روشنایی

مجموعه‌ای از تجهیزات الکتریکی که به منظور انتقال انرژی الکتریکی از منبع انرژی به نقاط منابع روشنایی بکار می‌روند، مدار تغذیه روشنایی نامیده می‌شوند.

۱ ـ ۱ـ ۶۵-افت ولتاژ

کاهش ولتاژ در طول یک مدار تغذیه در اثر مقاومت اهمی و راکتانس سلفی تجهیزات را افت ولتاژ گویند. افت ولتاژ معمولاً بر حسب درصد بیان می شود. طراح باید انتخاب تجهیزات را طوری انجام دهد که میزان افت ولتاژ در محدوده مشخصی که توسط استاندارد تعیین می شود کنترل شود.

۱ ـ ۱ـ ۶۶-پایایی، قابلیت اطمینان (Reliability)

میزان اطمینان از تغذیه صحیح و زمان در دسترس بودن سیستم تغذیه اصطلاحاً پایایی یا قابلیت اطمینان نامیده می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۶۷-ضریب توان

نسبت مقدار توان اکتیو عبوری از یک مدار به توان ظاهری آن ضریب توان گفته می‌شود.

ضریب توان در حالت ایده آل برابر ۱ است یعنی حالتی که عبور توان راکتیو وجود ندارد. میزان ضریب توان بین ۰,۹ تا ۱ عددی مطلوب در مدارهای روشنایی به‌حساب می‌آید.

۱ ـ ۱ـ ۶۸-کیفیت توان (Power Quality)

انرژی الکتریکی دریافتی توسط تجهیزات مصرف کننده باید از نظر شکل موج در حالت ایده آل، شبیه موج سینوسی با فرکانس ۵۰ هرتز باشد. هر گونه تغییر شکل از حالت ایده آل با شاخص های کیفیت توان سنجیده و نتایج آن ارائه

omoorepeyman.ir

می‌شـود. هارمونیک ها، فلیکر، کاهش یا افزایش ولتاژهای دائمی و گذرا از مهمترین پدیده های مورد بررسـی در کیفیت توان هستند.

با گسترش استفاده از لامپ های فلورسنت و راه‌اندازهای مختلف این لامپ‌ها در منابع روشنایی، بدلیل ماهیت فناوری این لامپ‌ها اختلالات کیفیت توان مدارهای روشـنایی داخلی بخصـوص از نظر هارمونیک‌های مرتبه ۳، ۵ و ۷ افزایش چشمگیری نسبت به گذشته داشته است. طراحان سیستم تغذیه روشنایی می‌بایست در صورت لزوم تمهیدات لازم جهت جبران سازی این اختلالات را پیش‌بینی کنند.

۱ ـ ۱ـ ۶۹-وسیله قطع و وصل

وسیله قطع و وصل، وسیله‌ای است که به منظور قطع یا وصل جریان الکتریکی در یک مدار بکار می‌رود.

۱ ـ ۱ـ ۷۰-وسایل کنترل

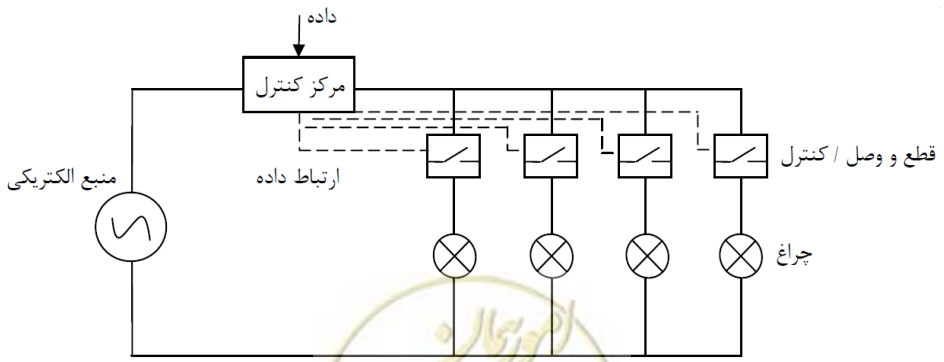
وسایل کنترل، اصطلاحی است عمومی که شامل وسایل قطع و وصل یا ترکیب آنها با تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری و حفاظت بوده که در اصل برای کنترل انرژی الکتریکی مربوط به تجهیزات مصرف کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱ ـ ۱ـ ۷۱-وسایل قطع و وصل و کنترل

وسایل قطع و وصل و کنترل، تجهیزاتی هستند که برای وصل به یک مدار الکتریکی با اهداف زیر پیش‌بینی می‌شوند :

- حفاظت
- کنترل
- جدا کردن
- انجام عملیات قطع و وصل

یادآوری : وسایل مربوط به اتصال تجهیزات از قبیل ترمینالها، بستها و نظایر آنها جزء ملحقات وسایل قطع و وصل و کنترل به‌حساب می آیند. نمایی از قرار گرفتن تجهیزات قطع و وصل و کنترل در دیاگرام شکل ۱ـــ۲) ارائه شده است.



شکل ۱ـ۲ نمایی از قرار گرفتن تجهیزات قطع و وصل و کنترل

omoorepeyman.ir

وجود یا عدم وجود هر یک از این بخش‌ها (مرکز کنترل، داده، ارتباط داده، تجهیز قطع و و صل/ کنترل) در سیستم روشنایی در مراحل طراحی تعیین می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۷۲-کنترل قطع و وصل دستی

کنترل یک عملیات قطع و وصل با مداخله نیروی انسانی است.

۱ ـ ۱ـ ۷۳-کنترل قطع و وصل از راه دور

کنترل یک عملیات است از نقطه ای که نسبت به وسیله قطع و وصل در فاصله ای دور قرار دارد.

۱ ـ ۱ـ ۷۴-تجهیزات کاهش دهنده نور (Dimmer)

تجهیزات کاهش دهنده نور شامل انواع تجهیزاتی است که با تغییر در شاخص های تغذیه لامپ های روشنایی (مانند ولتاژ) به لامپ قابلیت کنترل بخشیده و امکان اضافه یا کم کردن لومن روشنایی لامپ را به کاربر می‌دهند.

۱ ـ ۱ـ ۷۵-حسگرهای روشنایی

حسگرهای روشنایی تجهیزاتی هستند که برای تشخیص شدت روشنایی محیط در فضا نصب شده و متناسب با شدت نور دریافتی علائمی را صادر می‌کنند. وجود یا عدم وجود و نوع حسگر روشنایی مورد استفاده در سیستم فرمان و کنترل زمان عملکرد روشنایی در مراحل طراحی مشخص می‌شود.

۱ ـ ۱ـ ۷۶-درجه آلودگی (در مورد شرایط محیطی)

عددی قراردادی است که بر اساس مقدار گرد و غبار رسانا یا جاذب رطوبت، گاز یونیزه شده یا نمک و رطوبت نسبی و فراوانی وقوع آن تعیین می‌شود و در نتیجه آن جذب رطوبت یا تجمع قطرات پیش می‌آید و منجر به کاهش استقامت دی الکتریک/مقاومت ویژه سطحی می‌شود.

۱ـ ۲ ـاستاندارد ها، نشریات و مراجع

چراغ های روشنایی که در تاسیسات برقی مترو به کار می‌روند باید برابر جدیدترین اصلاحیه استانداردهای موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و یا یکی از استانداردهای شناخته شده و معتبر جهانی مانند کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC : International Electrotechnical Commission) به شرح زیر طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد :

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۲ـ ۱-استاندارد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۸۳ : طبقه بندی و علائم مشخصه حباب لامپ های روشنایی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۲۷۶ : سیستم بین المللی کدگذاری لامپ
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۸۲۵۳ : کلاهک لامپ ها، نگهدارنده ها و شاخص های کنترل تعویض پذیری و ایمنی آن ها.
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۱۰ : سرپیچ لامپ های فلورسنت لوله ای و نگه دارنده راه‌اندازها
- استاندارد ملی ایران به شماره ۶۸۷ : لامپ های فلورسنت لوله‌ای برای مصارف روشنایی عمومی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲۱۱ : لامپ های فلورسنت تک کلاهک - ویژگی های عملکردی
- ا ستاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۴۸۷۸ : تعیین رتبه کیفی لامپ ها و چراغ های LED - ق سمت ۱: الزامات عمومی و آزمون ها
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲-۱۴۸۷۸ : تعیین رتبه کیفی لامپ ها و چراغ های LED - قسمت ۲: الزامات ویژه - بخش ۱: لامپ های LED با کلاهک GU5.3، GU10، E14 و E27.
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۲-۱۴۸۷۸ : تعیین رتبه کیفی لامپ ها و چراغ های LED - قسمت ۲: الزامات ویژه - بخش ۲: لامپ های LED لوله ای با کلاهک G5 و G13.
- استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۲-۱۴۸۷۸ : تعیین رتبه کیفی لامپ ها و چراغ های LED - قسمت ۲: الزامات ویژه - بخش ۳: چراغ های LED خیابانی.
- استاندارد ملی ایران به شماره ۴-۲-۱۴۸۷۸ : تعیین رتبه کیفی لامپ ها و چراغ های LED - قسمت ۲: الزامات ویژه - بخش ۴: نورافکن LED.
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۷۰۰ : بالاست لامپ های فلورسنت دو کلاهکی - مقررات عملکردی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۷۶۴۴ : لوازم کنترل لامپ - قسمت اول: الزامات عمومی و ایمنی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳-۲-۷۶۴۴ : لوازم کنترل لامپ - قسمت ۲-۱۳: الزامات ویژه برای لوازم کنترل الکترونیکی با تغذیه (a.c.) یا (d.c.) برای مدول های LED.
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۵۶۰ : راه اندازهای تخلیه روشن لامپ های فلورسنت
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۶۸ : درجات حفاظت تامین شده به وسیله محفظه‌ها (کد IP)
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۵۹۲۰ : چراغ ها - قسمت ۱ : الزامات عمومی و آزمون ها
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲-۵۹۲۰ : چراغ ها - قسمت ۲: مقررات ویژه - بخش ۱: چراغ های نصب ثابت برای استفاده عمومی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۲-۵۹۲۰ : چراغ ها - قسمت ۲-۲: مقررات ویژه چراغ های توکار
- استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۲-۵۹۲۰ : چراغ ها - قسمت ۲-۳: چراغ های خیابانی و جاده أی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۴-۲-۵۹۲۰ : چراغ ها - قسمت ۲-۴: چراغ های سیار برای مصارف عمومی

omoorepeyman.ir

- استاندارد ملی ایران به شماره ۵-۲-۵۹۲۰ : چراغ ها - قسمت ۲-۵: نورافکن ها
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳-۲-۵۹۲۰ : چراغ ها - قسمت ۲-۱۳: چراغ های دفنی
- استاندارد ملی ایران به شماره A1-۵۹۲۰-۲-۱۳ : چراغ ها - قسمت ۲-۱۳: چراغ های دفنی-اصلاحیه شماره یک
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۸-۲-۵۹۲۰ : چراغ ها - قسمت ۲-۱۸: چراغ های ویژه استخرهای شنا و مصارف مشابه
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲۰-۲-۵۹۲۰ : چراغ ها - قسمت ۲-۲۰: ریسه های روشنایی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱-۲-۵۹۲۰ : چراغ ها - قسمت ۲-۲۱: ریسه های نوری شلنگی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲۲-۲-۵۹۲۰ : چراغ ها - قسمت ۲-۲۲: چراغ های روشنایی اضطراری
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۴۶۳ : نورپردازی اضطراری
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۹۹۵۶ : نمادهای نگاشتاری - رنگ های ایمنی و علائم ایمنی - قسمت ۱: اصول طراحی علائم ایمنی و نشانه گذاری ایمنی
- استاندارد ملی ایران به شماره INSO-ISO-7010 : نمادهای نگاره ای رنگ های ایمنی و علائم ایمنی- علائم ایمنی ثبت شده
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۴۳۴ : لامپ های LED بالاست سرخود برای مصارف روشنایی عمومی بیش از 50V - الزامات ایمنی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۰۸۷۳ : عملکرد چراغ - قسمت ۱: الزامات عمومی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲-۲۰۸۷۳ : عملکرد چراغ - قسمت ۲-۱: الزامات ویژه برای چراغ های LED
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۰۷۵ : لوازم کنترل الکترونیکی با تغذیه AC یا DC برای مدول های LED - الزامات عملکردی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۷۲۱ : مدول های LED با کاربری روشنایی عمومی - ویژگی های ایمنی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲۱۰۰۶ : مدول های LED با کاربری روشنایی عمومی - الزامات عملکردی
- استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۳-۷۲۶۰ : سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) - محدوده ها - محدوده هارمونیک های گسیلی جریان
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۵۷۵ : آندی کردن آلومینیم و آلیاژهای آن- اندازه‌گیری ضخامت پوشش های اکسایش آندی- اندازه‌گیری غیرمخرب با استفاده از میکروسکوپ باریکه جدا شده
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۱۱۹۳ : سیستم های حمل و نقل ریلی برون شهری و حومه - ایمنی، قسمت ۱: الزامات ایمنی در مراحل طراحی ایستگاه ها، تونل ها و بهره برداری از آن ها

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۲ـ ۲-استانداردهای کمیسون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)

۱ـ ۲ ـ ۲ـ ۱ـچراغ ها

- IEC 60598-1 : چراغ ها، بخش ۱، الزامات عمومی و آزمون
- IEC 60598-2-1 : چراغ ها، بخش ۲، الزامات خاص، چراغ های عمومی (کاربرد عام) نصب ثابت
- IEC 60598-2-2 : چراغ ها، بخش ۲، الزامات خاص، چراغ های توکار
- IEC 60598-2-3 : چراغ ها، بخش ۲، الزامات خاص، چراغ های روشنایی خیابان‌ها و جاده‌ها
- IEC 60598-2-5 : چراغ ها، بخش ۲، الزامات خاص، چراغ های نورافکن واگرا (Floodlights)
- IEC 60598-2-13 : الزامات خاص - چراغ های فرورفته زمینی
- IEC 60598-2-21 : الزامات خاص - چراغ های شلنگ نوری.
- IEC 60598-2-22 : چراغ ها، بخش ۲، الزامات خاص، چراغ های روشنایی اضطراری
- IEC 62031 : استفاده از LED برای روشنایی عمومی - مشخصات ایمنی
- IEC 62504 : استفاده از LED برای روشنایی عمومی - محصولات و تجهیزات مربوطه
- IEC 62717 : استفاده از LED برای روشنایی عمومی - الزامات اجرایی
- IEC 60079 : فضاهای مستعد انفجار

۱ـ ۲ ـ ۲ـ ۲ـلامپ ها و تجهیزات جانبی چراغ ها

- IEC 60081 : لامپ های فلورسنت (با دو کلاهک)، مشخصات عملکرد
- IEC 60155 : راه اندازهای (glow) برای لامپ های فلورسنت
- IEC 60192 : لامپ های بخار سدیم کم فشار، مشخصات عملکرد
- IEC 60400 : سرپیچ لامپ های فلورسنت لوله‌ای و نگهدارنده راه‌اندازها
- IEC 60662 : لامپ های بخار سدیم با فشار زیاد
- IEC 60901 : لامپ های فلورسنت (با یک کلاهک)، مشخصات عملکرد
- IEC 60921 : بالاست برای لامپ های فلورسنت لوله‌ای، الزامات عملکرد
- IEC 60923 : بالاست برای لامپ های تخلیه، الزامات عملکرد
- IEC 60927 : راه‌اندازها، الزامات عملکرد
- IEC 60968 : لامپ های بالاست سر خود برای مصارف روشنایی عمومی، الزامات ایمنی
- IEC 60969 : لامپ های بالاست سر خود برای مصارف روشنایی عمومی، الزامات عملکرد
- IEC 61048 : خازن ها برای اســـتفاده در مدارهای لامپ های فلورســـنت لوله ای و لامپ های تخلیه، الزامات عمومی و ایمنی

omoorepeyman.ir

- IEC 61167 : لامپ های متال هالاید
- IEC 61195 : لامپ های فلورسنت (با دو کلاهک)، مشخصه‌های ایمنی
- IEC 61199 : لامپ های فلورسنت (با یک کلاهک)، مشخصه‌های ایمنی
- IEC CISPR 30 : روش آزمون تشعشعات الکترومغناطیسی بالاست های الکترونیکی برای لامپ های فلورسنت با دو یا یک کلاهک
- IEC TS 61231 : سیستم بین المللی کدبندی لامپ ها
- IEC 60529 : درجات حفاظت تامین شده توسط محفظه ها (کد IP)
- IEC 60617 : نمادهای گرافیکی برای نمودارها
- IEC 61000-3-2 : محدوده هارمونیک های جریان منتشر شده - قسمت (EMC) سازگاری الکترومغناطیسی
- IEC 61547 : تجهیزات برای مصارف انواع روشنایی - الزامات مصونیت سازگاری الکترومغناطیسی

۱ ـ ۲ـ ۳-استانداردهای B.S

- BS EN 12464-1 : نور و روشنایی. نورپردازی محل کار. مکان های کاری سرپوشیده
- BS EN 12464-2 : نور و روشنایی. نورپردازی محل کار. مکان های کار در فضای باز.
- BS 5489-1:2020 : طراحی روشنایی جاده. روشنایی معابر و اماکن رفاهی عمومی
- BS 5266-1 : روشنایی اضطراری. آیین نامه عملکرد روشنایی اضطراری اماکن
- BS 4533 Part 101 : چراغ ها، بخش ۱۰۱، مشخصات برای الزامات عمومی و آزمون ها
- BS 4533 Part 102-2 : چراغ ها، بخش ۲-۱۰۲، مشخصات چراغ های توکار
- BS 4533 Part 102-22 : چراغ ها، بخش ۲۲-۱۰۲، مشخصات چراغ های اضطراری
- BS 4533 Part 102-51 : چراغ ها، بخش ۵۱-۱۰۲، مشخصات چراغ ها با نوع حفاظت N
- EN 1838 : روشنایی اضطراری

۱ ـ ۲ـ ۴-ضوابط سازمان برنامه و بودجه کشور

- ضابطه ۱-۱۱۰ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی ساختمان، جلد اول: تاسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط (تجدید نظر سوم)
- ضابطه ۶۵۴ : مبانی و ضوابط طراحی روشنایی و مهندسی روشنایی
- ضابطه ۸۰۴ ضوابط طراحی ایستگاه های قطار شهری و حومه، جلد سوم: ضوابط تاسیسات عمومی

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۲ـ ۵-سایر استانداردها

- آیین نامه مربوط به سیستم های مسافری ریلی NFPA130 (استاندارد برای سیستم های ترانزیت با مسیر ثابت و مسافری ریلی)

NFPA 130 (This standard specifies fire protection and life safety requirements for underground, surface, and elevated fixed guideway transit and passenger rail systems

- دستورالعمل ATEX فضاهای مستعد انفجار
- IEEE 1789

تبصره : در مواردی که برای چراغ ها و ادوات داخل آن، بند مورد نظر ا ستاندارد ایرانی تدوین و ابلاغ نگردیده ا ست، استانداردهای IEC و سایر استانداردهای معتبر جهانی از قبیل CENELEC، VDE و BS باید ملاک عمل قرار گیرد.

۱ـ ۳ ـضوابط تهیه، حمل و نصب سیستم روشنایی

۱ ـ ۳ـ ۱-طبقه بندی چراغ ها

چراغ ها بر ح سب نوع حفاظت در برابر برق گرفتگی، درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار و جنس سطوح نگهدارنده چراغ طبقه بندی می‌شوند:

۱ـ ۳ ـ ۱ـ ۱ـطبقه بندی بر حسب درجه حفاظت در برابر برق گرفتگی

چراغ ها با توجه به نوع حفاظت در برابر برق گرفتگی به سه گروه به شرح زیر طبقه بندی می شود:

گروه ۱ : چراغی اسـت که در آن برای حفاظت در برابر برق گرفتگی فقط روی عایق بندی پایه تکیه نمی شـود، بلکه شامل احتیاط های ایمنی اضافی ا ست بدین صورت که و سایلی جهت اتصال قسمت های ر سانای در د سترس به هادی حفاظتی در سیم کشی ثابت در تاسیسات، به نحوی که قسمت های رسانای در دسترس نتواند در صورت نقص در عایق بندی پایه، برق دار شود.

یادآوری ۱ - چراغ های کلاس ۱ ممکن ا ست قسمت هایی با عایق بندی م ضاعف یا عایق بندی تقویت شده دا شته باشد.

یادآوری ۳- چراغ های کلاس ۱ ممکن است قطعاتی برای حفاظت در برابر برق گرفتگی در عملکرد ولتاژ خیلی پایین ایمن (SELV) یا ولتاژ خیلی پایین حفاظتی (PELV) داشته باشد.

گروه ۲ : چراغ هایی را شامل می شود که حفاظت در برابر خطر برق گرفتگی صرف ا به عایق بندی پایه متکی نباشد، بلکه تمهیدات ایمنی اضافی دیگری نیز همچون عایق بندی مضاعف یا تقویت شده در آن پیش بینی شده با شد. در این نوع طبقه بندی، پیش بینی اتصال زمین حفاظتی با شرایط محل نصب، منظور نشده است.

omoorepeyman.ir

یادآوری ۱- چنین چراغی می تواند یکی از انواع زیر باشد:

الف- چراغی که شامل یک محفظه از مواد عایقی اساسا محکم و یکپارچه بوده و تمام قسمت های فلزی، به جز قسمت های کوچک را در برمیگیرد، از جمله پلاک های شناسایی، پیچ و پرچ در یک عایق بندی تقویت شده یا مشابه آن از قسمت های برق دار عایق شده است. این چراغ ها "چراغ کلاس ۲ با محفظه عایقی" است.

ب- چراغی که دارای یک محفظه فلزی اساسا یکپارچه با حداقل عایق بندی مضاعف یا تقویت شده در تمام نقاطش باشد، این چراغ "چراغ کلاس ۲ با محفظه فلزی" است.

پ- چراغی که از ترکیب موارد (الف) و (ب) تشکیل شده باشد.

یادآوری ۲- محفظه یک چراغ کلاس ۲، ممکن است قسمتی یا تمامی مجموعه عایق بندی تکمیلی یا تقویت شده باشد.

یادآوری ۳- اگر اتصال زمین عملکردی برای سهولت راه اندازی یا به دلایل EMC پیش بینی شده باشد، اما به قسمت فلزی قابل دسترس متصل نباشد، چراغ همچنان به عنوان کلاس ۲ در نظر گرفته می شود.

یادآوری ۴- چراغ های کلاس ۲، ممکن است دارای قطعاتی باشند که در آن ها حفاظت در برابر برق گرفتگی در عملکرد SELV یا PELV، تامین می شود.

گروه ۳ : چراغ هایی را شامل می شود که حفاظت در برابر برق گرفتگی توسط سیستم SELV یا PELV تامین می شود و در آن ولتاژهای بالاتر از SELV یا PELV به وجود نمی آید.

به عنوان مثال: در مورد چراغ دارای ترانسفورماتور ولتاژ خیلی پایین توکار با تمهیدات اتصال زمین حفاظتی، این چراغ باید در کلاس ۱ قرار گیرد و هیچ کدام از قسمت های آن نباید در کلاس ۳ قرارگیرد، حتی اگر فضای لامپ با یک جداره از ترانسفورماتور جدا شده باشد.

چراغ گونه ها، باید با تمام الزامات مربوط به چراغ های کلاس ۲، بدون نیاز به نماد کلاس ۲، مطابقت داشته باشد.

۱ـ ۳ ـ ۱ـ ۲ـطبقه بندی بر حسب درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار

درجه حفاظت چراغ ها از نظر نفوذ رطوبت و غبار بر اساس " شماره IP " مطابق استاندارد ۲۸۶۸ ایران زیر عنوان " درجات حفاظت تامین شده به و سیله محفظه ها (کد IP) " یا IEC 60529 طبقه بندی می شود. حروف I و P به معنای حفاظت بین المللی و مخفف کلمات (International Protection) می‌باشد که با یک عدد دو رقمی همراه است. رقم مشخصه اول که درجه حفاظت اشخاص در برابر تماس با قسمت‌های برق‌دار و نفوذ اجسام جامد خارجی را نشان می‌دهد در جدول (۳-۱) آمده است و رقم مشخصه دوم که درجه حفاظت در برابر اثرات زیان آور آب را نشان می‌دهد در جدول (۳-۲) ذکر شده است.

به منظور تضمین عملکرد صحیح سیستم روشنایی در محیط های مختلف و جلوگیری از کاهش عمر نامی آن رعایت موارد زیر ضروری است:

omoorepeyman.ir

- چراغی که برای کار در شـرایط غبار آلود طراحی شـده اسـت، نفوذ گرد و غبار به درون آن می تواند به میزانی باشد که در کار مطلوب آن خلل ایجاد نکند باید حداقل دارای درجه حفاظت IP5X باشد.

یادآوری- در برخی چراغها بخش الکتریکی و اپتیکی به گونه ای از هم جدا شده است در این حالت می توان برای هر بخش IP جداگانه ای تعریف کرد.

- نورافکن های فضای آزاد باید دارای درجه حفاظت حداقل IPX5 باشد.

جدول ۵-میزان حفاظت تعیین شده به وسیله اولین رقم مشخصه برابر استاندارد ۲۸۶۸ ایران و IEC 60529

رقم مشخصه اول	میزان حفاظت	
	شرح مختصر	جزئیات نوع حفاظت ایجاد شده به وسیله دستگاه
۰	حفاظت نشده	حفاظت ویژه ای ندارد
۱	حفاظت در برار اجسام سخت به قطر برار یا بزرگتر از ۵۰میلی متر	دارای حفاظت برای اعضای یزرگ بدن انسان مانند دست (ولی فاقد حفاظت در برار دسترسی عمدی) دارای حفات برای اجسام سخت به قطر برابر یا بیش از ۵۰ میلی متر
۲	حفاظت در برابر اجسام سخت به قطر برابر یا بزرگتر از ۱۲ میلی متر	دارای حفاظت برای انگشتان یا اجسامی که طول آن از ۸۰ میلی متر تجاوز نباشد. دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطز برار یا بیش از ۱۲ میلی متر
۳	حفاظت در برابر اجسام سخت به قطر برابر یا بزرگتر از ۲/۵ میلی متر	دارای حفاظا برای ابزارها ، سیم ها و غیره با قطر یا با ضخامت برار یا بیش از ۲/۵ میلی متر. دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر برابر یا بیش از ۲/۵ میلی متر
۴	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگتر از ۱/۵ میلی متر	دارای حفاظت برای سیم هاو تسمه ها با ضخامت برار یا بیش از یک میلیمتر. دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر برار یا بیش از ۱/۵ میلی متر
۵	حفاظت در برار گرد وغبار	از نفوذ گرد و غبار به درون دستگاه کاملا" جلوگیری نشده است لیکن گرد و غبار به میزانی که در کار دستگاه ایجاد اختلال کند وارد نمی شود.
۶	غیر قابل نفوذ در برار گرد و غبار	هیچ گونه گرد و غباری نفوذ نمی کند

جدول ۶-میزان حفاظت تعیین شده به وسیله دومین رقم مشخصه برابر استاندارد ۲۸۶۸ ایران و IEC 60529

رقم مشخصه اول	میزان حفاظت	
	شرح مختصر	جزئیات نوع حفاظت ایجاد شده به وسیله دستگاه
۰	حفاظت نشده	حفاظت ویژه ای ندارد
۱	حفاظت شده در برابر چکیدن آب	چکیدن آب (ریزش عمودی قطرات) اثر زیان آوری ندارد
۲	حفاظت شده در برابر چکیدن آب با زاویه انحراف تا ۱۵ درجه	قطرات عمودی آب بر محفظه با زاویه انحراف تا ۱۵ درجه اثر زیان آوری نخواهد داشت
۳	حفاظت شده در برابر پاشیدگی آب	بارش آب به صورت پاشیدگی تا زاویه ۶۰ درجه از وضع قائم اثر زیان آوری ندارد
۴	حفاظت شده در برابر ترشح آب	آب ترشح شده از هر سو به محفظه دستگاه اثر زیان آور نخواهد داشت
۵	حفاظت شده در برابر فوران آب	آب پرتاب شده توسط اب پخش کن از هر سو به محفظه دستگاه اثر زیان اور ندارد

omoorepeyman.ir

رقم مشخصه	میزان حفاظت	
اول	شرح مختصر	جزئیات نوع حفاظت ایجاد شده به وسیله دستگاه
۶	حفاظت شده در برابر امواج دریا	آب حاصل از امواج دریای طوفانی یا فوران شدید اب نباید به مقدار زیان آور داخل محفظه شود
۷	حفاظت شده در برابر اثرات غوطه ور شدن آب	هنگامی که محفظه دستگاه در شرایط معینی از فشار و زمان در اب غوطه ور می شود نباید نفوذ آب به مقدار زیان آوری در آن امکان پذیر باشد
۸	حفاظت شده در برابر فرورفتگی در زیر آب	تجهیزات برای فرورفتگی مداوم در زیر آب در شرایطی که به وسیله سازنده مشخص می شود مناسب است یادآوری: معمولا" این بدان معنی است که تجهیزات به طور غیر قابل نفوذ آب بندی شود. هرچند در انواع معینی از تجهیزات، این طور استنباط می شود که اب ممکن است داخل شود اما اثر زیان آور نخواهد داشت.

۱ـ ۳ ـ ۱ـ ۳ـطبقه بندی بر حسب جنس سطح نگهدارنده چراغ

چراغ ها بر اساس این که برای نصب مستقیم روی سطوح قابل اشتعال معمولی در تمام موارد، مناسب هستند یا اصولاً برای آن کاربرد طراحی و ساخته شده اند و یا این که فقط برای نصب بر روی سطوح نسوز (non-combustible) مناسب می‌باشند به شرح زیر طبقه بندی می‌شوند.

الف) چراغ های قابل حمل و دستی، در مورد این نوع چراغ ها نیازی به نشانه مشخصات الکتریکی نیست.

ب) سایر چراغ های ثابت که برای نصب روی سطوح قابل اشتعال معمولی مناسب هستند برای نشانه مشخص کننده این نوع چراغ به جدول ۱ـــ۳) رجوع شود.

ج) چراغ های ثابت دیگر که فقط برای نصب روی سطوح نسوز مناسب می‌باشند. در مورد این نوع چراغ ها نیازی به نشانه مشخصات الکتریکی نبوده ولی امکان دارد استفاده از نکات هشدار دهنده ضروری باشد.

۱ـ ۳ ـ ۱ـ ۴ـطبقه بندی بر حسب شرایط کاربرد

چراغ ها بر اساس این که برای کار در شرایط معمولی یا برای استفاده در شرایط سخت طراحی و ساخته شده باشند طبقه بندی می‌شوند :

الف) چراغ ها برای کار در شرایط عادی و معمولی. در مورد این نوع چراغ ها نیازی به نشانه مشخص کننده نیست.

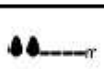
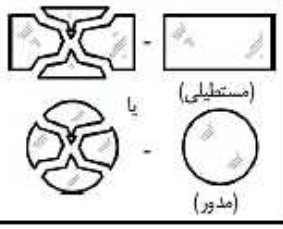
ب) چراغ ها برای کار در شرایط سخت و خشن. برای نشانه مشخص کننده این نوع چراغ ها به جدول ۱ـــ۷) مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۷ نشانه های مشخصات الکتریکی و طبقه بندی چراغ های روشنایی بر اساس استاندارد IEC60598-1

شرح	کد حفاظت بین‌المللی	نشانه
ترمینال زمین	-	
آمپر	-	A
فرکانس (هرتز)	-	Hz
ولت	-	V
توان(وات)	-	W
منبع تغذیه جریان متناوب		
منبع تغذیه جریان مستقیم	-	
منبع تغذیه جریان مستقیم و متناوب	-	
گروه II	-	
گروه III	-	III
حداکثر حرارت محیط نامی	-	t_a ... °C
هشدار در مورد عدم استفاده از لامپ‌های نور سرد	-	COOL BEAM
حداقل فاصله از اشیا روشن بر حسب متر	-	m
چراغ‌های مناسب برای نصب مستقیم بر روی سطوح قابل اشتعال	-	F
چراغ‌هایی که برای نصب مستقیم روی سطوح قابل اشتعال معمولی مناسب نیستند (مناسب فقط برای نصب روی سطوح غیرقابل اشتعال)	-	F
چراغ‌های مناسب برای نصب در یا روی سطوح قابل اشتعال معمولی در شرایطی که ماده عایق حرارتی چراغ را پوشش دهد	-	F
چراغ‌های معمولی (بدون حفاظت)	IP20	-
ضد قطره	IPX1	
ضد باران	IPX3	
ضدآب پاشیدگی	IPX4	
ضد فوران آب	IPX5	
ضدفوران آب قوی	IPX6	-
ضد آب(غوطه‌وری در آب)	IPX7	

omoorepeyman.ir

ضد آب با فشار(قابل استفاده درزیر آب با تعیین حداکثر عمق بر حسب متر)	IPX8	
حفاظت در برابر اجسام با قطر بزرگتر از ۲/۵ میلی‌متر	IP3X	-
حفاظت در برابر اجسام با قطر بزرگتر از یک میلی‌متر	IP4X	-
ضد گرد و غبار	IP5X	
غیرقابل نفوذ در برابر گرد وغبار	IP6X	
استفاده از کابل‌های تغذیه، کابل‌های اتصال دهنده میانی یا سیم‌کشی خارجی که در برابر حرارت مقاوم باشند	-	
چراغ‌هایی که برای کار با لامپ‌های آینه‌ای ساخته شده‌اند	-	
چراغ‌ها برای کار در شرایط سخت	-	
چراغ‌ها برای کار با لامپ‌های سدیم با فشار زیاد که نیاز به ایگنیتور خارجی دارد	-	
چراغ‌ها برای کار با لامپ‌های سدیم با فشار زیاد که دارای وسیله راه‌اندازی داخلی می‌باشند	-	
چراغ‌ها برای کار با لامپ‌های هالوژن تنگستن حفاظ سرخود	-	
تعویض هر گونه حفاظ ترک خورده		

تمام نشانه های مشخصات الکتریکی باید منطبق با الزامات مربوطه مندرج در استاندارد IEC 60416 باشند.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۳ـ ۲-تعیین نوع و تعداد چراغ ها در یک طرح روشنایی

آ سایش، ایمنی، سلامت و بهدا شت حرفه‌ای و صرفه اقت صادی از نظر هزینه های اجرا و م صرف انرژی، از مهمترین جنبه هایی هستند که باید در کلیه مراحل طراحی، اجرا و بهره‌برداری از سیستم های روشنایی مورد توجه قرار گیرند. در تعیین ضوابط ا ساسی در ارزیابی نیازهای رو شنایی مکان نیز همین جنبه ها باید تو سط طراح در مراحل ابتدایی طراحی سیستم روشنایی داخلی ساختمان‌ها و مجموعه ها در نظر گرفته شود.

در ادامه این قسمت، نکاتی که بطور عمومی طراحان سیستم روشنایی در ارزیابی های اولیه از محیط باید مورد توجه قرار دهند، ارائه شـده اسـت. این موارد از مهمترین بخش های دفترچه محاسـبات روشـنایی طراحان بوده و در صـورت درخواست صاحب کار و یا هنگام کنترل طراحی ها توسط مرجع ذیصلاح باید ارائه شود.

- شناسایی نیازهای مجموعه به شدت روشنایی در نقاط مختلف، شناسایی حداقل ها و مقادیر مناسب

توجه به کاربری فضا ا ساسی ترین مرحله در ارزیابی های نیازهای رو شنایی مکان می با شد. نوع کاربری و رژیم زمانی ا ستفاده از رو شنایی، حداقل شدت رو شنایی لازم برای مکان و همچنین م شخ صات فنی سی ستم تغذیه اضـطراری را مشـخص می‌کند. شـدت روشـنایی مورد نیاز مجموعه با توجه به کاربری فضـا و یا ماهیت میزان دقت مورد نیاز در فضا، از روی جداول شدت روشنایی مورد نیاز کاربری ها قابل استخراج است.

- برر سی آثار زی ستی ا ستفاده از لامپ های مختلف با توجه به طیف ب سامد نور در انواع لامپ ها و بر ا ساس کاربری فضا و ساعاتی از شبانه روز که نیروی انسانی در معرض تابش نور لامپ قرار دارند، انجام می‌گیرد.
- دوره زمانی استفاده از سیستم روشنایی در طول شبانه روز و امکان بهره گیری از نور طبیعی روز
- میزان و نحوه بهره گیری از نور طبیعی در روز از دیگر نکاتی اســـت که در ارزیابی های مکان باید مورد توجه قرار گیرد. ا ستفاده حداکثری از نور طبیعی روز به منظور کاهش هزینه تامین رو شنایی و کاهش م صرف انرژی، همواره مطلوب طراحان خواهد بود. در این زمینه رعایت الزامات ضابطه شماره ۱۱۰ برای مدیریت مصرف انرژی در سیستم رو شنایی ساختمان ها لازم الاجرا ا ست. میزان انعکاس نور در سطوح مکان نظیر سقف و دیوارها برر سی ضرایب انعکاس سطوح ف ضای داخلی نظیر سقف، کف و دیوارها، ارائه پی شنهاد فنی- اقت صادی برای بهبود انعکاس نور در سطوح با توجه به شرایط مکان از جمله اقداماتی است که طراح در ارزیابی های ابتدایی محل باید انجام دهد. درصد ضرایب انعکاس سقف، کف و دیوار با توجه به جنس و رنگ سطوح مختلف از جداول مرجع ا ستخراج و در مرحله تعیین ضریب بهره سی ستم رو شنایی از روی جدول چراغ ها مورد ا ستفاده قرار می‌گیرند. ضرایب انعکاس نور برای سطوح مختلف در
-
-
-

omoorepeyman.ir

- جدول **۱—۸**) و جدول ۱—) ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۸- ضرایب انعکاس سطوح مختلف

جنس سطح	ضریب انعکاس (٪)	رنگ سطح	ضریب انعکاس (٪)
گچ خشک (تازه)	۸۰	سفید	۸۰
گچ خشک (کهنه)	۶۵	زرد	۶۵
سیمان خشک (تازه)	۴۵	صورتی روشن	۵۰
سیمان خشک (کهنه)	۲۰	خاکستری روشن	۴۵
آجر قرمز	۱۰	آبی روشن	۴۵
آجر سفید	۲۵	سبز روشن	۴۰
آسفالت با اندود قیر	۱۲	قرمز روشن	۱۵
سنگ مرمر سفید	۸۰	خاکستری تیره	۱۵
آلومینیوم پرداخت شده	۷۵	آبی تیره	۱۵
آلومینیوم کدر	۵۵	سبز تیره	۱۵
کاشی سفید	۸۰	قرمز تیره	۱۵
قهوه ای تیره	۱۵	سیاه	۵
شیشه روشن ۲ میلیمتری	۸	شیشه مات ۳ میلیمتری	۱۲
شیشه شیری ۳ میلیمتری	۵۵	آینه	۹۰

جدول ۹- تعیین ضریب انعکاس برای استفاده در روش طراحی لومن منطقه ای (نوع دوم)

سطح		ضریب انعکاس
سقف	رنگ سفید	۰/۸
	رنگ سفید خشن	۰/۵
	رنگ کرم	۰/۳
دیوار	رنگ سفید	۰/۸
	رنگ کرم	۰/۳
کف	پارکت	۰/۲
	فرش	۰/۱۵

- ارائه پیش بینی های لازم برای پوشش نقاط کور احتمالی در محیط و در نظر گرفتن آنها در تعداد و آرایش چراغ ها
- بررسی مسیر تغذیه منابع روشنایی از منبع توان، موانع و معارضین مسیر تغذیه مانند لوله های آب و گاز، در نظر گرفتن حریم خطوط برق با توجه به استانداردهای ملی و بین المللی برای حریم خطوط انتقال، ارائه پیشنهاد جهت رفع معارض و یا تغییر مسیر.
- بررسی موانع و معارضین نصب چراغ ها در سقف و دیوارها، انطباق با سایر تجهیزات مانند جرثقیل های سقفی و تیرهای آهن در محیط های کارگاهی، پروژکتورهای منصوب در سقف فضاهای آموزشی و سالن ها.
- امکان‌سنجی اتصال انواع چراغ ها به سقف و سایر سطوح داخلی فضا با توجه به ابعاد و وزن آنها.

omoorepeyman.ir

- نیاز به روشنایی در حالت اضطراری، اولویت‌بندی چراغ ها برای حالت اضطراری، پیش‌بینی مسیر تغذیه برای چراغ های اضطراری.
- امکان خاموش کردن یکی در میان چراغ ها در روز برای بهره‌گیری از نور طبیعی روز و مدیریت مصرف انرژی بدون مشکل چشمک چراغ ها و حفظ یکنواختی روشنایی.
- امکان سنجی محل نصب تجهیزات فرمان و کنترل روشنایی روی سطوح دیوارها و عدم انطباق با سایر تجهیزات پیش بینی شده در روی سطوح داخلی فضا.
- بررسی تهدیدات و خطرهای الکتریکی و مکانیکی مکان برای تجهیزات سیستم روشنایی و در نظر داشتن تمهیدات لازم برای حفاظت الکتریکی و مکانیکی تجهیزات.
- در یک طرح روشنایی جنبه های اقتصادی، که شامل تعداد و هزینه چراغ ها و به خصوص لامپ ها و نیز هزینه نگهداری و تعمیر آن می‌باشد، باید در نظر گرفته شود. علاوه بر این، یک طرح روشنایی هنگامی قابل قبول است که اصول بهداشتی در مورد آن رعایت گردیده باشد، یعنی در مرحله اول بایستی نور تولید شده یکنواخت بوده و در قدم بعدی روشنایی کافی و تا حد امکان به نور روز نزدیک باشد. بنابراین در طراحی و محاسبه روشنایی باید دو عامل اقتصادی و بهداشتی تواماً در نظر گرفته شود.
- در هر طرح روشنایی، به موازات اعمال و اجرای اهداف مورد نظر کارفرما، بایستی نوع محل چراغ ها و چگونگی قرار دادن و فواصل آن از یکدیگر و نیز معماری محل از نظر رعایت اصول زیبایی مد نظر قرار گیرد.
- در طراحی و اجرای پروژه روشنایی، علاوه بر تعیین نوع روشنایی یعنی روشنایی عمومی یا روشنایی موضعی باید نوع جریان، ولتاژ، فرکانس و مدت استفاده از روشنایی نیز توجه شود تا به وسیله این عوامل بتوان لامپ و چراغ و مقطع سیم مورد نظر را انتخاب نمود.
- شدت روشنایی عمومی مورد نیاز بر حسب لوکس (لومن بر مترمربع) در فضاهای مختلف مترو به شرح جدول (۳-۲۰) پیشنهاد می گردد. در جدول مزبور میزان روشنایی برای هر محل به صورت دو مقدار کمینه و پیشنهادی در نظر گرفته شده است. شدت روشنایی مورد نظر باید حتی الامکان هم ارز مقادیر پیشنهادی انتخاب شود و در صورتی که شرایط فنی و اقتصادی ایجاب کند می توان میزان روشنایی را بیش از مقادیر پیشنهادی انتخاب نمود ولی هیچ گاه نباید کمتر از میزان کمینه باشد.
- سیستم روشنایی مورد لزوم باید با توجه به نوع کار از نظر میزان دقت و احتیاج به روشنایی، سایه اندازی، ارتفاع نصب، ارتفاع محل کار، و در نظر گرفتن جنبه های اقتصادی و بهداشتی انتخاب شود.
- پس از انتخاب نوع چراغ و تعیین شدت روشنایی مورد لزوم از جدول ۱—۱۰) تعداد چراغ های لازم برای هر اتاق یا هر فضای مورد نظر دیگر محاسبه و تعیین می‌شود.

omoorepeyman.ir

بدیهی ا ست طراح سیستم رو شنایی می‌بایست کلیه موارد بالا را بعلاوه نکاتی که بر حسب ضرورت محیط تحمیل می شود، برر سی و در کلیه مراحل طراحی در نظر دا شته با شد. کلیه داده های لازم برای طراحی سیستم رو شنایی در مراحل ارزیابی تو سط طراح بردا شت می شود. ارائه این مشخصات بصورت خلا صه در دفترچه محا سبات طراحی الزامی است.

جدول ۱۰- شدت روشنایی بر حسب لوکس در فضاهای مختلف در ایستگاه های مترو

محل نصب روشنایی	شدت روشنایی (لوکس)	ارتفاع از سطح کار
اماکن عمومی و پرسنلی	۲۰۰-۱۰۰	کف
لبه سکو	۲۵۰-۲۰۰	کف
خروجی سکو	۱۵۰-۱۰۰	کف
راهروها	۱۵۰-۱۰۰	کف
سالن فروش بلیط	۳۰۰-۲۵۰	کف
دستگاه های ورود و خروج	۳۰۰-۲۵۰	ارتفاع سطح میز کار
پله برقی و راه پله	۱۵۰-۱۰۰	سطح پله
خروجی به خیابان	۲۰۰-۱۵۰	کف
اتاق پرسنل	۱۵۰-۱۰۰	ارتفاع سطح میز کار
اداری	۳۰۰-۲۵۰	ارتفاع سطح میز کار
رختکن	۱۵۰-۵۰	کف
راهرو اداری	۱۵۰-۵۰	کف
انبار	۱۵۰-۱۰۰	کف
دستشویی	۱۵۰-۱۰۰	کف
اتاق مخابرات	۳۰۰-۲۵۰	ارتفاع سطح میز کار
اتاق اپراتور ایستگاه	۳۰۰-۲۵۰	ارتفاع سطح میز کار
اتاق کنترل	۳۰۰-۲۵۰	ارتفاع سطح میز کار
حفاظ ها	۲۰۰-۱۵۰	کف
پست برق - رکتیفایر - RIC	۲۰۰-۱۵۰	ارتفاع سطح میز کار
اتاق تجهیزات	۲۰۰-۱۵۰	کف
اتاق کنترل تجهیزات	۲۰۰-۱۵۰	فضای تابلو
زیر سکو و کانال ها	۸۰-۵۰	کف
شفت تاسیساتی	۸۰-۵۰	دیوار
محل توقف ترن	۸۰-۵۰	کف
موتور خانه پله برقی	۸۰-۵۰	کف
شفت آسانسور	۸۰-۵۰	دیوارها
چاله آسانسور	۸۰-۵۰	کف
اتاق ایمنی و آتش نشانی	۲۵۰-۲۰۰	ارتفاع سطح میز کار
اتاق پست تخلیه فاضلاب	۲۰۰-۱۵۰	ارتفاع سطح میز کار
اتاق باتری	۲۰۰-۱۵۰	ارتفاع سطح میز کار
فضاهای تاسیساتی	۱۵۰-۱۰۰	ارتفاع سطح میز کار
تونل	۱۵-۱۰	روی ریل

omoorepeyman.ir

بدیهی است طراح در هر محیط با توجه به شرایط محل آن می‌تواند شدت روشنایی مورد نیاز هر نقطه را پیش بینی نماید. اما شدت روشنایی متوسط برای هر محیط با کاربری های ارائه شده در جدول ۱—۱۰) نمی تواند از مقادیر حداقلی ارائه شده در این جدول کمتر باشد.

بهینه سازی مصرف انرژی در طراحی روشنایی و به خصوص در فضاهایی که امکان استفاده از نور طبیعی روز وجود دارد باید همواره در طراحی های سیستم روشنایی لحاظ شود.

برای پوشش فضاهای خارج از لیست ارائه شده در جدول ۱—۱۰)، طراح می تواند با توجه به نوع دقتی که کاربر در فضا می طلبد، شدت روشنایی روی سطح کار را از (جدول ۱—۷) استخراج نماید. این اطلاعات از مقادیر ارائه شده توسط انجمن مهندسان روشنایی IES استخراج شده است.

جدول ۱—۱۱ شدت روشنایی کلی روی سطوح کار

ردیف	نوع فعالیت (دقتی که میطلبد)	شدت روشنایی روی سطح مار (LUX)
۱	حمل و نقل	۵۰ - ۱۰۰
۲	کار غیر دقیق	۱۲۵ - ۲۵۰
۳	کار نیمه دقیق	۲۵۰ - ۵۰۰
۴	کار دقیق	۵۰۰ - ۱۰۰۰
۵	کار خیلی دقیق	۱۰۰۰

۱ ـ ۳ـ ۳-نکات عمومی در طراحی سیستم روشنایی داخلی

در طراحی سیستم روشنایی داخلی ضروری است که به نکات عمومی زیر توجه شود :

- استفاده از لامپ های با راندمان بالا (لومن بر وات) که مناسب فضا و یا محل کار مربوطه باشد.
- استفاده از لامپ های با طول عمر زیاد.
- از لامپ های با رنگ نور و شاخص نور مناسب کاربری فضا و شرایط استفاده از فضایی که سیستم روشنایی برای آن طراحی می‌گردد، استفاده شود.
- برای تامین شدت روشنایی مورد نیاز از چراغ های با ضریب بهره بالا و مناسب با شرایط و کابری فضا استفاده شود.
- در طراحی سیستم روشنایی فضاها، باید به موضوع خیرگی حاصل از سیستم روشنایی توجه شده و از چراغ های مناسب با هدف کاهش آن استفاده شود.
- چنانچه از لامپ های هارمونیک‌زا مانند لامپ های تخلیه در گاز از قبیل فلورسنت معمولی و یا کمپکت، گازی، بخار جیوه، بخار سدیم، متال هالید و غیره و یا سایر لامپ ها و منابع روشنایی مانند چراغ های LED استفاده شود، به

omoorepeyman.ir

اثر هارمونیک ها روی کلیدها یا فیوزهای حفاظتی، سطح مقطع هادی های آنها، شبکه توزیع برق، بانک خازن و غیره توجه شده و از روش های مناسب برای کاهش اثرات نامطلوب آن، استفاده شود.

- در صورت استفاده از لامپ های تخلیه در گاز (از قبیل لامپ گازی، بخار جیوه، بخار سدیم، متال هالید) به زمان مورد نیاز برای رسیدن لامپ به لومن نامی به هنگام روشن شدن مجدد و یا قطع و وصل برق توجه شده و در صورت نیاز به تمهیدات لازم برای تامین روشنایی حداقل، برای این وقفه زمانی در سیستم روشنایی پیش‌بینی شود.
- علاوه بر رعایت نکات فنی و استفاده از لامپ ها و چراغ های مناسب و مورد نیاز فضا، در محاسبات و طراحی سیستم رو شنایی به مقدار چگالی توان (وات بر مترمربع) سیستم رو شنایی توجه شده و تمهیداتی در نظر گرفته شود که مقدار چگالی توان و نهایتاً مصرف برق سیستم روشنایی بهینه شود.
- استفاده از سیستم قطع و وصل دستی در مدارهای روشنایی.
- استفاده از سیستم های کنترل و فرمان فوتوسل و یا تایمر جهت قطع و وصل مدارهای روشنایی در زمان های معین برای محوطه ها و یا فضاها.

۱ ـ ۳ـ ۴-ضریب خیرگی

به منظور اطمینان از کیفیت طراحی روشنایی، کنترل ضریب خیرگی در انتهای مراحل طراحی سیستم روشنایی الزامی است. در هر فضا با توجه به نوع کاربری فضا، ضریب خیرگی باید مطابق الزامات (جدول ۱—۱۲) (DIN EN 12461) کنترل شود.

جدول ۱—۱۲حداکثر ضریب خیرگی در فضاهای مختلف

کاربری فضا	حداکثر ضریب خیرگی
اتاق طراحی و نقشه کشی	۱۶
فضای اداری، کلاس، اتاق رایانه و کتابخانه	۱۹
فضاهای با کاربری دقیق	۲۲
فضاهای با کاربری غیر دقیق	۲۵
راهروها و پارکینگ ها	۲۸

۱ ـ ۳ـ ۵-مدار روشنایی

- مدارهای تغذیه کننده چراغ ها یا نقاط روشنایی نباید پریزها یا هر گونه وسیله یا دستگاه دیگر را تغذیه کنند.
- هر مدار رو شنایی نباید بیش از ۱۲ چراغ یا نقطه رو شنایی را، اگر در بیش از یک اتاق یا فضای مشخص قرار گرفته باشد، تغذیه کند.

omoorepeyman.ir

- تعداد چراغ های مدار رو شنایی که در یک اتاق یا فضای م شخص نصب می شوند تنها به جریان مجاز مدار محدود می‌شود.
- کلیه مدارهای رو شنایی، باید برای وصل به بدنه هادی چراغ ها شامل هادی حفاظتی باشند. چنانچه بدنه چراغی از جنس عایق باشد، هادی حفاظتی در محل آن به دقت عایق‌بندی و رها می شود تا اگر احتمالاً در آینده در محل آن چراغ عایق، چراغی با بدنه هادی نصب شود، از آن هادی حفاظتی استفاده شود.

۱ ـ ۳ـ ۶-مشخصات فنی و موارد کاربرد چراغ ها

در این قسمت مشخصات فنی، آزمون ها و اسلوب بازرسی و نظارت، دستورالعمل‌های فنی و اجرایی نصب و راه‌اندازی، نحوه تعمیر و نگهداری و جایگزینی لامپ ها با لوازم یدکی و همچنین عناوین نقشـــه ها و مدارکی که باید در اختیار بهره بردار سیستم رو شنایی قرار گیرد، ارائه می شود. طراحان سیستم رو شنایی با توجه به نیازهای فضای داخلی و ارزیابی هایی که در مراحل اولیه طراحی در مورد فضا انجام داده اند نسبت به انتخاب نوع لامپ مناسب برای فضا اقدام می‌کنند. میانگین شـــدت نور، توان مصـــرفی، میانگین عمر مفید، رنگ‌دهی، ابعاد فیزیکی تیوب یا حباب لامپ و نوع ســـرپیچ از مهمترین مشخصات فنی لامپ هستند که توسط سازندگان تعیین و توسط آزمایشگاه های معتبر تایید می‌شوند.

۱ـ ۳ ـ ۶ـ ۱ـلامپ ها

بطور کلی با توجه به ساختار تولید شار نوری با ا ستفاده از انرژی الکتریکی، لامپ ها به دو د سته لامپ های ر شته ای (التهابی) و لامپ های گازی (تخلیه در گاز) تقسیم می‌شوند. البته لامپ هایی با فناوری ترکیب این دو دسته مانند لامپ های آمیخته نیز وجود دارند.

الف) لامپ های رشته ای

لامپ های ر شته‌ای بر ا ساس عبور جریان الکتریکی از فلزی با مقاومت بالا مانند تنگ ستن که ب صورت مارپیچ درون حبابی که از گاز خنثی پر شده است تشکیل شده است. در این لامپ با افزایش گرما، طیف تشعشع شدت توسط لامپ به سمت حدود طول موج کوتاه تر یعنی رنگ سفید حرکت می‌کند. البته بیشترین تشعشع در این درجه حرارت در گستره مادون قرمز قرار می‌گیرد که باعث تلف شدن انرژی به صورت گرما می‌شود.

- محاسن لامپ های رشته ای عبارتند از :
  - رنگ دهی مطلوب
  - کوچکی اندازه
  - قیمت کم و عدم نیاز به راه‌اندازی
  - قابلیت دیمر شدن بدون تیاز به وسایل جانبی

omoorepeyman.ir

- معایب لامپ های رشته ای عبارتند از :

  - بازده روشنایی پایین به علت ایجاد گرما توسط نور مادون قرمز و هدر رفتن این گرما
  - عمر کوتاه این لامپ ها در مقابل اضافه ولتاژ
  - ته نشین شدن بخارات تنگستن روی حباب

ب) لامپ های تخلیه

لامپ های تخلیه به وسیله برانگیخته کردن بخارات فلز یا گاز درون حباب روشنایی ایجاد می‌کنند. این کار با ایجاد ولتاژ بین دو الکترود واقع در انتهای حباب لوله ای شکل این لامپ ها و تاثیر بر روی گاز خنثی یا بخار فلز درون فلز ایجاد می شود. در مسیر لوله حباب، الکترون های جدا شده از الکترود با ذرات گاز خنثی یا بخارات فلز برخورد کرده و با باردار کردن آنها باعث برانگیخته شدن و تشعشع انرژی به صورت نور می‌شود. با توجه به این که هر گاز، طول موج خاص خود را منتشر می‌کند، در لامپ های تخلیه برخلاف لامپ های التهابی، طیف پیوسته ای از نور ایجاد نمی شود. در ادامه ساختار فنی و مشخصات کلی هر نوع لامپ آمده است.

- **لامپ های بخار جیوه :** این لامپ ها در اثر عبور جریان برق در بخار جیوه و تحریک آن نور تولید می‌کنند. حسن این نوع لامپ در بهره‌نوری تقریباً بالا و عمر مفید زیاد آن (۲۴۰۰۰ ساعت) است. معایب آن عدم وصل سریع در هنگام قطع و وصل برق (۱۵ الی ۲۰ دقیقه) و همچنین رنگ دهی پایین آن است.

- **لامپ های بخار سدیم :** ساختاری مانند گاز بخار جیوه دارند با این تفاوت که در حباب آنها گاز سدیم و گاز خنثای نئون وجود دارد. از محاسن این نوع لامپ بهره‌نوری و عمر مفید بالا می‌توان نام برد. معایب آن نیز رنگ دهی پایین و زمان راه‌اندازی طولانی (۱۵ الی ۲۰ دقیقه) است. اما با قطع لحظه ای برق بلافاصله روشن می‌شود.

- **لامپ های تخلیه کم فشار :** در این لامپ ها در درون حباب از گازهای خنثی یا ترکیبی از گازهای خنثی و بخار فلز سود می جویند که فشار روی گاز درون حباب کمتر از ۱ بار (۱۴,۷ پاسکال) است.

- **لامپ های تخلیه پرفشار :** در این لامپ ها در درون حباب از گازهای خنثی یا ترکیبی از گازهای خنثی و بخار فلز با فشار بیشتر از ۱ بار (۱۴,۷ پاسکال) در درون حباب استفاده می‌شود.

- **لامپ های فلور سنت :** لامپ فلور سنت یک لامپ تخلیه کم‌فشار است که از بخار جیوه به عنوان گاز درون لوله استفاده شده است. در این لامپ، حباب به شکل یک لوله با دو الکترود در دو طرف آن ساخته می‌شود. بعد از تحریک گاز و تبخیر جیوه، تشعشعات ماوراء بنفش توسط بخار جیوه ایجاد می‌شود. سطح داخلی لوله تخلیه با ماده فلور سنت پوشیده شده است تا تشعشعات ماوراء بنفش را به اشعه قابل دید تبدیل کند. در دو انتهای لوله نیز دو الکترود از جنس تنگستن قرار می‌گیرند.

omoorepeyman.ir

مدار راه‌اندازی لامپ فلورسنت از اجزاء زیر تشکیل شده است :

۱- الکترود

۲- خازن

۳- خازن به منظور جلوگیری از پارازیت رادیویی

۴- کلید راه انداز

۵- بالاست

بهره نوری مناسب مهمترین حسن لامپ های فلورسنت است. اندازه بزرگ و رنگ دهی کم از معایب این نوع لامپ به‌شمار می‌آید. لامپ های فلورسنت در مقایسه با لامپ های نقطه ای، نور را در سطح بیشتری منتشر کرده و از این رو برای روشنایی محیط های بزرگ مناسب هستند. این لامپ ها بازده نوری و عمر بالایی داشته ولی با افزایش کلیدزنی، عمر آن کاهش می‌یابد.

- **لامپ های فشرده فلورسنت :** لامپ های فلورسنت فشرده دارای ساختاری مشابه ساختار لامپ های فلورسنت معمولی هستند با این تفاوت که حباب آنها به صورت منحنی پیچیده می‌شود و از این رو اندازه کوچکتری داشته و از راه‌انداز الکترونیکی بهره می برند.

پ) لامپ های آمیخته

لامپ های آمیخته ساختاری شبیه لامپ های جیوه‌ای پر فشار دارند با این تفاوت که رشته تنگستن نیز جهت محدود کردن جریان در آنها تعبیه شده است.

- **لامپ هالوژن :** لامپ هالوژن با هدف رفع مشکل ته نشین شدن بخارات تنگستن روی حباب و سیاه شدن حباب عرضه شد. اساس کار لامپ هالوژن به این گونه است که فیلامان تنگستن تا حدود نقطه ذوب گرم می‌شود و بخارات نا شی از تبخیر سطحی تنگ ستن با هیدروژن درون لامپ تولید تنگ ستن هالید می‌کند. تنگ ستن هالید م شکل ته نشین شدن بخارات تنگستن روی حباب و سیاه شدن حباب را بر طرف کرده و پس از برخورد به جداره لامپ و به علت کاهش دما، دوباره به هیدروژن و تنگستن تبدیل شده و تنگستن دوباره به فیلامان برگشته و این روند همچنان ادامه دارد.

در مقایسه با لامپ های التهابی معمولی، لامپ های هالوژن دارای نور سفیدتری هستند. فشردگی لامپ، طیف نوری پیوسته، کاربرد راحت تر در روشنایی های معماری و ایجاد نور نقطه ای از مزایای لامپ هالوژن بشمار می آید. بازده نوری لامپ های هالوژن تقریباً بالاتر از لامپ های التهابی معمولی هستند. عمر لامپ های هالوژن بیشتر از لامپ های التهابی معمولی بوده و خاصیت دیمری لامپ‌های التهابی را نیز دارا هستند.

omoorepeyman.ir

❖ **لامپ متال هالید :** لامپ های متال هالید نسل پیشرفته لامپ های جیوه ای هستند. ساختار و کارکرد لامپ های متال هالید شبیه لامپ های جیوه ای بوده با این تفاوت که به جای جیوه دارای ترکیبی از متال هالیدها هستند. متال هالید در دمای پایین تری نسبت به فلز خالص ذوب می شود. این تفاوت به لامپ های متال هالید این خاصیت را می‌دهد که خود فلز در هنگام کارکرد قطعاً به بخار تبدیل نمی شود. بازده نوری بسیار خوب، کیفیت رنگ و طول عمر بالا از مزایای لامپ های متال هالید به شمار می‌آید.

ت) دیودهای نور افشان (لامپهای LED) (LED : Light Emitting Diode)

لامپ های LED نوعی از لامپ های حالت جامد است که از تکنولوژی دیود نورافشان استفاده می‌کند و به عنوان منبع روشنایی به کار می رود. در LED نور توسط تحریک کریستال ها، که از عناصر نیمه هادی هستند، تولید می شود. به این روش الکترولومینانس نیز می‌گویند. ساختمان LED شامل دو ناحیهٔ P و N است. در ناحیهٔ N اتم های کریستال الکترون های مازاد دارند و در ناحیهٔ P کمبود الکترون وجود دارد. با اعمال ولتاژ به دو سر LED، بین این دو ناحیه یک ناحیهٔ P-N تشکیل می شود که به آن ناحیهٔ تخلیه نیز می‌گویند. در اثر عبور جریان الکتریکی، الکترون ها با اتم هایی که کمبود الکترون دارند ترکیب می شوند و به این ترتیب نور تولید می شود.

عمر طولانی و بهره نوری بالا از ویژگی های مثبت لامپ های LED به شمار می‌آید.

- در انتخاب نوع و تعداد چراغ ها در یک طرح روشنایی، مصرف هر چه کمتر انرژی برق نقش اساسی ایفا نموده و با توجه به مزایای لامپ های فلور سنت فشرده (compact) و انواع دیگر لامپ های فشرده کم مصرف از جمله طول عمر بالا همراه با نوردهی زیاد، نصب آسان در سرپیچ های استاندارد، استفاده از این نوع لامپ ها در انواع مختلف چراغ های روشنایی تا حد امکان باید در نظر گرفته شود. در جدول ذیل مشخصات برخی از لامپ های فشرده ارایه شده است.

جدول ۱۳ـ مشخصات لامپ های فلورسنت فشرده

ردیف	نوع لامپ	توان لامپ (W)	شارنوری (lm)	طول عمر (ساعت)	نوع سرپیچ
۱	فشرده Triple CFL	۲۰	۱۲۰۰	۱۰۰۰	E 27
۲	فشرده FPL	۳۶	۲۹۰۰	۱۰۰۰	2G 11
۳	فشرده مارپیچی CFL	۱۵	۹۵۰	۱۰۰۰	E27 و E14
۴	فشرده CFL4U	۸۵	۵۰۰۰	۱۰۰۰	E27 و E40

- تعداد انواع مختلف چراغ ها و لامپ ها باید در حداقل ممکن بوده و در انتخاب آن باید عوامل هزینه اولیه، هزینه تعمیر و نگهداری و تعویض، خیرگی لامپ، صدا، پارازیت رادیویی و بالاخره معماری محل در نظر گرفته شود. جدول ذیل بهره نوری، رنگ، طول عمر، اثر تغییرات ولتاژ و تجهیزات لامپ های مختلف را با یکدیگر مقایسه می‌نماید.

omoorepeyman.ir

جدول ۱۴- مقایسه انواع لامپ های روشنایی

ردیف	نوع لامپ	حداکثر بهره lm/w	رنگ	طول عمر (ساعت)	اثر تغییرات ولتاژ لامپ	تجهیزات	خیرگی
۱	رشته ای	۲۰	مایل به قرمز	۱۰۰۰	زیاد	کم	زیاد
۲	فلورسنت	۷۰	انواع سفید و رنگهای دلخواه	۱۰۰۰۰	نسبتا" کم	نسبتا" زیاد	زیاد
۳	جیوه ای با فشار زیاد	۶۰	سفید مایل به آبی	۵۰۰۰	کم	معمولی	بسیار زیاد
۴	جیوه ای با فشار کم	۴۵	سفید مایل به آبی	۵۰۰۰	کم	معمولی	بسیار زیاد
۵	جیوه ای دوبل	۳۰	سفید مایل به قرمز	۲۰۰۰	متوسط	معمولی	زیاد
۶	سدیم با فشار کم	۸۵	قرمز مایل به زرد	۴۰۰۰	کم	زیاد	بسیار زیاد
۷	سدیم با فشار زیاد	۱۰۰	قرمز مایل به زرد	۶۰۰۰	کم	زیاد	بسیار زیاد
۸	متال هلاید	۷۰	سفید کمی مایل به قرمز	۴۰۰۰	گم	معمولی	زیاد
۹	نئون	۱۰	انواع رنگها	۱۰۰۰۰	نسبتا" کم	بسیار زیاد	کم
۱۰	هالوژن	۲۵	قرمز مایل به زرد	۱۰۰۰	زیاد	معمولی	زیاد

- چراغ های فلورسنت باید دارای سرپیچ های میخی (دو شاخه ای) بوده و شامل چوک های رفع کننده تداخل رادیویی، خازن‌های تصحیح ضریب قدرت، لامپ و در صورت لزوم راه‌اندازها (استارترها) باشد. در هنگام انتخاب انواع لامپ های فلورسنت، باید در مورد احتمال تولید اعوجاج رنگ نامطلوب توسط این لامپ ها دقت و توجه کافی به عمل آید. رفلکتورها و حباب ها باید طوری طراحی و ساخته شده باشد که تعویض و تمیز کردن لامپ ها به سهولت انجام پذیرد.
- چراغ های فلورسنت که در یک ردیف و به صورت پشت سر هم نصب می‌شوند، باید به نحوی طراحی شده باشد که در صورت لزوم تعویض لامپ در چراغ های میانی، نیازی به تنظیم چراغ های دیگر نباشد. هم چنین در چراغ هایی که حاوی چند لامپ فلورسنت می باشند تعویض یک لامپ، نباید سبب اخلال در ایمنی سایر لامپ ها گردد.
- سرپیچ ها باید مناسب لامپ مصرفی و از نوع چینی یا برنجی باشد. استفاده از سرپیچ های پلاستیکی در هیچ مورد مجاز نخواهد بود. سرپیچ ها باید طوری باشد که اتصال الکتریکی فقط موقعی که لامپ کاملاً بسته شده است انجام پذیرد.

omoorepeyman.ir

- خازن تصحیح ضریب قدرت باید در کلیه چراغ ها پیش‌بینی و نصب شود.
- کلیه چراغ ها بایستی به طور کامل با حباب، سرپیچ، لامپ و وسایل نصب از قبیل پیچ و مهره، رول پلاگ، لوله آویز، روزت و سایر وسایل مربوطه تهیه و نصب شود.
- در چراغ هایی که سر سیم های اتصال باید توسط ترمینال جداگانه به مدار سیم کشی اتصال یابد، فضای کافی در چراغ برای استقرار ترمینال باید پیش بینی شود.
- چراغ ها باید به نحوی طراحی و ساخته شده با شد که هنگام ا ستفاده طبیعی از آن، کیفیت کار آنها قابل اطمینان بوده و هیچ گونه خطری برای مصرف کننده یا محیط اطراف ایجاد نکند.
- چراغ ها باید به نحوی طراحی و ساخته شده باشد که نگهداری عمومی آن از جمله تمیز کردن، تعویض نمودن لامپ ها و راه‌اندازها بدون ایجاد صدمه ای به چراغ یا خطری برای کننده کار، امکان پذیر باشد.
- اتصالات پیچیده شده و سایر اتصالات ثابت بین قسمت های مختلف چراغ باید به نحوی باشد که در اثر نوسانات و یا سایر نیروهایی که در هنگام کار معمولی چراغ به آن ممکن است وارد آید تغییر نکنند.
- ساختمان چراغ باید به نحوی با شد که از افتادن لامپ ها در اثر نو سانات و یا سایر شرایط کار مربوطه جلوگیری کند.
- سطوح کلیه قسمت های فلزی چراغ باید بر حسب طبقه بندی آن و شرایط کار مربوطه در مقابل زنگ زدگی مقاوم باشد.
- لبه های صفحات فلزی و سایر مواد باید به نحوی همواره صاف باشد که نتواند عایق‌هادی های مربوطه را زخمی نماید.
- قسمت های شیشه ای چراغ ها باید طوری طراحی و ساخته شده باشد که قادر به مقاومت در برابر شوک حرارتی حاصل از کاربرد مربوطه باشد.
- چراغ ها هنگام رو شن بودن، نباید دارای صدای قابل شنیدن حا صل از انبساط حرارتی با شد و چوک آن نیز نباید باعث تشدید صدا شود.
- کلیه چراغ ها باید به نحوی طراحی و ساخته شده باشد که حرارت حاصل از لامپ ها را به سهولت دفع کرده و حرارت مذکور نباید سبب ایجاد هر گونه خطری برای کاربرد معمولی و حتی غیر عادی چراغ ها شود.
- در سیم کشی داخلی چراغ ها، هادی ها باید از نوع و اندازه (سطح مقطع) منا سب با توان م صرفی چراغ در حالت کار عادی با شد. عایق سیم کشی باید مقاوم در برابر ولتاژ و دمای حداکثر ایجاد شده در چراغ که به طرز صحیح نصب و به سیستم برق متصل است بوده و اختلالی در ایمنی آن به وجود نیاید.

omoorepeyman.ir

- در چراغ های گروه ۲، پس از نصب یا در شرایط باز کردن چراغ ها به منظور تعویض لامپ، راه‌انداز و یا تمیز کردن چراغ، قسمت های فلزی قابل دسترسی که امکان دارد به علت ایجاد نقص در عایق‌بندی، برق‌دار شوند بایستی به صورت دائم و قابل اطمینان به سیستم زمین اتصال یابند. قسمت های فلزی چراغ هایی که امکان دارد در صورت نقص عایق‌بندی برق دار شده ولی قابل دسترسی نمی باشند و در عین حال ممکن است با سطح نگاه دارنده چراغ تماس داشته باشند بایستی به طور دائم و قابل اطمینان به ترمینال زمین متصل شوند.
- چراغ های نورافکن های فضای آزاد باید دارای حفاظت در مقابل نفوذ ذارت غبار و رطوبت حداقل IP65 باشند.
- وسیله ای که نورافکن را بر پایه نگاه دارنده آن متصل کرده است باید مناسب با وزن نورافکن طراحی و ساخته شده باشد.
- چراغ های فلورسنت اضطراری باید بدون کمک راه انداز (glow starter) روشن شده و راه انداز نباید در مدار چراغ در حالت کار اضطراری قرار داشته باشد.
- ایجاد نقص در هر چراغ اضطراری متصل به یک مدار روشنایی، نبایستی تاثیری بر سایر چراغ های متصل به آن مدار داشته باشد. در این رابطه می توان از یک فیوز، رله یا هر وسیله حفاظتی پیش بینی شده در هر چراغ استفاده کرد و یا طراحی مدار و اجزاء چراغ، حفاظت در مقابل اضافه جریان های نقص را تامین نمود.
- در چراغ های سیلندری توکار برای پیشگیری از افزایش درجه حرارت باید از لامپ های فشرده و مناسب استفاده شود.
- دما و شاخص نمود رنگ برخی لامپ های متداول به ترتیب در جداول ذیل خلاصه شده است. این اطلاعات در نورپردازی فضاهای داخلی مورد استفاده طراحان قرار می‌گیرد.

جدول ۱۵- دمای رنگ برخی لامپ‌ها

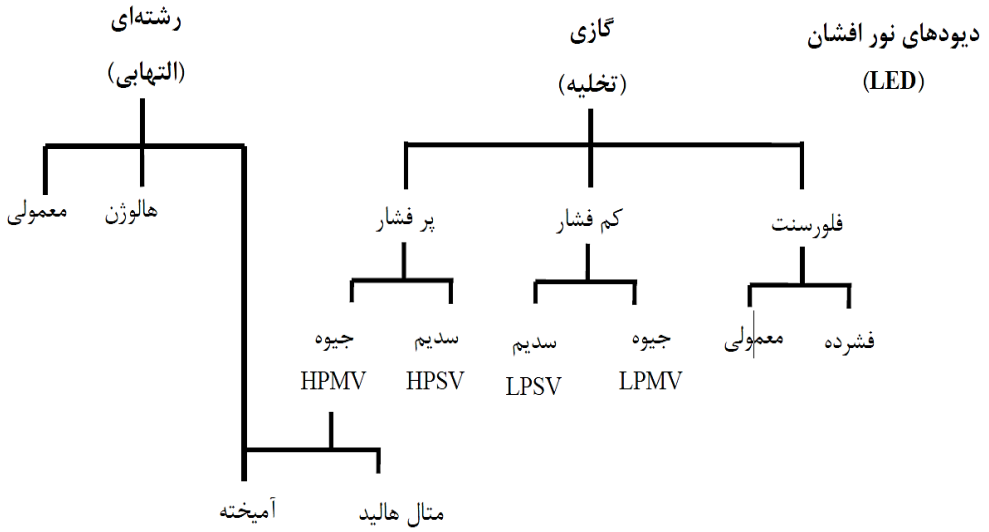
نوع منبع نور	دمای رنگ نور (K)
لامپ التهابی / لامپ هالوژن	۳۲۰۰
فلورسنت سفید گرم هالوفسفات	۲۹۴۰
فلورسنت سفید سرد هالوفسفات	۴۲۳۰
بخار سدیم کم فشار	۱۸۰۰
بخار سدیم کم فشار	۲۱۰۰
بخار جیوه پوشش داده شده	۳۶۰۰
متال هالید کوارتز	۴۲۰۰
متال هالید سرامیکی	۵۴۰۰

omoorepeyman.ir

جدول ۱۶- اندیس نمود رنگ برای لامپ های مختلف

نوع منبع نور	اندیس نمود رنگ
لامپ التهابی و لامپ هالوژن	۱۰۰
فلورسنت	۵۰ تا ۸۰
بخار سدیم	۲۰ تا ۴۰
متال هالید	۸۰ تا ۹۰

- بر اساس مطالب یاد شده بالا، دسته بندی فناوری های مختلف تولید لامپ در دیاگرام شکل (۱-۳) خلاصه شده است.



شکل ۳- خلاصه فناوری های تولید لامپ

- توان نامی، شار نور خروجی لامپ، طول عمر مفید، رنگ دهی، درجه حرارت رنگ از مهمترین مشخصات فنی لامپ ها هستند که در هر فضا با توجه به کاربری، شرایط محیط و نیازهای نورپردازی، طراح نسبت به انتخاب نوع لامپ اقدام می‌نماید. شـــار نوری لامپ با توجه به تعداد لامپ بکار رفته در یک چراغ، در محاســـبات تعیین تعداد چراغ سیستم روشنایی یک فضا بکار می‌رود.
- مهمترین مشخصات فنی مربوط به لامپ های التهابی، فلورسنت، فلورسنت فشرده (کم مصرف)، بخار سدیم، بخار جیوه و متال هالید به ترتیب در (۱۷**Error! Reference source not found.**) الی (۲۲**Error! Reference source not found.**) ارائه شده است. طراح باید بر اساس اطلاعات ارائه شده توسط سازنده و تایید شده توسط مراجع معتبر نسبت به طراحی سیستم روشنایی اقدام نماید.

omoorepeyman.ir

جدول ۱۷ مشخصات فنی لامپ های رشته ای

توان (وات)	میانگین شدت نور (لومن)	میانگین عمر مفید (ساعت)	ارتفاع (میلیمتر)	شکل حباب	نوع حباب	نوع سرپیچ
۲۵	۲۲۰	۱۲۵۰	۱۰۵	گلابی	ساده	E27
۴۰	۳۵۰	۱۲۵۰	۸۸	قارچی	ساده/ مات	E27
۴۰	۳۵۰	۱۲۵۰	۱۰۵	گلابی	ساده/ مات	E22 – E27
۶۰	۶۰۰	۲۰۰۰	۱۳۶	قارچی	ساده/ مات	E27
۶۰	۶۳۰	۱۲۵۰	۸۸	قارچی	ساده/ مات	E27
۶۰	۶۳۰	۱۲۵۰	۱۰۵	گلابی	ساده/ مات	E22 – E27
۶۰	۷۳۰	۱۰۰۰	۱۰۷	گلابی	ساده/ مات	E27 – E40
۸۰	۸۰۰	۲۰۰۰	۱۳۶	قارچی	ساده/ مات	E27
۱۰۰	۱۲۵۰	۱۲۵۰	۱۰۵	گلابی	ساده/ مات	E22 – E27
۱۰۰	۱۲۴۰	۱۲۵۰	۱۰۵	گلابی	ساده/ مات	E27
۱۰۰	۱۳۸۰	۱۰۰۰	۱۰۷	گلابی	ساده/ مات	E27 – E40
۱۲۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰	۱۳۶	قارچی	ساده/ مات	E27
۱۵۰	۲۰۹۰	۱۲۵۰	۱۶۰	گلابی	ساده/ مات	E27
۱۵۰	۲۲۲۰	۱۰۰۰	۱۲۸	گلابی	ساده/ مات	E27 – E40
۲۰۰	۲۹۲۰	۱۲۵۰	۱۶۰	گلابی	ساده/ مات	E27
۲۰۰	۳۱۵۰	۱۰۰۰	۱۲۸	گلابی	ساده/ مات	E27 – E40
۳۰۰	۵۰۰۰	۲۰۰۰	۱۲۷	قارچی	ساده/ مات	E40
۵۰۰	۸۴۰۰	۲۰۰۰	۱۸۰	قارچی	ساده/ مات	E40
۱۰۰۰	۱۸۸۰۰	۲۰۰۰	۲۱۰	قارچی	ساده/ مات	E40

جدول ۱۸ مشخصات فنی لامپ های فلورسنت

توان (وات)	میانگین شدت نور (لومن)	میانگین عمر مفید (ساعت)	طول (میلیمتر)	قطر تیوب (میلیمتری)	رنگ
۱۸	۱۳۵۰	۷۰۰۰	۵۹۰	۲۶	مهتابی/ آفتابی/ رنگی
۳۰	۲۴۰۰	۷۰۰۰	۸۹۵	۲۶	مهتابی/ آفتابی/ رنگی
۳۶	۳۳۵۰	۷۰۰۰	۱۲۰۰	۲۶	مهتابی/ آفتابی/ رنگی
۳۸	۳۲۰۰	۷۰۰۰	۱۰۴۷	۲۶	مهتابی/ آفتابی/ رنگی
۵۸	۵۲۰۰	۷۰۰۰	۱۵۰۰	۲۶	مهتابی/ آفتابی/ رنگی

omoorepeyman.ir

جدول ۱۹ فنی لامپ های فلورسنت فشرده (کم مصرف-پربازده)

توان (وات)	میانگین شدت نور (لومن)	شکل حباب	رنگ	درجه رنگ (کلوین)
۷	۴۰۰	۲ یو	آفتابی / مهتابی / سبز / قرمز / آبی	۲۷۰۰
۹	۶۰۰	۲ یو	آفتابی / مهتابی / سبز / قرمز / آبی	۲۷۰۰
۱۱	۹۰۰	۲ یو	آفتابی / مهتابی / سبز / قرمز / آبی	۲۷۰۰
۱۳	۹۰۰	۲ یو	آفتابی / مهتابی / سبز / قرمز / آبی	۲۷۰۰
۱۵	۹۰۰	۲ یو	آفتابی / مهتابی / سبز / قرمز / آبی	۲۷۰۰
۱۸	۱۲۰۰	۲ یو	آفتابی / مهتابی / سبز / قرمز / آبی	۲۷۰۰
۲۰	۱۲۰۰	۲ یو	آفتابی / مهتابی / سبز / قرمز / آبی	۲۷۰۰
۲۳	۱۵۰۰	۲ یو	آفتابی / مهتابی / سبز / قرمز / آبی	۲۷۰۰
۲۶	۱۸۰۰	۲ یو	آفتابی / مهتابی / سبز / قرمز / آبی	۲۷۰۰

جدول ۲۰ مشخصات فنی لامپ های بخار سدیم

توان (وات)	میانگین شدت نور (لومن)	شکل حباب	نوع لامپ
۳۵	۴۶۵۰	استوانه ای باریک	کم فشار
۵۵	۷۷۰۰	استوانه ای باریک	کم فشار
۹۰	۱۲۵۰۰	استوانه ای باریک	کم فشار
۱۳۵	۲۱۵۰۰	استوانه ای باریک	کم فشار
۱۸۰	۳۲۰۰۰	استوانه ای باریک	کم فشار
۱۵۰	۱۴۵۰۰	حبابی قطره ای	پر فشار
۲۵۰	۲۵۰۰۰	حبابی قطره ای	پر فشار
۳۳۰	۳۰۰۰۰	حبابی قطره ای	پر فشار
۴۰۰	۴۷۰۰۰	حبابی قطره ای	پر فشار

omoorepeyman.ir

۱۰۰۰	۱۲۰۰۰۰	حبابی قطره ای	پر فشار

جدول ۲-۲۱ مشخصات فنی لامپ های بخار جیوه

نوع لامپ	توان (وات)	میانگین شدت نور (لومن)	طول لامپ (میلیمتر)	نوع سرپیچ
پر فشار	۵۰	۲۰۰۰	۱۳۰	E27
پر فشار	۸۰	۳۸۰۰	۱۵۶	E27
پر فشار	۱۲۵	۶۳۰۰	۱۷۰	E27
پر فشار	۱۵۰	۱۳۵۰۰	۲۲۶	E40
پر فشار	۴۰۰	۲۳۰۰۰	۲۹۰	E40
پر فشار	۷۰۰	۴۰۰۰۰	۳۴۳	E40
پر فشار	۱۰۰۰	۵۵۰۰۰	۳۸۰	E40
پر فشار	۲۰۰۰	۱۳۰۰۰۰	۴۲۰	E40

جدول ۲-۲۲ مشخصات فنی لامپ های متال هالید

توان (وات)	میانگین شدت نور (لومن)	طول لامپ (میلیمتر)	نوع سرپیچ
۲۵۰	۱۹۰۰۰	۲۲۵	E40
۲۵۰	۲۰۰۰۰	۲۲۵	E40
۴۰۰	۳۲۰۰۰	۲۹۰	E40
۴۰۰	۳۲۰۰۰	۲۷۵	E40

۱ـ ۳ ـ ۶ـ ۲ـبالاست ها

- به منظور راه‌اندازی لامپ های فلورسنت، از تجهیزاتی به نام بالاست استفاده می‌شود. بالاست از دو نوع مغناطیسی (مرسوم) و الکترونیکی تشکیل شده‌اند. بالاست مغناطیسی از دو جزء چک (سلف مغناطیسی) و استارتر تشکیل شده اند. تولید ولتاژ بالای راه‌اندازی، محدود کردن جریان، فیلترینگ جریان تغذیه از پالس های سوزنی از وظایف بالاست مغناطیسی است. در مقابل بالاست الکترونیکی فاقد چک و استارتر بوده و اساس کار آن یکسوسازها و مبدل های فرکانس بالا می‌باشد. بالاست الکترونیکی با استفاده از تغییر فرکانس، ولتاژ را کم کم افزایش داده و لامپ را با کمترین ولتاژ روشن می‌کند. سرعت بالای روشن شدن، کاهش مصرف انرژی بالاست، افزایش شار نوری، بهبود ضریب توان و افزایش طول عمر مفید لامپ از محاسن بالاست الکترونیکی بشمار می‌آیند.
- طراح سیستم روشنایی با توجه به نوع لامپی که برای سیستم روشنایی در نظر می‌گیرد بر حسب ضرورت، نسبت به انتخاب بالاست و انجام طراحی های لازم در مورد آن اقدام می‌نماید.

omoorepeyman.ir

- مهم‌ترین مشخصات فنی بالاست عبارتند از: میزان مصرف انرژی، طول عمر مفید بالاست و لامپ، تاثیر در شار نوری لامپ، میزان کنترل پذیری و اثری که در میزان اغتشاشات هارمونیکی در جریان تغذیه می‌گذارد. میزان مصرف انرژی با توجه به اهمیتی که در بهره برداری و کاهش هزینه های ساختمان دارد، مهمترین پارامتر در انتخاب بالاست بشمار می‌آید.

- بر اساس استاندارد EN 50294 بالاست های مغناطیسی و الکترونیکی با توجه به تلفات انرژی به ۴ دسته تقسیم می‌شوند.

  - ✓ نوع A : بالاست های الکترونیکی با تلفات حداکثر ۱۰٪
  - ✓ نوع B : بالاست های مغناطیسی کم تلفات با تلفات ۱۵٪
  - ✓ نوع C : بالاست مغناطیسی با تلفات کمتر از ۳۰٪
  - ✓ نوع D : بالاست مغناطیسی با تلفات بیش از ۳۰٪

- طراحی ها باید در راستای کاهش حداکثری مصرف انرژی و استفاده از بالاست های مدل A و B باشد.

- رعایت ضابطه شماره ۱۱۰ در مورد مدیریت مصرف انرژی در بخش روشنایی در انتخاب بالاست ضروری است.

۱ـ ۳ ـ ۶ـ ۳ـچراغ های روشنایی

- منابع روشنایی با توجه به شکل هندسی لامپ ها و بالاست ها، به منظور نگه داشتن لامپ و همچنین هدایت نور در جهت‌های دلخواه، نیاز به یک نگهدارنده و قاب منعکس کننده دارند. چراغ های بصورت توکار، روکار و یا آویزان از سطح نصب می‌گردند. منحنی توزیع شار نوری به مشخصات قاب منعکس کننده چراغ، شکل و مواد بکار رفته در آن بستگی دارد. چراغ ها اگر چه با جذب مقداری از انرژی نورانی منابع انرژی بازدهی نوری را کاهش می‌دهند، اما باعث هدایت نور در جهت مناسب بصورت مستقیم یا غیرمستقیم و همچنین جلوگیری از خیرگی و مزاحمت نور می شوند.

- شکل ظاهری، ابعاد، وزن، رنگ، طول عمر، تعداد لامپ قابل نصب در چراغ، نوع نورپردازی مستقیم و غیرمستقیم، منحنی قطبی توزیع نور، ضریب بازدهی چراغ مهمترین مشخصات فنی چراغ ها هستند. همچنین استفاده از بازتابنده های نوری در کلیه چراغ های روشنایی با هدف بهینه سازی پخش نور و تمرکز نور تابیده شده روی سطح کار مورد نظر الزامی است.

۱ ـ ۳ـ ۷-پدافند غیر عامل

- چراغ های جهت دار ایمنی با باتری داخلی باید در مسیرهای فرار جهت نمایش مسیر خروج از ساختمان مدنظر قرار گیرد. همچنین توصیه می‌شود جهت روشنایی فضای امن ساختمان و اتاق مدیریت بحران علاوه بر روشنایی معمول از چراغ هایی با باتری داخلی نیز استفاده شود.

omoorepeyman.ir

- علاوه بر چراغ های ایمنی نمایشگر سمت خروج با باتری داخلی، چراغ هایی متصل به نیروی برق ایمنی در راهروها، اماکن عمومی و فضاهای تجمع افراد، طراحی و نصب شود.
- از نصب هر گونه چراغ آویز در فضاهای عمومی اجتناب شود. در صورت استفاده از شیشه در پوشش چراغ ها، باید از نوع شیشه سکوریت بوده و به نحوی باشد که در هنگام اصابت ضربه یا شکستن موجب جراحت در افراد نشود.
- در طراحی تأسیسات برقی ساختمان به منظور اجتناب از تداخل الکترومغناطیسی، الزامات استاندارد IEC 61000 رعایت شود.

۱ ـ ۳ـ ۸-اصول و روش های نصب چراغ ها

- جزییات ساختمانی نصب چراغ ها باید دقیقاً مطابق آنچه در نقشه ها و جزییات تیپ تاسیسات الکتریکی ساختمان ها تعیین و نشان داده شده است بوده و کاملاً رعایت شود.
- محل دقیق چراغ ها باید با توجه به محدودیت هایی که از نظر اسکلت بندی ساختمان و سایر موانع از قبیل کانال های هوا، بلندگو، اعلام حریق و غیره وجود دارد تعیین شود.
- محل قرار گرفتن کلیه چراغ ها باید دقیقاً در محل نصب تعیین شود به نحوی که امتداد چراغ ها مخصوصاً در راهروها کاملاً یکسان باشد.
- کلیه چراغ های سقفی و آویز بایستی در مرکز سقف ها به نسبت مساوی از دیوار نصب شده و حالت تقارن از یکدیگر را حفظ کند. کلیه سیم ها و حلقه ها باید کاملاً در داخل چراغ قرار گیرد.
- در هنگام نصب چراغ باید دقت شود که پیچ و رول پلاگ روی مسیر لوله برق زده نشود. اندازه پیچ و رول پلاگ باید به صورتی انتخاب شود که در قسمت سفت کاری سقف یا دیوار (آجر یا سیمان) نفوذ کند.
- چراغ ها باید طوری نصب شود که بهترین بازده نوری را داشته باشد. در صورتی که با تغییراتی در نصب بتوان پخش نور را به نحو بهتر و یکسان انجام داد. پیمانکار می تواند با موافقت مهندس مشاور اقدام به تغییر محل چراغ ها کند.
- کلیه چراغ ها باید قبل از نصب به طور کامل سیم کشی شده باشد. سیم مصرفی باید از بهترین نوع بوده و در برابر حرارت حاصل از کاربرد چراغ مقاومت کافی را دارا باشد. ضمناً در محل ورود سیم های اصلی به داخل چراغ لازم است سیم های مزبور به وسیله غلاف نسوز محافظت شود.
- چراغ های سقفی باید به سقف اصلی نصب شود و در صورت وجود سقف کاذب، چراغ ها باید به سقف اصلی آویزان شود. قاب چراغ نیز نبایستی به سقف کاذب محکم شود. اتصال چراغ ها به سقف اصلی به وسیله رول پلاگ و پیچ خواهد بود.

omoorepeyman.ir

- اتصال به چراغ های توکار، در بالای سقف کاذب توسط کابل نرم سه سیمه که یک سر آن به روزت وصل شده باشد انجام می‌گیرد.
- سیم چراغ های فلورسنت که مستقیماً روی جعبه نصب می‌شود باید مستقیماً به اتصالی داخلی جعبه تقسیم برای اتصال برده شود.
- چراغ های فلورسنت توکار از نظر نحوه نصب در طرح های مختلف طراحی و ساخته می‌شوند ولی در هر حال چراغ باید مستقل از پانل های سقف کاذب نظیر دامپا، کناف و غیره به سقف اصلی متصل شود. در سقف کاذب رابیتز و گچ باید با آهن‌کشی در لبه های حفره داخل سقف تکیه گاه مناسبی برای چراغ ایجاد نمود.
- در هنگام استفاده از سرپیچ های نوع پیچی باید دقت کافی به عمل آید تا هادی فاز به قسمت پیچی سرپیچ اتصال نیابد.
- در صورت استفاده از خازن های تصحیح ضریب قدرت در مدارهای لامپ تخلیه گازی، هر قسمت از مدار نهایی که به و سیله یک کلید جداگانه و م ستقل کنترل می شود باید دارای خازن ت صحیح ضریب قدرت جداگانه با شد. هر خازنی که در مدار لامپ تخلیه گازی به کار می رود (به اســتثنای خازن های حذف تداخل رادیویی) باید به وســیله ای مانند مقاومت نشتی فوراً به محض قطع منبع جریان به صورت اتوماتیک دشارژ شود.
- در مورد نصب چراغ های صنعتی آویز، در صورتی که در سقف آهن وجود نداشته باشد باید برای نصب چراغ، کلمپ اتصال را با رول بولت قلاب دار به سقف آویزان نمود.
- چراغ های سیلندری توکار معمولاً برای نصب روی سقف کاذب طراحی می شوند. در این صورت باید لبه های پانل سقف را در دو طرف چراغ تقویت نمود.
- در هنگام نصب چراغ فلورسنت روکار با لوله کشی روکار، اتصالات سیم یا کابل در خط اصلی روشنایی باید در جعبه تقسیم و به وسیله ترمینال انجام شود. اتصال لوله به جعبه تقسیم و چراغ باید توسط بوشن و مهره انجام شود. در اتاق های تاسیسات که از چراغ نوع ضد آب استفاده می‌شود باید در محل اتصالات لوله از واشر سربی و برای درب جعبه تقسیم از واشر لاستیکی استفاده شود.
- در خصوص ارتفاع نصب چراغ ها در راه پله ها و پله های برقی لازم است:

۱- با توجه به محدودیت نصب داربست و نردبان روی استپ های پله برقی، بالای پله برقی چراغ سقفی نصب نشود و نور مربوطه از اطراف تامین گردد.

۲- برای تعویض لامپ و نگه داری چراغ های موجود در ســقف ها و دســترســی ها و راه پله های با ارتفاع بالاتر از ۵,۵ متر، ارتفاع نصب چراغ ها به نحوی باشد که احتیاج به داربست نداشته باشد و با استفاده از نردبان دو تکه قابل اجرا باشد.

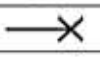
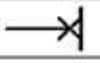
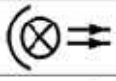
omoorepeyman.ir

۱ ـ ۳ـ ۹-نشانه های ترسیمی الکتریکی

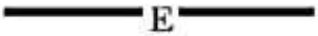
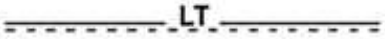
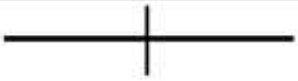
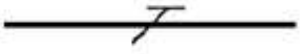
نشانه های ترسیمی تاسیسات روشنایی بر اساس استاندارد IEC 60617-8,11 در جدول زیر ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

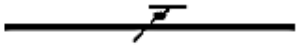
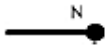
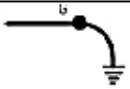
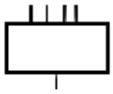
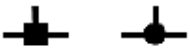
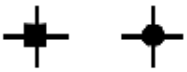
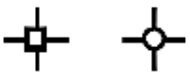
جدول ۲۳– نشانه های ترسیمی برای تاسیسات روشنایی برابر استاندارد ۸،۱۱-۶۰۶۱۷ IEC

شرح	نشانه
محل اتصال لامپ یا چراغ با سیم‌کشی مربوط	
محل اتصال لامپ یا چراغ دیواری با امتداد سیم‌کشی به طرف چپ	
لامپ و چراغ، نشانه عمومی لامپ و چراغ نشانگر، نشانه عمومی یادآوری: ۱- در صورتی که تعیین رنگ نور موردنظر باشد، در کنار نشانه از حروف مشخص‌کننده زیر استفاده شود: قرمز=RD زرد =YE سبز =GN آبی =BU سفید =WH ۲- در صورتی که تعیین نوع لامپ مورد نظر باشد، در کنار نشانه از حروف مشخص‌کننده زیر استفاده شود: نئون =Ne زنون =Xe بخار سدیم =Na بخار جیوه =Hg ید =I رشته‌ای =IN الکترولومینسنت =EL قوس الکتریکی =ARC فلورسنت =FL مادون قرمز=IR ماورای بنفش=UV دیود نورافشان =LED	
چراغ نشانگر چشمک‌زن	
لامپ یا چراغ فلورسنت، نشانه عمومی مثال‌ها: چراغ مجهز به سه لامپ فلورسنت چراغ مجهز به پنج لامپ فلورسنت	
نورافکن، نشانه عمومی	
نورافکن همگرا (اسپات)	
نورافکن واگرا (فلاد)	
تجهیزات کمکی برای لامپ‌های تخلیه‌ای یادآوری: این نشانه فقط در مواردی به کار رود که تجهیزات کمکی به صورت جداگانه نصب شود.	
چراغ اضطراری بر روی مدار ویژه	
چراغ اضطراری باتری سرخود	

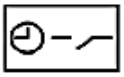
omoorepeyman.ir

	ادامه سیم‌کشی به سمت بالا
	ادامه سیم‌کشی به سمت پایین
	عبور سیم‌کشی در جهت قائم
	مسیر لوله‌کشی توکار
	مسیر لوله‌کشی روکار
	مسیر لوله‌کشی توکار برای مدار اضطراری
	مسیر لوله و سیم به طرف بالا
	مسیر لوله و سیم به طرف پایین
	نصب کابل به صورت روکار روی سطح
	نصب کابل روی سینی کابل
	نقطه انشعاب
	تقاطع بدون اتصال الکتریکی
	هادی خنثی
	هادی حفاظتی

omoorepeyman.ir

هادی مشترک حفاظتی و خنثی	
اتصال نول در تابلو	
اتصال زمین در تابلو	
مرکز توزیع با ۵ لوله خروجی	
جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، یک راه، نوع روکار	
جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، دو راه، نوع روکار	
جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، سه راه، نوع روکار	
جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، چهار راه، نوع روکار	
جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، یک راه، نوع توکار	
جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، دو راه، نوع توکار	
جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، سه راه، نوع توکار	
جعبه انتهایی (تقسیم و کشش)، چهار راه، نوع توکار	
منبع تغذیه جریان متناوب	

omoorepeyman.ir

منبع تغذیه جریان مستقیم	
منبع تغذیه جریان متناوب و مستقیم	
کلید، نشانه کلی	
محل وصل لامپ یا چراغ	
کلید یک پل دوراهه یا کلید تبدیل	
کلید بین راه یا کلید واسطه یا کلید صلیبی	
دیمر با کلید سر خود	
کلید یک پل کششی	
شستی، دکمه فشاری	
کلید مجهز به لامپ، کلید با پیلوت	
کلید دو پل	
شستی با دسترسی محدود	
کلید زمانی	
کلید برق با عمل در اثر گردش کلید قفل وسیله کنترل شبگرد	

۱ ـ ۳ـ ۱۰-مشخصات کلی سیستم روشنایی در ایستگاه های مترو

در فضاها و محدوده های مختلف ایستگاه های مترو، دو سیستم روشنایی مستقل و مجزا وجود دارد که یکی از منابع برق شهر (سیستم روشنایی نرمال) و دیگری از منابع تولید نیروی برق ایمنی (سیستم روشنایی ایمنی / اضطراری) تغذیه می‌شوند.

سیستم نرمال، روشنایی همه فضاها را در شرایط عادی تأمین می‌کند. در شرایطی که برق تغذیه تابلوهای روشنایی به هر دلیل قطع شود لازم است برای انجام کارهای اضطراری و تخلیه مسافرین، روشنایی حداقلی در بخش های مورد نیاز

omoorepeyman.ir

وجود داشته باشد. این روشنایی می‌بایست توسط سیستم روشنایی اضطراری (ایمنی) که به وسیله اینورتر و یا UPS تغذیه می‌شود و در شرایط نرمال نیز فعال می‌باشد، تامین شود.

۱ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۱ـچراغ های روشنایی مترو

در ایستگاه ها، چراغ ها غالباً بصورت سفارشی و با مشخصاتی خاص دارای شیشه سکوریت (شیشه سند بلاست) و مقاوم در مقابل گرد و خاک و رطوبت (IP54) و با بدنه های فلزی با مشخصه غیر دودزایی و غیر مولد گاز سمی (LSHF) با سیم‌کشی داخلی با سیم‌های نسوز و غیر دودزایی و غیر مولد گاز سمی (LSHF)، ساخته خواهند شد.

در خصوص فضاهای با قابلیت انفجار که در ایستگاه ها انحصاراً مربوط به اتاق های باتری (باتریخانه ها) می‌شود. چراغ های مورد استفاده در این فضا از نوع ضد انفجار مناسب برای نصب در Zone 1 انتخاب خواهد شد.

بالاست ها بایستی دارای تلفات کم بوده و بدون صدا (نویز) باشند.

نوع چراغ های هر فضا متناسب با ماهیت هر فضا مطابق جدول ذیل توصیه می‌شود.

جدول ۲۴ـ نوع چراغ متناسب با ماهیت هر فضا

محل	نوع چراغ
فضاهای اداری	لوردار با سرپیچ ضد گرد و غبار و رطوبت و یا شیشه سکوریت سند بلاست
فضاهای تاسیساتی	چراغ صنعتی با شیشه سکوریت سند بلاست و یا رفلکتوری با سرپیچ ضد گرد و غبار
اتاق های برق (LPS و رکتیفایر)	چراغ صنعتی با شیشه سکوریت سند بلاست و یا رفلکتوری با سرپیچ ضد گرد و غبار
گالری	چراغ تونلی با لامپ کم مصرف یا صنعتی حبابدار و یا رفلکتوری
تونل	چراغ صنعتی با شیشه سکوریت سند بلاست
اتاقهای کنترل	چراغ لووردار یا حبابدار دکوراتیو
سرویس ها	چراغ سقفی یا دیواری واترپروف مجهز به لامپ کم مصرف و متناسب با سقف کاذب
راهروها	چراغ لووردار یا حباب دار و متناسب با سقف کاذب یا عادی
محوطه	چراغ حباب دار یا دکوراتیو با لامپ کم مصرف
فضاهای مرتفع	پروژکتورهای تخلیه در گاز از نوع ضد گرد و غبار و رطوبت
سکو (در ایستگاه های زیرزمینی)	چراغ لووردار یا رفلکتوری با سرپیچ ضد گرد و غبار و یا شیشه سکوریت سند بلاست

۱ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۲ـنحوه آرایش چراغ ها در فضاهای مختلف

آرایش چراغ ها در سکوها می‌بایست در سقف و به شکل خط نور و به موازات دیوار سکو باشد. در نیم تونل ها می‌بایست چراغ ها بر روی دیوار و در هر دو طرف به صورت ضربدری اجرا گردد، ضمن آنکه ارتفاع نصب به گونه ای باشد تا شدت خیرگی برای رانندگان قطار به حداقل ممکن برسد.

ضرایب انعکاس سطوح در محاسبات روشنایی نقش دارد و پس از مشخص شدن جنس سطوح بکار رفته می‌بایست برای طراحی سیستم روشنایی نقاط مختلف ایستگاه مورد استفاده قرار گیرد. طراحی محل نصب چراغ ها باید بصورتی باشد که امکان دسترسی برای عملیات سرویس و نگهداری براحتی امکان پذیر باشد. با در نظر گرفتن ارتفاع مناسب برای

omoorepeyman.ir

عبور پر سنل تعمیر و نگهداری در سقف های کاذب در بع ضی مکان‌ها می‌توان م شکل د ستر سی به چراغ ها را برطرف نمود.

۱ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۳ـسیستم روشنایی اضطراری

سیستم روشنایی اضطراری، در زمان قطع روشنایی نرمال، روشنایی حداقل را برای انجام فعالیت های ضروری ایستگاه و تخلیه مسافرین، تأمین می‌نماید.

برق اضـطراری مورد نیاز ایسـتگاه از منبع ۱۱۰ ولت DC توسـط تابلوی DC واقع در LPS تامین می‌شـود. خروجی دستگاه (Inverter) می‌بایست یک دستگاه تابلوی توزیع برق اضطراری باشد که مجهز به کلید اتوماتیک کمپکت به عنوان ورودی جهت تغذیه شین تابلوی برق ا ضطراری و کلیدهای مینیاتوری سایزهای مختلف به همراه کنتاکتورهای رو شنایی به عنوان مدارات خروجی مورد نیاز با شد. د ستگاه اینورتر بایستی به صورت On Line در مدار قرار گرفته تا در صورت بروز اشکال، سریعاً رفع گردیده تا خاموشی مطلق در ایستگاه وجود نداشته باشد. با توجه به اینکه روشنایی اضطراری در تمامی ایستگاه وجود دارد، لازم ا ست که تابلوهای رو شنایی ا ضطراری و عادی کاملاً مجزا منظور شود، ولی می توان در کنار یکدیگر نصب کرد. این سیستم می‌بایست توسط سیستم BAS قابل کنترل باشد.

شـدت روشـنایی اضـطراری مورد نیاز در این فضـاها بشـرح **Error! Reference source not found.**(۲۵) خواهد بود :

جدول ۲۵ـ شدت روشنایی (لوکس) روشنایی اضطراری

شرح فضا	شدت روشنائی (لوکس)
راهروهای ورودی و خروجی از ایستگاه	۲۰-۱۰
سالن فروش	۲۰-۱۰
بخش های اداری و اماکن عمومی	۲۰-۱۰
سکوها	۱۵-۱۰
اتاق های اپراتور و رئیس ایستگاه	۱۵-۱۰
اتاق های فنی	۱۰-۸
سرویس ها	۵ -۳

۱ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۴ـروشنایی ایمنی

برای راهنمای خروج مسـافرین از کلیه فضـاها مانند سـالن فروش بلیط، بخش اداری، راه پله ها، فضـای انتظار جلوی آ ساند سور، رو شنایی راه های خروج به ف ضای خارج از ایستگاه و جهت خروج ایمن در مواقع خطر به خ صوص در هنگام عدم د سترسی به رو شنایی عادی و ا ضطراری، استفاده از چراغ های مخصوص باتری دار توصیه می شود. به جهت سطح روشـنایی بسـیار کم و برای اینکه فقط راه‌های خروجی و علائم نیاز به روشـنایی ایمنی دارند، شـدت روشـنایی متوسـط ایمنی در مکان های اشـاره شـده نباید از ۱۰ لوکس کمتر باشـد ضـمن آنکه معیار جانمایی مناسـب چراغ برای خروج مسافرین از فضاهای مسافری ایستگاه مورد نظر می باشد.

omoorepeyman.ir

این چراغ ها که تغذیه آنها از تغذیه نزدیکترین چراغ روشـنایی اضـطراری اخذ می گردد برای رفع خرابی بموقع آن از نوع دائم روشن با ظرفیت باطری برای حداقل ۱,۵ ساعت کار در هنگام قطع برق اضطراری توصیه می‌شود. علاوه بر نصب چراغ های نشانگر محل‌های خروج در محل های مناسب برای روشنایی ایمنی مورد نیاز، در صورت طراحی بخش معماری در مسیرهای خروج ایستگاه جهت تسریع در خروج افراد از ایستگاه می‌توانند از علائم و شبرنگ استفاده نمایند.

باید دقت شود که در رو شنایی ایمنی نباید بیش از ۲۰ نقطه رو شنایی از یک مدار تغذیه شود و نیز کل جریان مدار نباید از ۶۰٪ جریان مجاز کلید حفاظتی (با اعمال ضرایب کاهش باردهی کلید حفاظتی) آن مدار بیشتر باشد.

۱ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۵ـعکس ها و علایم شب تاب

علاوه بر رو شنایی ا ضطراری که از اینورتر تغذیه می شود، کلیه م سیرهای خروج، راه پله ها، درب های خروج و کلیه موانع و عوارض در مسیرهای خروج و محل نصب کلیهٔ وسایل آتش نشانی باید با نصب علایم و عکس های شب تاب قابل تشخیص گردند.

۱ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۶ـانتخاب نوع چراغ از نقطه نظر منبع نور

با توجه به تنوع منابع نوری موجود در بازار باید توجه کرد که برای انتخاب نوع لامپ بعنوان منبع نور می‌بایســـت مشخصات فنی به شرح ذیل :

- بهره رنگی
- طول عمر
- ابعاد
- استقامت در برابر شرایط محیطی سخت نظیر شوک و لرزش
- عدم تابش فرابنفش و فروسرخ (UV/IR)
- توان مصرفی
- حرارت تولیدی و بازده
- هزینه نگهداری
- تعداد دفعات قطع و وصل
- زمان راه اندازی

و همچنین ملاحظات اقتصادی و صرفه جویی در مصرف انرژی نیز در نظر گرفته شوند.

۱ـ ۳ ـ ۱۰ـ ۷ـسایر مشخصات چراغ

در انتخاب نوع و مدل چراغ موارد زیر باید در نظر گرفته شود :

- وجود هماهنگی کامل مابین مدل چراغ انتخابی با طرح معماری فضاهای مختلف ایستگاه :

omoorepeyman.ir

در انتخاب مدل چراغ، ایجاد هماهنگی کامل با سبک معماری و نوع پوشش نهایی فضاهای مختلف ایستگاه در نظر گرفته خواهد شد. به طور مثال انتخاب مدل چراغ ها از نظر توکار یا روکار بودن، انتخاب شکل چراغ (مربع- دایره- خطی) و ابعاد خارجی آن با هماهنگی واحد معماری صورت خواهد پذیرفت.

- شرایط محل نصب چراغ از نظر امکان دسترسی به چراغ و نصب ساپورت های نگهدارنده مورد نیاز :

شرایط محل نصب چراغ از قبیل ارتفاع محل نصب و در نظر گرفتن تمهیدات لازم به منظور دسترسی به چراغ جهت تعمیرات احتمالی، لازم و ضروری می باشد. همچنین جهت جلوگیری از تحمیل وزن چراغ ها روی سقف های کاذب، نحوه ساپورت‌گیری مناسب آنها مورد توجه قرار خواهد گرفت به طور مثال کلیه چراغ های توکار باید مجهز به هوک یا محل اتصال آویز از سقف اصلی باشند.

دشوارترین چراغ ها از نقطه نظر محل نصب و شرایط تعمیر و نگهداری در ایستگاه های مترو، چراغ های منصوبه در مسیر پله‌های برقی می باشد که هم از نظر ارتفاع نصب و هم از نظر نیاز به تجهیزات لازم جهت دسترسی به آنها، پیچیدگی های خاص خود را دارا می باشد. لذا در طراحی و انتخاب مدل چراغ های فضاهای مذکور، سعی می‌گردد تا حد امکان از چراغ های با ابعاد کوچکتر و بازده بالاتر استفاده شود.

- ارتفاع محل نصب چراغ و انتخاب مدل های مناسب با نمودار پخش نور متناسب با ارتفاع نصب :

نکته مهم دیگر در انتخاب منبع نوری چراغ ها، متناسب بودن نمودار پخش نور چراغ با ارتفاع محل نصب آن می باشد.

- میزان آلودگی و رطوبت موجود در فضای نصب چراغ و انتخاب چراغ هایی با درجه حفاظت متناسب با محل نصب :

درجه حفاظت کلیه چراغ ها باید متناسب با محل نصب آنها از نظر میزان آلودگی و رطوبت احتمالی موجود باشد. با توجه به گرد و غبار موجود در ایستگاه های مترو و جهت جلوگیری از کاهش شار نوری چراغ ها با گذشت زمان، حداقل درجه حفاظت در نظر گرفته شده برای کلیه چراغ ها در بیشتر فضاها IP54 می‌باشد. همچنین (**Error! Reference source not found.**۲۶) بیانگر حداقل درجه حفاظت مورد نیاز برا ساس کاربری آن فضا می‌باشد :

جدول ۲۶ درجه حفاظت چراغ ها بر اساس محل نصب آنها

نام فضا	حداقل درجه حفاظت مورد نیاز (IP)
سالن های بلیط فروشی- تقسیم مسافر- تراز سکو- اتاق های اداری- راهروها و گالری ها	۵۴
اتاق های تاسیساتی از قبیل اتاق های هواساز- تراز زیرسکو- پمپ خانه فاضلاب و تونل ها	۵۴
اتاق های برق و فنی	۵۴
سرویس بهداشتی ها	۴۴
تونل های تهویه مطبوع	۵۴
گالری های کابل تراز زیرسکو	۵۴

omoorepeyman.ir

- در خصوص چراغ های رفلکتوری که فاقد دیفیوزر می باشند استفاده از سرپیچ های ضد گرد و غبار پیشنهاد می گردد.

- جنس و نوع پوشش بدنه چراغ ها :

به منظور جلوگیری از زنگ زدن و خوردگی بدنه چراغ ها، کلیه چراغ ها از نوع بدنه فلزی و پوشش رنگ الکتروا ستاتیک، آلومینیوم (دایکا ست، اکسترود) و یا فولاد ضدزنگ (Stainless Steel) انتخاب می گردند. پو شش رنگ در چراغ های بدنه فلزی باید به صورت یکنواخت و در برگیرنده کلیه سطوح داخلی و خارجی آن با شد. کلیه سوراخکاری ها و پانچ های لازم در بدنه چراغ ها باید پیش از رنگ آمیزی اجرا شود و لکه گیری رنگ روی بدنه چراغ ها بعد از رنگ آمیزی قابل قبول نخواهد بود. همچنین در مکان های با رطوبت بالا از قبیل پمپ خانه فاضلاب، تونل های تهویه مطبوع از چراغ ها با بدنه استیل استفاده خواهد شد.

- بدنه کلیه چراغ ها بسته به نوع و نحوه برقرسانی به آنها دارای یک یا دو سوراخ جهت ورود کابل و نصب گلند کابل مناسب می‌باشند. همچنین در نظر گرفتن پیچ اتصال سیم ارت به بدنه کلیه چراغ ها لازم و ضروری می باشد.

- دیفیوزر (لنز) چراغ ها :

کلیه دیفیوزر چراغ ها می‌بایست از نوع :

- ✓ خود خاموش شونده (FLAME RETARDANT)
- ✓ کم دود و عاری از گازهای سمی کلرید هیدروژن (LOW SMOKE-HALOGEN FREE)

انتخاب می شوند. در صورت استفاده از شیشه به عنوان دیفیوزر، استفاده از نوع سیکوریت سندبلاست با ضخامت حداقل ۳ میلیمتر (به منظور جلوگیری از شکسته شدن و افزایش مقاومت در برابر ضربه) الزامی می‌باشد. همچنین طراحی دیفیوزر چراغ از نظر فاصله آن با منبع نوری چراغ و درصد شفافیت آن، باید به گونه‌ای باشد که روشنایی در کل سطح دیفیوزر به عنوان پخش کننده نور، به صورت یکنواخت دیده شود و خطوط نوری پشت دیفیوزر قابل مشاهده نباشد. (استفاده از دیفیوز با ضریب نامشهودی لامپ حداقل ۹۰ درصد.)

- درایور (راه انداز) چراغ های LED :

در صورت استفاده از لامپ های LED موارد زیر در انتخاب مدل و نوع درایور در نظر گرفته می شود :

- ✓ متناسب بودن توان خروجی درایور با احتساب بازده آن با توان نامی چراغ.
- ✓ محل مناسب نصب درایور در داخل چراغ از نظر تبادل حرارتی آسان با محیط اطراف (تمهیدات لازم جهت HEAT DISSIPATION مناسب از قبیل استفاده از خمیر و چسب های سیلیکونی در محل اتصال درایور با بدنه.)
- ✓ LOW HARMONIC بودن چراغ ها به منظور افزایش کیفیت توان شبکه (هارمونیک تولید شده توسط کلیه درایورها-THD- باید در نقطه کار حداکثر ۱۵ درصد باشد.)

omoorepeyman.ir

- ✓ ضریب توان حداقل ۰,۹ درایورها برای کلیه چراغ ها در نقطه کار.
- ✓ FLICKER FREE بودن کلیه درایورها.
- ✓ امکان تحمل کاهش/اضافه ولتاژ به میزان حداقل ۱۰٪± ولتاژ نامی بدون تاثیر در کارکرد مناسب درایور.

۱ـ ۴ ـتحویل گیری

- کلیه لامپ ها و بالاست های مورد استفاده در سیستم روشنایی داخلی می‌بایست مورد تایید سازمان ملی استاندارد ایران بوده و کلیه آزمون های نوعی و نمونه ای لامپ ها، بالاست ها و چراغ ها (در مورد میزان شار نوری، بازتابش نور، نحوه توزیع نور و طول عمر مفید) دارای گواهینامه های معتبر و نتایج مثبت باشد. همچنین در مورد لامپ‌های مورد استفاده در فضاهای عمومی با استفاده ممتد الزامات ذکر شده در خصوص بهره نوری لامپ ها کنترل شود. در نظر گرفتن توصیه های این نوشتار در کنترل طراحی و اجرای سیستم روشنایی توصیه می شود. کنترل تصادفی مشخصات بالاست های نصب شده در سیستم روشنایی از نظر میزان انرژی تلف شده، شاخص های کیفیت توان (بخصوص ایجاد هارمونیک) و تاثیر بالاست در شار نوری لامپ توصیه می شود.
- در طی ساخت و آزمون لامپ ها و بالاست ها، بنا به درخواست خریدار کلیه تسهیلات لازم باید از جانب مجری تهیه شود تا مهندس ناظر بتواند آزمون ها و بازرسی های لازم را انجام دهد. به هر صورت حتی اگر نتایج آزمون ها مثبت هم باشد مهندس حق دارد در صورت عدم مطابقت مشخصات لامپ ها با مشخصات لازم برای مکان، لامپ ها را رد کند.
- کلیه لامپ های مورد استفاده در سیستم روشنایی داخلی باید الزامات و مشخصات فنی ارائه شده در مورد آزمون های موجود در آخرین نسخه ارائه شده از استاندارد IEC شماره های ۶۰۵۹۸ و ۶۰۳۶۴ را داشته باشد.
- بسته بندی لامپ ها، بالاست ها و چراغ ها باید از چنان استحکامی برخوردار باشد که تحویل سالم آنها به مقصد را کاملاً تضمین نماید. همچنین بسته بندی لامپ ها، بالاست ها و تجهیزات چراغ نباید با هیچ گونه ماده آلوده کننده ای تماس داشته باشد.
- هر بسته بندی باید شامل اطلاعات سازنده، شماره سریال، شماره سفارش، تایخ تولید، نوع مدل لامپ و بالاست و مشخصات فنی، ابعاد و وزن آن باشد. کلیه سطوح اطراف لامپ، بالاست و چراغ باید با روش های مناسب با استفاده از مواد مقاوم در برابر ضربه پوشانده شود تا از آسیب‌های احتمالی در مراحل حمل و نقل تا محل و همچنین نصب حفاظت شود.
- به منظور اطمینان از صحت عملکرد لامپ، بالاست و چراغ در سیستم روشنایی، بسته‌بندی لامپ ها و بالاست های مورد استفاده تا زمان نصب در چراغ ها و همچنین بسته بندی چراغ تا زمان نصب روی سطح باز نمی گردند.

omoorepeyman.ir

- دستورالعمل اجرایی روش نصب و راه اندازی.

- طراح باید در مراحل انتخاب چراغ، شرایط و چگونگی نصب چراغ روی سطوح داخلی فضا مانند سقف و دیوارها را بررسی کند. مشخصات اتصال و نیروهای وارده به سطح باید در محاسبات در نظر گرفته شوند.

- مجری عملیات نصب لامپ، بالاست و چراغ باید از وسایل، تجهیزات و ماشین آلات استاندارد استفاده نماید و در انجام مراحل کار با اتخاذ تدابیر لازم مانع از آسیب رسیدن به افراد و یا تجهیزات شود. نصب لامپ، بالاست و چراغ باید بگونه‌ای انجام پذیرد که از اعمال نیروی اضافی و غیرمجاز به لامپ، بالاست، اجزا چراغ و اتصالات به چراغ و سطح جلوگیری شود و ضمناً از وارد آمدن هر گونه آسیب مانند خراشیدگی، تغییر شکل و شکستن تجهیزات چراغ ممانعت شود. همچنین مجری باید شرایط و تسهیلات لازم برای نظارت مهندس بر عملیات نصب را فراهم نماید.

- برای نصب یا تعویض لامپ و بالاست درون چراغ بویژه در مورد چراغ های متصل به سقف، باید استادان کارآزموده را بکار گرفته و اعتبار پروانه مهارت ایشان توسط مجری کنترل شود.

- حین عملیات نصب، نباید در مشخصه های نوری و الکتریکی لامپ و چراغ و مشخصه های پخش نور چراغ چنانکه در دفترچه مشخصات سازنده آن آمده است، خللی وارد آید. اتصال بین لامپ و محل چراغ باید توسط سرپیچ های استاندارد و متناسب با نوع چراغ و لامپ انجام شده و کنترل های لازم در این خصوص توسط اشخاص ذی صلاح انجام شود. از تغییر شکل بازتابنده‌های نوری و همچنین ایجاد مانع تابش نور در چراغ باید جلوگیری بعمل آید.

- در هنگام نصب لامپ، بالاست و چراغ در ارتفاع، رعایت ضوابط و مقررات مربوط به ایمنی مطابق ضابطه شماره ۵۵ و ضابطه شماره ۱۱۰، لازم الاجرا است. مجری موظف است پس از اجرای عملیات نصب گزارشی از تعداد، نوع و آرایش چراغ های نصب شده و همچنین نحوه تغذیه الکتریکی هر چراغ از نظر فاز و شماره سیم با قید زمان اجرا در اختیار بهره بردار قرار دهد.

- اتصال بین چراغ و سطح باید بگونه ای انجام شود که دوام و ایمنی آنها تضمین شود. اتصال چراغ ها به سطح باید قبل از شروع بهره برداری و همچنین پس از تغییرات عمده در سیستم روشنایی آزموده شود تا نسبت به صحت کارهای انجام شده اطمینان حاصل شود.

- استفاده از وسایل حفاظت فردی در هنگام نصب لامپ و بالاست درون چراغ یا تعویض لامپ برای اطمینان از سلامت فرد الزامی است. این تجهیزات بسته به موقعیت عبارتند از :

کلاه ایمنی، هنگامی که احتمال برخورد اجسام سخت با سر افراد وجود دارد، کمربند ایمنی و طناب مهار، هنگام کار در ارتفاع و احتمال سقوط، دستکش ایمنی و لباس ایمنی.

- کلیه و سایل حفاظت فردی باید بطور مستمر توسط اشخاص ذی صلاح بازرسی و کنترل شده و در صورت لزوم تعمیر یا تعویض شوند تا همواره برای تامین ایمنی کارگران آماده باشند. کلیه و سایلی که قبلاً مورد استفاده قرار

omoorepeyman.ir

نگرفته‌اند، باید قبل از این که در اختیار افراد قرار گیرند، توسط اشخاص ذی صلاح کنترل شوند. در تهیه و کاربرد وسایل حفاظت فردی، بایستی ضوابط آیین نامه " وسایل حفاظت انفرادی " مصوب شورای عالی حفاظت لحاظ شده و خواسته های آن تامین شود.

- هنگام کار در ارتفاع و استفاده از تجهیزات و ماشین آلات بالابر در نصب یا تعویض لامپ ها، بالاست ها و چراغ ها، کلیه قسمت‌های تشکیل دهنده وسایل بالابر و اجزا آنها (قطعات اصلی، اتصالات، کابل ها، زنجیرها، مهارها، پایه ها، تکیه گاه ها) باید با رعایت اصول و قواعد فنی و دستورالعمل‌های سازندگان معتبر و توسط اشخاص ذی صلاح نصب و آماده به کار شوند. هر وسیله بالابر دارای ظرفیت بار مجاز و همچنین سرعت کار مطمئن است که باید بر روی تابلویی درج و در محل مناسب بر روی دستگاه نصب شود. رعایت حداکثر بار و سرعت دستگاه بالابر توسط مجری الزامی است.

- در صورت استفاده از نردبان جهت نصب یا تعویض لامپ ها و بالاست های سیستم روشنایی و چراغ ها، پایه های نردبان باید در تکیه گاهی محکم ثابت شود بطوری که احتمال هیچگونه لغزشی وجود نداشته باشد. هنگام استفاده از نردبان، حمل تجهیزات از جمله لامپ و ابزار نصب/تعویض ممنوع است. بکارگیری نردبان های با پله ترک خورده و یا ناقص ممنوع است. پله‌های نردبان های فلزی باید آجدار باشد تا از لغزش پا بر روی آنها جلوگیری کند. رعایت تمام بندهای ضابطه شماره ۵۵ در هنگام استفاده از نردبان برای نصب یا تعویض لامپ ها و بالاست های سیستم روشنایی و چراغ ها الزامی است.

- مجری موظف است پس از اجرای عملیات نصب گزارشی از تعداد، نوع و آرایش لامپ های نصب شده با قید زمان در اختیار بهره بردار قرار دهد.

- در مورد لامپ ها و بالاست ها، عملیاتی بعنوان تعمیر و نگهداری تعریف نمی‌شود. بهره برداری از لامپ ها و بالاست ها بصورت " استفاده تا خروج (Run to Fail) " بوده و تا هنگام خرابی اقدامی جهت جایگزینی لامپ ها انجام نمی شود. اگر چه کیفیت رنگ لامپ در حالت خارج شدن از طول عمر مفید زیر حد طبیعی بوده و توصیه می شود با تمام شدن طول عمر مفید، لامپ‌ها تعویض شوند.

- لوازم یدکی مورد نیاز در دوره بهره برداری ۵ ساله و وسایل لازم برای نصب و جایگزینی لامپ ها و بالاست ها که به نظر سازنده مورد نیاز است، باید توسط مجری پیشنهاد و تامین شود. لامپ ها و بالاست های جایگزین شده نیز می‌بایست از نظر مشخصات فنی با کلیه الزامات تعیین شده برای تجهیزات اصلی مطابقت داشته باشند.

- چراغ های روشنایی با توجه به محل نصب همواره در معرض گرد و غبار و آلودگی قرار داشته و با گذشت زمان به تدریج انعکاس نور تجهیزات چراغ از حالت پیش‌بینی شده در طراحی ها فاصله می گیرد. از این رو الزامی است طراح سیستم روشنایی هنگام انتخاب چراغ، قابلیت و سهولت تمیز کاری در سطح بازتابنده های نوری چراغ را در

omoorepeyman.ir

نظر بگیرد و همچنین بهره‌بردار سیستم روشنایی می‌بایست بسته به شرایط محل از نظر آلودگی در فواصل زمانی مناسب و حداکثر شش ماهه نسبت به نظافت سطوح بیرونی چراغ و کمک به انعکاس نور حداکثری سیستم های روشنایی اقدام نمایند. با توجه به ساختار چراغ‌ها، بهره‌برداری از چراغ لامپ بصورت " استفاده تا خروج " بوده و تا هنگام خرابی و یا فرسودگی اقدامی جهت جایگزینی آن انجام نمی شود. طول عمر مفید چراغ باید چند برابر طول عمر مفید لامپ ها و بالاست ها باشد. چراغ های جایگزین نیز می‌بایست از نظر مشخصات فنی با کلیه الزامات تعیین شده برای تجهیزات اصلی مطابقت داشته باشند.

- مدارکی که باید طراح و مجری سیستم روشنایی در مورد لامپ ها و بالاست ها، پس از اجرای کار در اختیار بهره بردار قرار دهند، عبارتند از :

- ✓ نقشه برابر ساخت مربوط به محل و نوع کلیدهای فرمان چراغ ها، مسیرهای تغذیه چراغ ها با ذکر نوع کابل و سیم، تجهیزات قطع و وصل، تجهیزات حفاظت، آرایش چراغ ها، نوع چراغ، توان مصرفی هر چراغ.
- ✓ نقشه های برابر ساخت که محتوی تعداد و نوع لامپ ها، بعنوان نمونه در چراغ شامل ۳ لامپ فلورسنت ۴۰ واتی، در محل مناسب قید شود : (3x40W)
- ✓ لیست تعداد و نوع بالاست های مورد استفاده در چراغ های روشنایی
- ✓ لیست تعداد و نوع چراغ های مورد استفاده در سیستم روشنایی
- ✓ کاتالوگ و کتابچه مشخصات فنی و اطلاعات سازنده لامپ، بالاست و چراغ (و یا دفترچه ضمانت لامپ، بالاست و چراغ در صورت وجود)
- ✓ لیست تجهیزات و لوازم یدکی مورد نیاز بهره بردار
- ✓ خلاصه ای از گزارش آزمون های بهره وری و طول عمر مفید انجام شده بر روی لامپ ها و بالاست ها و نتایج پخش نور انجام شده بر روی چراغ ها و گواهی موفقیت آنها
- ✓ دستورالعمل های مربوط به نظافت، انبارداری، شرایط نگهداری نصب و جایگزینی لامپ ها، بالاست ها و چراغ ها

- در نقشه های سیستم روشنایی هر ساختمان و مجموعه، باید محل فیزیکی دقیق هر لامپ و بالاست در چراغ مربوطه یا در کنار راهنمای نقشه، نوع لامپ و بالاست و مشخصات اصلی آن و مسیر مدار به دقت ترسیم شود. مقیاس نقشه ها نباید کمتر از ۱/۱۰۰ باشد. نقشه ها باید خوانا، واضح و به نحوی تهیه شده باشند که بین خطوط، اجزا و نوشته های مربوط به لامپ ها و بالاست ها و هر تجهیز دیگر هیچگونه ابهامی وجود نداشته باشد. برای نمایش اجزا و تجهیزات سیستم روشنایی علائم و نشانه‌هایی که در نقشه های بکار می رود باید مطابق استاندارد علائم و نشانه های IEC شماره ۶۱۷ باشد. این مدارک باید مطابق با الزامات و دستورالعمل های آخرین نسخه استاندارد شماره 60598 , 60898 , 60364 IEC ارائه شوند.

omoorepeyman.ir

- میزان شار نوری، ضریب برگردان چراغ، طول عمر و توزیع نور چراغ از مهمترین پارامترهای چراغ هستند که باید در آزمون‌های محصولات و همچنین اقدامات بازرسی و نظارت مورد توجه قرار گیرند. کلیه چراغ های مورد استفاده در سیستم روشنایی باید دارای بازتابنده های نوری استاندارد به منظور بهینه سازی جهت پخش نور و تمرکز آن لامپ روی سطح کار باشد. کنترل این موضوع در مراحل بررسی سیستم اجرا شده الزامی است.

۱ـ ۵ ـبهره برداری و نگهداری

۱ ـ ۵ـ ۱-علل کاهش ایمنی

چراغ ها در مترو ممکن است به علل زیر در طول زمان ایمنی خود را از دست بدهد :

الف- کلیه بخش های چراغ یا قسمت هایی از آن در اثر مرور زمان یا در اثر عوامل محیطی فرسوده شود.

ب- در تجهیزات داخل چراغ ها دخل و تصرف هایی، بدون داشتن اطلاعات لازم و کافی، انجام شود.

پ- تعمیرات یا جابجائی هایی انجام شود که سبب ایجاد تغییراتی در تجهیزات داخل چراغ شود.

برای اطمینان از ایمنی نصب چراغ ها باید پس از پایان کار یا انجام هرگونه تغییرات و در فواصل زمانی معینی، چراغ ها به همراه کلیه تجهیزات داخل آن مورد بازرسی قرار گرفته و عملکرد آن ها کنترل شود.

۱ ـ ۵ـ ۲-مدارک زمان اجرا

نظر به آنکه قسمت اعظم تجهیزات چراغ ها در زمان بهره برداری قابل رؤیت نیستند، لازم است ترتیبی اتخاذ شود که کلیه اطلاعات مربوط به چراغ ها و تجهیزات داخل آن در زمان اجرای کار ثبت و نگهداری شده و در زمان بهره‌برداری در اختیار بهره‌بردار قرار داده شود.

این مدارک باید در بازرسی های دوره ای مورد استفاده قرار گیرند.

مدارک لازم برای این منظور عبارتند از :

- نقشه های چون ساخت چراغ ها.
- مشخصات تجهیزات به کار برده شده در چراغ ها.
- دستور العمل نصب چراغ ها.

۱ ـ ۵ـ ۳-مطابقت با استانداردها

کلیه چراغ ها به همراه تجهیزات داخل آن باید با استانداردهای ملی ایران یا با استانداردهای معتبر بین المللی مطابقت داشته باشد. در صورت عدم تطابق با استانداردهای معتبر، چراغ ها یا تجهیزات داخل آن باید تعویض یا اقدامات دیگری برای تأمین ایمنی لازم به عمل آید.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۵ـ ۴-ضوابط نصب

کلیه چراغ ها باید مطابق استانداردهای اشاره شده در بخش مربوطه انتخاب و نصب شده باشد.

۱ ـ ۵ـ ۵-عملیات بازرسی

عملیات بازرسی چراغ ها در هر دوره شامل بازدید عینی، انجام آزمون‌ها و تهیه گزارش بازرسی می‌باشد.

۱ ـ ۵ـ ۶-بازدید عینی از چراغ ها

بازدیدهای عینی به منظور مشاهده میدانی و اطمینان از سالم بودن چراغ ها به عمل می‌آید و باید به طور کامل ثبت شوند. بازدید عینی باید قبل از عملیات مربوط به آزمون ها و بخش به بخش بوده و با رعایت کامل نکات ایمنی و دقت بالا انجام شود. کلیه چراغ‌ها، مطابق الزامات این سند، باید مورد بازرسی قرار گیرند و شامل موارد زیر بوده ولی محدود به آن ها نمی‌شوند.

الف- سیم های داخلی چراغ ها.

ب **-** ترمینال های داخلی چراغ.

پ **-** لامپ ها.

ت - بالاست ها.

ث- مدول های LED.

ج- راه انداز (درایور)

چ – دستورالعمل ها، نقشه ها و مدارک.

ح – چگونگی و نحوه نصب چراغ ها و اتصالات آنها.

خ – شرایط محیطی و محل نصب و متناسب بودن چراغ ها با آن شرایط.

د- مطابقت کامل مشخصات فنی و ایمنی کلیه چراغ ها و تجهیزات داخل آن که به صورت ثابت نصب شده اند با استانداردهای مربوطه.

۱ ـ ۵ـ ۷-انجام آزمون ها

تاسیسات برقی را باید قبل از شروع بهره‌برداری و یا پس از هر تغییر عمده در آن مورد کنترل و آزمایش قرارداد و تنظیم های لازم در تجهیزات و لوازم بر اساس شرایط طرح، کارکرد آنها و بهره برداری انجام تا نسبت به صحت کارهای انجام شده طبق این مدرک اطمینان حاصل شود. برای این منظور لازم است آزمایش ها و کنترل های زیر، انجام گیرد (استاندارد شماره IEC 60364-6) :

الف) آزمایش های عمومی تاسیسات برقی از قبیل راه اندازی، آزمایش و روشن و خاموش نمودن چراغ ها

omoorepeyman.ir

ب) کنترل تاسیسات برقی اجرا شده و تطابق آن با نقشه های طرح تاسیسات برقی و دستور العمل های اجرایی حین ساخت

انجام آزمون ها برای تشخیص سالم بودن و عملکرد چراغ ها بوده و در آن ها باید موارد زیر رعایت شود :

- حداقل ۱۰٪ از لوازم و تجهیزات قطع و وصل باید بازشده و قطعات برقی و مکانیکی آنها از نظر آسیب، سائیدگی و نفوذ مایعات به داخل محفظه، بازدید و نتیجه آن گزارش شود. اگر تعداد موارد ایراد از ۳٪ کل، تجاوز کند، باید همه لوازم و تجهیزات قطع و وصل، کنترل و نتیجه گزارش شود.

- حفاظت در برابر تماس مستقیم باید با توجه به وجود عایق بندی، مانع و حفاظ های مستقر در خارج از دسترس کنترل شوند و در صورت وجود اشکال، مراتب گزارش شود. لازم است توجه شود که نباید از وسیله حفاظتی جریان باقیمانده به عنوان تنها وسیله حفاظت در برابر تماس مستقیم استفاده شود.

- روش حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم باید مشخص و ثبت شود. حفاظت از طریق قطع تغذیه به صورت خودکار و هم‌بندی برای هم‌ولتاژ کردن و وصل هادی حفاظتی به زمین باید دقیقاً کنترل شده و هر گونه کاستی گزارش شود.

۱ ـ ۵ـ ۸-تجهیزات آزمون

تجهیزاتی که برای انجام آزمون ها به کار می رود باید با استانداردهای بین المللی معتبر مطابقت نماید.

۱ ـ ۵ـ ۹-گزارش بازرسی

کلیه اطلاعات حاصل از بازدید عینی، آزمون ها و اقداماتی که برای رفع نواقص احتمالی انجام شده است، باید به صورت گزارشی تنظیم و در پرونده نگهداری ساختمان بایگانی شود. در این گزارش باید موارد زیر ثبت شوند :

الف- کلیه بازدیدهای عینی انجام شده.

ب- آزمون های انجام شده و نتایج آن.

پ- شرح کلیه نواقص مشاهده شده.

ت- شرح عملیات مربوط به رفع نواقص.

نتیجه نهایی عملیات بازرسی باید به صورت گزارش ثبت و در پرونده نگهداری بایگانی شوند.

تبصره: کلیه عملیات مربوط به بازرسی های عنوان شده در این بخش باید توسط افراد حقیقی یا حقوقی ذیصلاح که صلاحیت آنها به تأیید مقام مسئول بهره‌بردار رسیده باشد، انجام شود.

۱ ـ ۵ـ ۱۰-نشانه گذاری و نصب اطلاعیه های هشدار دهنده

در تأسیسات برقی باید در نقطه شروع هر تأسیسات یا انشعاب، در کلیه نقاط اتصال به الکترودهای زمین و هم‌بندی ها و بدنه‌های هادی بیگانه و در کلیه نقاطی که از وسائل حفاظت جریان باقیمانده استفاده می‌شود، اطلاعیه ها و پلاک های هشدار دهنده، از جنسی که دارای دوام کافی باشد، نصب شود.

omoorepeyman.ir

۱ ـ ۵ـ ۱۱-دوره تناوب بازرسی

دوره تناوب بازرسی چراغ ها سالانه می باشد. لذا باید سالانه حداقل یک بار بازرسی انجام شود. در تأسیسات برقی باید توجه داشت که نمی توان تأسیسات را به مدت طولانی رها کرده و مورد بازدید قرار نداد، چرا که فرسودگی ناشی از گذشت زمان ممکن است آثاری در آن ایجاد کند و خطرآفرین شود. در این تأسیسات لازم است در دوره های تناوب کوتاه تر، بازرسی های مختصری به عمل آورده شود. ولی برای این بازدیدها لازم نیست از افراد متخصص و یا انجام آزمون ها کمک گرفته شود بلکه افراد آشنا به امور برقی و حتی افراد عادی که دانایی فنی اندکی دارند نیز می توانند از عهده کار برآیند. بدیهی است چنانچه مشکلی وجود داشته باشد، افراد متخصص باید به آن رسیدگی کنند.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲ـ فصل دوم

ضوابط بهره برداری، تحویل گیری و نگهداری کابل

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲ـ ۱ ـتعاریف و اصطلاحات

واژه‌ها و اصطلاحات مورد استفاده در این فصل دارای تعاریف زیر خواهند بود :

۲ ـ ۱ـ ۱-هادی (conductor)

ماده رسانا که به منظور عبور جریان الکتریکی مورد استفاده قرار می گیرد و در حوزه کاربرد این فصل شامل مفتول های نازک از جنس مس نرم شده (Annealed) (افشان) در سیم قابل انعطاف و شامل تک مفتول یا مفتول های منظم تابیده شده در سیم غیرقابل انعطاف است.

۲ ـ ۱ـ ۲-سیم (wire)

سیم شامل هادی است که توسط پوشش عایق احاطه شده باشد.

۲ ـ ۱ـ ۳-کابل (cable)

کابل یک یا چند هادی (تک یا چند رشته) است به طوری که هر هادی به وسیله عایق واحدی عایق کاری شده و مجموعه هادی های عایق دار نیز در داخل یک پوشش اضافی قرار گرفته باشد.

۲ ـ ۱ـ ۴-هسته کابل (رشته کابل) (cable core)

هر رشته هادی عایق دار که درون کابل واقع شده باشد، یک هسته نامیده می‌شود.

۲ ـ ۱ـ ۵-آمیزه پلی وینیل کلراید ((polyvinyl chloride compound (PVC)

ترکیبی از مواد که به طور مناسب انتخاب و با هم فرآوری شده اند که جزء اصلی آن پلاستومرهای پلی وینیل کلراید یا یکی از کوپلیمرهای آن است. این واژه همچنین برای آمیزه های شامل پلی وینیل کلراید و برخی از پلیمرهای آن به کار می رود.

۲ ـ ۱ـ ۶-آمیزه لاستیک (rubber compound)

ترکیب موادی که به صورت مناسب انتخاب، به نسبت مناسب ترکیب، عمل آوری و ولکانیزه شده، به طوری که جزء اصلی آن لاستیک و یا الاستومر مصنوعی باشد.

۲ ـ ۱ـ ۷-آمیزه پلی کلروپرن (polychloroprene (PCP) compound)

آمیزه ولکانیزه شده ای که الاستوم ر آ ن ا ز نو ع پلی کلروپرن یا سایر الاستومرهای مصنوعی معادل بوده و آمیزه ای با ویژگی های مشابه PCP ایجاد می کند.

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۱ـ ۸-آمیزه لاستیکی اتیلن-وینیل استات (ethylene-vinyl acetate (EVA) compound)

آمیزه با ساختار پیوند زنجیره ای (کراس لینک شده) که الا ستومر آن، اتیلن وینیل ا ستات یا سایر الا ستومرهای مصنوعی معادل بوده و آمیزه ای با ویژگی مشابه EVA ایجاد می کند.

۲ ـ ۱ـ ۹-آمیزه لاستیکی اتیلن پروپیلن (ethylene propylene (EP) compound)

آمیزه با ساختار پیوند زنجیره ای (کراس لینک شده) که الا ستومر آن، اتیلن پروپیلن یا الا ستومر م صنوعی معادل بوده و آمیزه ای با ویژگی های مشابه EPR ایجاد می کند.

۲ ـ ۱ـ ۱۰-پلی وینیل کلراید کراس لینک شده ((crosslinked polyvinyl chloride (XLPVC)

ترکیبی از موادی که پلی وینیل کلراید جزء اصـــلی آن ها بوده و دارای عوامل کراس لینک کننده کافی باشـــد که به صورت منا سب انتخاب، به نسبت منا سب ترکیب و عمل آوری شده و پس از کراس لینک شدن، الزامات ارایه شده در مشخصات مربوطه را برآورده می سازد.

۲ ـ ۱ـ ۱۱-حفاظ فلزی (metallic screen)

حفاظ فلزی باید شامل یک یا چند نوار، یا بافت (Braid) یا لایه هم مرکز متشکل از تعدادی سیم یا ترکیبی از سیم ها و نوار(ها) باشد.

۲ ـ ۱ـ ۱۲-غلاف (Sheath)

از جنس نیمه هادی یا فلزی بوده و می تواند در انواع PVC، مسی، سربی، فولادی و آلومینیومی ساخته شود. غلاف به شکل نسبتا محکمی رشته سیم های کابل را احاطه می کند و می تواند عایق کابل را در مقابل انواع نیروهای مکانیکی محافظت کرده و همچنین از نفوذ رطوبت به داخل کابل جلوگیری کند.

۲ ـ ۱ـ ۱۳-زره (Armour)

از رشته سیم های گرد یا تخت یا نوارهایی تشکیل شده و به منظور استحکام بیش تر در برابر آسیب رسانی احتمالی نیروهای مکانیکی در هنگام نصب و بهره برداری، در کابل پیش بینی می شود.

سـیم های تخت یا گرد باید از جنس فولاد گالوانیزه، مس یا مس قلع اندود، آلومینیوم یا آلیاژ آلومینیوم باشـد. نوارها باید از جنس فولاد، فولاد گالوانیزه، آلومینیوم یا آلیاژ آلومینیوم با شد. نوارهای فولادی باید به صورت نورد گرم یا سرد با کیفیت تجاری باشد.

در حالت هایی که در لایه زره سیم فولادی نیاز به تامین حداقل رسانایی باشد، استفاده از تعداد کافی سیم های مسی یا مس قلع اندود در لایه زره مجاز است.

به هنگام انتخاب جنس زره، باید دقت خاصی در مورد احتمال خوردگی آن به عمل آید. این امر نه فقط از نظر ایمنی مکانیکی بلکه از نظر ایمنی الکتریکی نیز حائز اهمیت است، به ویژه هنگامی که زره به عنوان حفاظ فلزی به کار می رود.

omoorepeyman.ir

زره کابل های تک رشته که در شبکه (a.c.) به کار می رود باید از ماده غیر مغناطیسی باشد مگر آنکه ساختار خاصی انتخاب شده باشد. برای این کابل ها استفاده از زره آلومینیومی پیشنهاد می شود.

۲ ـ ۱ـ ۱۴-روکش جداکننده (separation sheath)

اگر لایه فلزی زیرین و زره فوقانی از دو جنس مختلف با شد، باید با یک روکش اکسترود شده از جنس عموماً PVC یا PE از هم جدا شوند.

۲ ـ ۱ـ ۱۵-روکش نهایی (over sheath)

تمام کابل ها باید دارای یک روکش نهایی باشد. روکش کابل ها معمولا به رنگ مشکی است ولی می تواند با توافق بین سازنده و خریدار، بسته به مناسب بودن آن برای شرایط خاص کاربری کابل به رنگ دیگری انتخاب شود. روکش باید از جنس یک ترکیب گرمانرم (مانند P.V.C، پلی اتیلن یا بدون هالوژن) یا از جنس ترکیبات کشسان (مانند پلی کلروپرن و...) باشد.

در صورتی که از روکش برای کاربرد خاص استفاده می شود ممکن است استفاده از افزودنی های شیمیایی ضروری باشد.

برای مثال حفاظت روکش در برابر خوردگی جوندگان موذی از قبیل موریانه. این افزودنی ها نباید دارای مواد مضر برای انسان یا محیط زیست باشد.

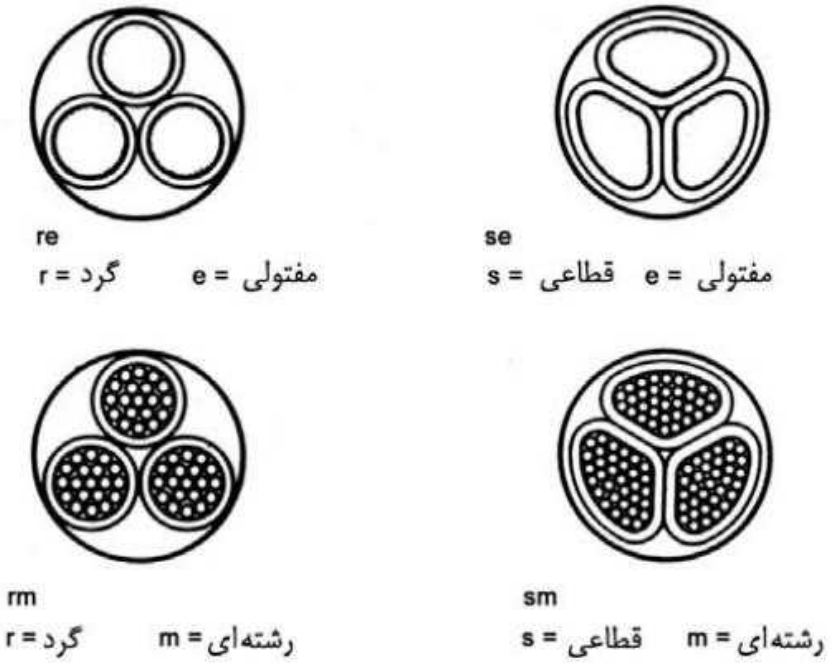
۲ ـ ۱ـ ۱۶-سطح مقطع نامی

مقداری که اندازه خاصی از هادی را مشخص می کند ولی این اندازه تابع اندازه‌گیری مستقیم نیست.

۲ ـ ۱ـ ۱۷-مقاطع کابل

در شکل زیر انواع مقاطع کابل از نظر مفتولی یا رشته ای بودن هادی های کابل و نیز مقاطع گرد یا قطاعی آن نشان داده شده است.

omoorepeyman.ir



شکل ۲—۱ انواع مقاطع کابل

۲ ـ ۱ـ ۱۸-سطوح ولتاژی

سیستم فشار ضعیف : ۲۰۰v-۴۰۰

سیستم فشار متوسط : ۲۰ kv

سیستم جریان ضعیف

۲ ـ ۱ـ ۱۹-ولتاژ اسمی (rated voltage)

ولتاژ اسمی کابل، ولتاژی است که کابل برای آن طراحی شده و آزمون های الکتریکی بر اساس آن انجام می‌شود. ولتاژ اسمی به صورت $U_0/U(U_m)$ بر حسب ولت بیان می شود.

U_0 مقدار موثر (r.m.s) ولتاژ بین هر هادی عایق دار و زمین (پوشش فلزی کابل یا هر پوشش دیگر) می‌باشد.

U مقدار موثر (r.m.s) ولتاژ بین هر دو فاز یک کابل چند رشته ای یا سیستمی از کابل های تک رشته می‌باشد.

U_m مقدرا " بالاترین ولتاژ سیستم " است که کابل برای کار در آن، مناسب باشد.

در یک سیستم جریان متناوب، ولتاژ اسمی سیم یا کابل باید حداقل برابر با ولتاژ نامی سیستم باشد که سیم یا کابل برای کار در آن در نظر گرفته شده است. این شرط برای هر دو مقدار ولتاژهای U_0 و U الزامی است. در یک سیستم جریان مستقیم، ولتاژ نامی سیستم نباید بیش از ۱,۵ برابر ولتاژ اسمی سیم یا کابل باشد.

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۱ـ ۲۰-جریان مجاز کابل (current-carrying capacities)

حداکثر شدت جریانی ا ست که هادی کابل می تواند برای مدت نامحدود از خود عبور دهد بدون اینکه دمای عایق از مقدار مجاز افزایش پیدا کند. حداکثر دمای عایق گرمانرم (PVC)، ۷۰ درجه سلسیوس و حداکثر دمای عایق ترموستینگ (XLPE یا لاستیک EPR)، ۹۰ درجه سلسیوس است.

۲ ـ ۱ـ ۲۱-عایق گرمانرم (thermoplastic insulation)

عایق ساخته شده از پلاستیک که می تواند با حرارت دادن مکرر نرم شود و با سرد شدن در محدوده دمای مشخصه پلاستیک سفت شود و در حالت نرم شده، قادر به تغییر شکل مکرر توسط فرآیند اکسترود شدن باشد.

۲ ـ ۱ـ ۲۲-اضافه جریان

هر جریانی است که بیش از جریان اسمی باشد.

۲ ـ ۱ـ ۲۳-جریان اضافه بار

اضافه جریان به وجود آمده در مداری که از نظر الکتریکی آسیب ندیده باشد.

۲ ـ ۱ـ ۲۴-جریان اتصال کوتاه

اضافه جریانی است که در اثر متصل شدن دو نقطه با ولتاژهای مختلف، در هنگام کار عادی از طریق مقاوت ظاهری (امپدانس) بسیار کم، به وجود آمده باشد.

۲ ـ ۱ـ ۲۵-جریان باقیمانده

این جریان جمع برداری مقادیر لحظه‌ای جریان‌هایی است که از همه هادی های برقدار یک مدار معین در یک نقطه از تاسیسات برقی عبور می کند، این جریان را گاهی به اشتباه جریان به زمین یا جریان نشت به زمین نیز خوانده‌اند.

۲ـ ۲ ـاستاندارد ها، نشریات و مراجع

سیم ها و کابل های که در تاسیسات الکتریکی مترو به کار می روند باید برابر جدیدترین اصلاحیه استانداردهای موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و یا یکی از استانداردهای شناخته شده و معتبر جهانی مانند کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC : International Electrotechnical Commission) به شرح زیر طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد :

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۲ـ ۱-استاندارد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- ISIRI 11219 : کابل های الکتریکی با ولتاژ اسمی تا حداکثر ۴۵۰/۷۵۰ ولت - راهنمای استفاده.
- ISIRI 1937-1 : تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف - قسمت ۱: اصول بنیادی، ارزیابی مشخصات کلی، اصطلاحات و تعاریف.
- ISIRI 1937-5-52 : تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف - قسمت ۵-۵۲: انتخاب و نصب تجهیزات الکتریکی - سیستم های سیم کشی.
- ISIRI 3084 : هادی‌های کابل های عایق شده
- ISIRI 3082-1 : آزمون‌های کابل های الکتریکی تحت شرایط آتش - یکپارچگی مدار - قسمت ۱ : روش آزمون آتش همراه ضربه مکانیکی در دمای دست کم ۸۳۰°C برای کابل های با ولتاژ اسمی تا و خود ۰/۶/۱Kv و با قطر کلی بیشتر از ۲۰mm
- ISIRI 3082-2 : آزمون های کابل های الکتریکی تحت شرایط آتش - یکپارچگی مدار - قسمت ۲ : روش آزمون آتش با شوک در دمای حداقل ۸۳۰°C برای کابل های با ولتاژ اسمی تا و خود ۰/۶/۱Kv و با قطر کلی کمتر از ۲۰ mm
- ISIRI 3082-3 : آزمون های کابل های الکتریکی تحت شرایط آتش - یکپارچگی مدار - قسمت ۳ : روش آزمون آتش همراه ضربه مکانیکی در دمای دست کم ۸۳۰°C برای کابل های با ولتاژ اسمی تا و خود ۰,۶/۱Kv آزمون شده در محفظه فلزی
- ISIRI 3082-11 : آزمون های کابل های الکتریکی تحت شرایط آتش - یکپارچگی مدار - قسمت ۱۱ : آتش با کمینه دمای شعله ۷۵۰°C
- ISIRI 3082-21 : آزمون روی کابل های الکتریکی تحت شرایط آتش - برقراری مدار - قسمت ۲۱ : روش ها و مقررات برای کابل‌های با ولتاژ نامی تا و خود ۰,۶/۱Kv
- ISIRI 3569-1 : کابل های قدرت با عایق اکسترود شده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژهای اسمی از 1kV (U_m=1.2kV) تا و خود ۳۰kV (U_m=36kV) - قسمت ۱ : کابل های با ولتاژ اسمی 1kV (۱,۲kv=U_m) و 3kV (۳,۶kv=U_m)

omoorepeyman.ir

- INSO-IEC 60287-1-3 : کابل های الکتریکی- محاسبه جریان نامی- قسمت ۱-۳: معادلات جریان نامی (ضریب بار ۱۰۰ ٪) و محاسبه تلفات – جریان مشترک بین کابل های تک رشته ای موازی و محاسبه تلفات جریان گردشی.

۲ ـ ۲ـ ۲-استانداردهای کمیسون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)

- IEC 60364-1 : تاسیسات الکتریکی ساختمان ها، بخش ۱- اصول پایه ای، ارزیابی شاخصه های عمومی، تعاریف
- IEC 60364-5-51 : تاسیسات الکتریکی ساختمان ها، بخش ۵۱-۵، انتخاب و نصب دستگاه الکتریکی، مقررات عمومی
- IEC 60364-5-52 : تاسیسات الکتریکی ساختمان ها، بخش ۵۲-۵، انتخاب و نصب دستگاه الکتریکی، سیستم های سیم کشی
- IEC 60364-5-54 : تاسیسات الکتریکی ساختمان ها، بخش ۵۴-۵، انتخاب و نصب دستگاه الکتریکی، ساختارهای اتصال زمین و هادی‌های حفاظتی
- IEC 60502-1 : کابل های برق با عایق اکسترود شده و لوازم جانبی آنها - قسمت ۱: کابل های ولتاژ نامی یک کیلوولت (Um = 1,2 kV)
- IEC 60331 : آزمایش یکپارچگی مدار کابل های الکتریکی در شرایط آتش سوزی؛ Fire Resistance
- IEC 60332 : آزمایش کابلهای الکتریکی و فیبر نوری تحت شرایط آتش سوزی با شعله عمودی برای ویژگی Flame Retardant
- IEC 60228 : مشخصات رسانای سیم و کابل های عایق شده
- IEC 60754 : تست گازهای حاصل از سوختن مواد سیم و کابل ها؛ تعیین محتوای گازهای هالوژنی - اسیدی
- IEC 61034 : اندازه گیری چگالی دود کابل های سوزانده شده در شرایط تعریف شده
- IEC 62440 : راهنمای استفاده از کابل های الکتریکی با ولتاژ اسمی حداکثر ۷۵۰/۴۵۰ ولت

۲ ـ ۲ـ ۳-استانداردهای B.S

- BS 7540 : کاربرد کابل های با ولتاژ اسمی حداکثر ۴۵۰/۷۵۰ ولت
- BS 7769 : کابل الکتریکی - محاسبه جریان اسمی

omoorepeyman.ir

- BS 7671 : مقررات سیم کشی (The IET Wiring Regulations)

۲ ـ ۲ـ ۴-استانداردهای DIN VDE

- DIN VDE 0100 : نصب تاسیسات برقی با ولتاژ زیر ۱۰۰۰ ولت
- DIN VDE 0100-450 : مقادیر توصیه شده برای جریان مجاز - پیوست ۱
- DIN VDE 0276 Part603 : کابل های توزیع با ولتاژ اسمی ۰,۶/۱ کیلوولت
- DIN VDE 0276 Part1000 : قابلیت بار، کلیات، ضرایب صحیح
- DIN VDE 0262 : کابل پلی اتیلن مستحکم (XLPE) و غلاف پی. وی. سی با ولتاژ تا ۰,۶/۱ کیلوولت

۲ ـ ۲ـ ۵-سایر استانداردها

- آیین نامه مربوط به سیستم های مسافری ریلی NFPA130 (استاندارد برای سیستم های ترانزیت با مسیر ثابت و مسافری ریلی)

NFPA 130 (This standard specifies fire protection and life safety requirements for underground, surface, and elevated fixed guideway transit and passenger rail systems

- موسسه مهندسان برق و الکترونیک : IEEE : INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS

تبصره : در مواردی که برای سیم و کابل، بند مورد نظر استاندارد ایرانی تدوین و ابلاغ نگردیده است، استانداردهای IEC و سایر استانداردهای معتبر جهانی از قبیل CENELEC، VDE و BS باید ملاک عمل قرار گیرد.

۲ـ ۳ ـضوابط تهیه، حمل و نصب سیم و کابل‌ها

۲ ـ ۳ـ ۱-مشخصات اصلی کابل

مشخصات اصلی کابل ها شامل موارد زیر است :

- ولتاژ اسمی و جریان مجاز
- جنس هادی، سطح مقطع و شکل آن
- جنس عایق
- شناسه هسته

omoorepeyman.ir

- نوع حفاظ
- جنس غلاف
- نوع زره
- نوع حفاظت در برابر خوردگی

۲ـ ۳ ـ ۱ـ ۱ـمشخصات کابل های با عایق بندی پلی اتیلن مستحکم (XLPE : Cross-Link Poly Ethylene)

- کابل های توزیع نیرو، فشار ضعیف زیر با ولتاژ ۰,۶/۱ کیلوولت بر اساس استانداردهای۶۰۵۰۲ IEC و ۰۲۷۲ DIN VDE طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار می گیرند. در این نوع کابل ها حرارت مجاز هادی ۹۰ درجه سانتیگراد و حرارت مجاز اتصال کوتاه تا ۵ ثانیه برابر ۲۵۰ درجه سانتیگراد است.
- در جدول زیر حداکثر دمای نامی برای انواع مختلف ترکیبات عایقی آورده شده است.

جدول ۴ـ۱ حداکثر دمای نامی

	حداکثر دمای نامی هادی (°c)	
	کارکرد عادی	اتصال کوتاه (حداکثر تداوم ۵ ثانیه)
PVC	70*	**۱۶۰**
PE	**70****	**130****
XLPE	**90**	**250**

*70درجه سانتیگراد = برای پلی اتیلن با چگالی بیش از $0,94\ gr/cm^2$ در دمای(°c) ۲۳

** این دما ممکن است با استفاده از یک ساختار پوششی هادی الکترواستاتیکی مناسب در کابل به ۱۵۰ درجه سانتیگراد نیز افزایش یابد.

- دماهای بیان شده در جدول فوق بر اساس خواص ذاتی مواد عایقی می‌باشند. توجه شود که در پذیرش مقادیر جدول فوق باید سایر عوامل دیگر نیز در نظر گرفته شود. برای مثال اگر کابل قرار داده شده در زمین، در شرایط عادی، تحت بار دایمی (با ضریب ۱۰۰٪) باشد، در یک محدوده زمانی به دلیل افزایش دمای خاک و کاهش رطوبت، مقاومت ویژه حرارتی خاک اطراف کابل نسبت به مقدار اصلی خودش افزایش می یابد. لذا دمای هادی ممکن است به مقدار زیادی از حداکثر دمای نامی آن تجاوز کند.

۲ ـ ۳ـ ۲-عوامل موثر در انتخاب و نصب کابل و سطح مقطع هادی

همه هادی ها و کابل ها باید طوری انتخاب شوند که برای ولتاژ و جریانی که تحت هر شرایطی در تجهیزات یا تاسیسات پیش بینی می شود یا برای بخشی که قرار است در آن استفاده شوند، مناسب باشند.

omoorepeyman.ir

کابل ها باید به گونه ای ساخته، نصب، حافظت و بهره برداری شوند یا مورد تعمیر و نگهداری قرار گیرند که مانع بروز هرگونه خطری که منطقا ممکن است پیش بیاید شوند.

عوامل موثر در انتخاب کابل ها و سطح مقطع هادی به قرار زیر است :

- ✓ نوع مصرف
- ✓ بار مورد نظر و ظرفیت یا جریان مجاز کابل
- ✓ ولتاژ اسمی
- ✓ شرایط محیط نصب کابل
- ✓ شرایط نصب کابل‌ها
- ✓ حداکثر دمای مجاز کابل
- ✓ اثر هارمونیک‌ها روی کابل
- ✓ افت ولتاژ مجاز کابل
- ✓ حفاظت مدار
- ✓ بار اتصال کوتاه لازم یا مجاز
- ✓ تنش‌های الکترومکانیکی که ممکن است در اثر اتصال کوتاه در آنها به وجود آید.
- ✓ شرایط مکانیکی دیگری که ممکن است در هادی ها ایجاد شود.
- ✓ شرایط محل از نظر ایجاد خوردگی در کابل
- ✓ حداکثر مقاومت ظاهری، با توجه به عملکرد وسیله حفاظتی در برابر حداقل جریان اتصال کوتاه
- ✓ مشخصات فنی تعیین شده

کابل ها باید طوری انتخاب شوند که برای شرایط کار مورد نظر و طبقه بندی تجهیزات، مناسب باشند. نمونه هایی از این شرایط بهره برداری عبارتند از :

الف) ولتاژ

ب) جریان

پ) اقدامات حفاظتی

omoorepeyman.ir

ت) گروه بندی کابل ها

ث) روش نصب

ج) قابلیت دسترسی

کابل ها باید طوری انتخاب شوند که در برابر هرگونه تأثیرات خارجی عملکرد مطلوب داشته باشند. کابل ها تحت هیچ عنوان نباید در شرایط زیر نصب شوند مگر اینکه برای چنین شرایطی طراحی شده باشند. نمونه هایی از تأثیرات خارجی عبارتند از :

الف) دمای محیط

ب) وجود باران، بخار یا تجمع آب

پ) وجود مواد خورنده، شیمیایی یا آلاینده ها

ت) تنش های مکانیکی (مانند سوراخ یا لبه های تیز در مجاورت فلزات)

ث) جانوران (مانند جوندگان)

ج) محیط های مستعد رشد میکرو ارگانیسم ها (مانند قارچ ها و کپک ها)

چ) تابش (مانند نور خورشید)

رنگ روکش نهایی کابل، فاکتور مهمی در رابطه با تابش خورشید است. رنگ مشکی، نسبت به رنگ روشن از درجه حفاظت بالاتری در برابر تابش نور خورشید برخوردار است.

۲ ـ ۳ـ ۳-ضخامت عایقی کابل ها

ضخامت نامی عایقی کابل ها بر حسب ولتاژ و سطح مقطع هادی کابل در جدول زیر آمده است.

جدول ۲ـ۲ضخامت نامی عایق

سطح مقطع هادی (mm^2)	ضخامت عایق در ولتاژ ۶۰۰ ولت	
	PVC	XLPE
۴ و ۶ و۱۰و۱۶	۱	۰,۷
۲۵ و ۳۵	۱,۲	۰,۹
۵۰	۱,۴	۱
۷۰	۱,۴	۱,۱
۹۵	۱,۶	۱,۱

omoorepeyman.ir

سطح مقطع هادی (mm^2)	ضخامت عایق در ولتاژ ۶۰۰ ولت	
	PVC	XLPE
۱۲۰	۱,۶	۱,۲
۱۵۰	۱,۶	۱,۲
۱۸۵	۲	۱,۶
۲۴۰	۲,۲	۱,۷
۳۰۰	۲,۴	۱,۸

۲ ـ ۳ـ ۴-رنگ عایق سیم ها و کابل ها

عایق هر ر شته از کابل باید فقط یک رنگ دا شته با شد، به جز ر شته ای که با رنگ سبز و زرد توأماً م شخص شده است.

رنگ بندی ترجیحی عایق سیم و کابل ها به شرح زیر است :

کابل تک رشته و دو رشته: رنگ بندی ترجیحی وجود ندارد.

کابل سه رشته: سبز/زرد، آبی، قهوه ای یا طوسی، مشکی، قهوه ای.

کابل چهار رشته: سبز/زرد، طوسی، مشکی، قهوه ای یا آبی، مشکی، طوسی، قهوه ای.

کابل پنج رشته: سبز/زرد، آبی، مشکی، قهوه ای، طوسی، یا قهوه ای، آبی، مشکی، طوسی، مشکی.

تعداد رشته	هادی حفاظتی	هادی خنثی	هادی فاز ۱	هادی فاز ۲	هادی فاز ۳
۲	-			-	-
۳				-	-
۳	-	-			
۴		-			
۴	-				
۵					
۵					

شکل ۲ـ۲راهنمای رنگ عایق رشته های مختلف کابل

توزیع رنگ ها در خ صوص ر شته رنگی سبز-زرد باید به نحوی با شد که در هر ۱۵ میلی متر طول ر شته یکی از این رنگ ها حداقل ۳۰ درصد و حداکثر ۷۰ درصد از سطح رشته و رنگ دیگر بقیه سطح را بپوشاند.

رنگ ترکیبی سبز- زرد منحصراً به منظور شناسایی رشته ای از کابل ا ست که از آن به عنوان اتصال زمین یا کاربرد حفاظتی مشابه استفاده می شود.

omoorepeyman.ir

رنگ آبی برای مشخص کردن رشته خنثی (نول) در نظر گرفته شده است. چنانچه این رشته وجود نداشته باشد در این صورت رنگ آبی را می توان برای مشخص کردن هر رشته ای از کابل به غیر از رشته مخصوص اتصال زمین یا هادی حفاظتی به کار برد.

- در بعضی از کابل های چند رشته ای، تولید کنندگان کابل، برای کابل های چند رشته ای سه فاز از رنگ های قرمز، زرد و سیاه برای تشخیص فازها استفاده می نمایند. توصیه می‌شود مبنای رنگ سیستم سه فاز فوق الذکر برای تشخیص فازها توسط تولید کنندگان نیز رعایت شود.
- چنانچه کابل های تک رشته برای سیستم سه فاز استفاده شود، هر یک از کابل های هر فاز در هر گروه باید از رنگ بندی فوق الذکر تبعیت کند.
- ترجیح دارد هادی مشترک حفاظتی - خنثی (PEN) دارای عایقی به رنگ سبز و زرد (راه راه) باشد. در غیر این صورت می‌توان به این منظور از هادی با عایق آبی کمرنگ نیز استفاده کرد. در هر صورت در هر دو انتهای هادی مشترک حفاظتی - خنثای هر مدار باید با نصب برچسب های مخصوص وظیفه دو گانه هادی مشترک مشخص شود تا از ایجاد اشتباه در حین بهره‌برداری جلوگیری شود.
- رنگ شینه ها در تابلوهای برق باید از رنگ عایق هادی ها تبعیت کند.

۲ ـ ۳ـ ۵-نشانه گذاری کابل های فشار ضعیف

سیم ها و کابل ها باید دارای علامتی از سازنده به صورت یک رشته مشخصه یا نام سازنده یا علامت تجاری سازنده که بر روی سیم یا کابل تکرار می شود، باشند.

بر روی سطح خارجی کابل های فشار ضعیف باید مشخصاتی به شرح زیر به صورت خوانا، برآمده یا فرورفته به ارتفاع حداقل ۳ میلیمتر با حروف انگلیسی نوشته شود.

- ✓ نوع کاربرد کابل
- ✓ ولتاژ نامی
- ✓ شماره استاندارد
- ✓ مشخصه کارخانه سازنده
- ✓ تعداد رشته ها، نوع و سطح مقطع هادی‌ها
- ✓ متراژ کابل نسبت به ابتدای کابل
- ✓ سال ساخت کابل

omoorepeyman.ir

سیم ها و کابل هایی که در دمای بیش از ۷۰ درجه سلسیوس به کار می روند باید با کد مشخصه یا حداکثر دمایی هادی نشانه گذاری شوند.

نشانه گذاری ممکن است به صورت چاپ یا علائم برجسته روی عایق یا روکش سیم و کابل باشد.

فاصله مابین انتهای یک سری کامل علائم تا شروع سری بعدی، نباید از مقادیر زیر بیش تر شود:

- ۵۵۰ میلی متر چنانچه نشانه گذاری روی روکش باشد.
- ۲۷۵ میلی متر چنانچه نشانه گذاری روی عایق سیم ها یا سیم های بکار رفته در کابل یا روی نوار بکار رفته در درون کابل باشد.
- تمامی نشانه ها باید خوانا باشند.

هر رشته باید به روش زیر مشخص شود:

- در کابل های تا و خود پنج رشته به وسیله رنگ.
- در کابل های بیش تر از پنج رشته به وسیله عدد.

۲ـ ۳ ـ ۵ـ ۱ـشماره گذاری رشته های کابل

عایق رشته ها باید همرنگ بوده و به طور متوالی شماره گذاری شوند (به جز برای رشته رنگی سبز- زرد در صورت وجود) شماره گذاری باید با شماره ۱ و در لایه داخلی شروع شود.

شماره ها باید به صورت ارقام روی سطح خارجی رشته ها چاپ شده با شند. همه شماره ها باید یک رنگ بوده و متمایز با رنگ عایق و خوانا باشد.

شماره ها باید به فواصل منظم در طول رشته تکرار شود. شماره های متوالی نسبت به یکدیگر به صورت معکوس قرار می گیرند.

در صورتی که شماره عدد یک رقمی با شد باید یک خط تیره در زیر آن کشیده شود و چنانچه عدد دو رقمی با شد رقم ها باید طوری باشند که یکی از آن ها در زیر دیگری قرار گرفته و خط تیره زیر رقم پایینی کشیده شود.

فاصله بین شماره های متوالی نباید بیشتر از ۵۰ میلیمتر باشد.

۲ـ ۳ ـ ۵ـ ۲ـنشانه گذاری در مسیر کابل ها

در جداول زیر داده های نشانه و مشخصات نشانه گذاری ارائه شده است.

جدول ۲ـ۳داده های نشانه

محل نشانه گذاری	داده ها روی نشانه

omoorepeyman.ir

در مسیر عبور کابل	ولتاژ کابل، سایز کابل و کد مشخصه خط
در محل مفصل کابل	کد مشخصه خط، تاریخ مفصل زنی و نوع مفصل
در محل وصل به ترمینال	کد مشخصه خط، سایز کابل و کد مشخصه مبدا و مقصد کابل

جدول ۲-۴مشخصات نشانه گذاری

شرایط محل نشانه	محل نشانه گذاری	ابعادتقریبی نشانه (mm)	روش اتصال نشانه
محل اتصال به تابلو یا دستگاه در مبدا و مقصد کابل	حدود ۱۰ سانتیمتر به محل ورود کابل به دستگاه یا وصل به سرکابل	۱۲۰×۴۰	در صورتیکه روش مطمئنی برای وصل نشانه به کابل وجود نداشته باشد باید از مفتول گالوانیزه ۲ میلیمتر استفاده کرده و در محل های مرطوب آن را به پوشش ضدخوردگی آغشته نمود.
محل ورود به مفاصل	حدود ۱۰ سانتیمتر به یکی از ورودی‌های مفصل یا باکس	۱۲۰×۴۰	
کابل عبوری در ترنچ، تونل یا طبقات ساختمان	در محل ورود به ترنچ، تونل، طبقه جدید و همچنین در محل خروج از آنها و در فواصل ۲۰ متری در مسیر مستقیم	مطابق اندازه توافق شده با دستگاه نظارت	

نشانه باید از جنس پلاستیک یا آلومینیوم انتخاب شده و مارک نویسی روی آن به صورت حک شده و یا با جوهر پایدار صورت گیرد.

۲ ـ ۳ـ ۶-کدگذاری کابل ها

جهت شناسایی سیم ها و کابل ها دو روش زیر متداول است:

- روش کدگذاری سیم ها و کابل های برق با حداکثر ولتاژ ۴۵۰/۷۵۰ ولت مطابق استاندارد CENELEC HD 361
- روش کدگذاری کابل های قدرت مطابق استاندارد DIN VDE 0271

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۵ نشانه های شناسایی سیم ها و کابل های برق با حداکثر ولتاژ ۴۵۰/۷۵۰ ولت مطابق استاندارد CENELEC HD 361

استاندارد (a1)	
A	کد گذاری کابل مطابق با استاندارد مصوب ملی
H	کد گذاری کابل مطابق با استاندارد CENELEC
ولتاژ (b1)	
۰۱	۱۰۰/۱۰۰ ولت
۰۳	۳۰۰/۳۰۰ ولت
۰۵	۳۰۰/۵۰۰ ولت
۰۷	۴۵۰/۷۵۰ ولت
جنس عایق و روکش (a2)	
B	لاستیک اتیلن پروپیلن (EPR) برای محدوده دمای کارکرد پیوسته ۹۰ درجه سلسیوس
G	کوپلیمر اتیلن وینیل استات (EVA)
J	بافت پشم شیشه ای
M	عایق معدنی
N	پلی کلروبرون (PCP) یا مواد مشابه
N۲	پلی کلروبرون (PCP) برای کابل های جوش
N۴	پلی اتیلن کلروسولفونات یا پلی اتیلن کلرینه
N۸	پلی کلروبرون (PCP) مقاوم در برابر آب
Q	پلی اورتان (PUR)
Q۴	پلی امید (PA)
R	لاستیک اتیلن پروپیلن (EPR) معمولی با الاستومر مصنوعی مشابه برای محدوده دمای کارکرد پیوسته ۶۰ درجه سلسیوس
S	لاستیک سیلیکون (SR)
T	بافت منسوج اشباع یا اشباع نشده بر روی رشته های تابیده
T۶	بافتمنسوج اشباع شده یا اشباع نشده بر روی هر رشته از کابل چند رشته
V	PVC
V۲	PVCمقاوم در برابر گرما برای محدوده دمای کاکرکرد ۹۰ درجه سلسیوس
V۳	PVC مقاوم در دمای پایین
V۴	PVC شبکه ای (کراس لینک شده)
V۵	PVC مقاوم در برابر روغن
Z	آمیزه کراس لینک شده با پایه پلی اولفتین با قابلیت انتشار کم گازهای خورنده
Z۱	آمیزه گرما نرم با پایه پلی اولفتین با قابلیت انتشار کم گازهای خورنده
پوشش فلزی (b2)	
C	هادی مسی هم مرکز
C۴	حفاظ مسی بافته شده بر روی رشته های تابیده شده
ترکیب فاصله (c2)	
D۳	سیم مهار
D۵	رشته مرکزی غیر مهار

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۶ نشانه های شناسایی سیم ها و کابل های برق با حداکثر ولتاژ ۴۵۰/۷۵۰ ولت مطابق استاندارد CENELEC HD 361

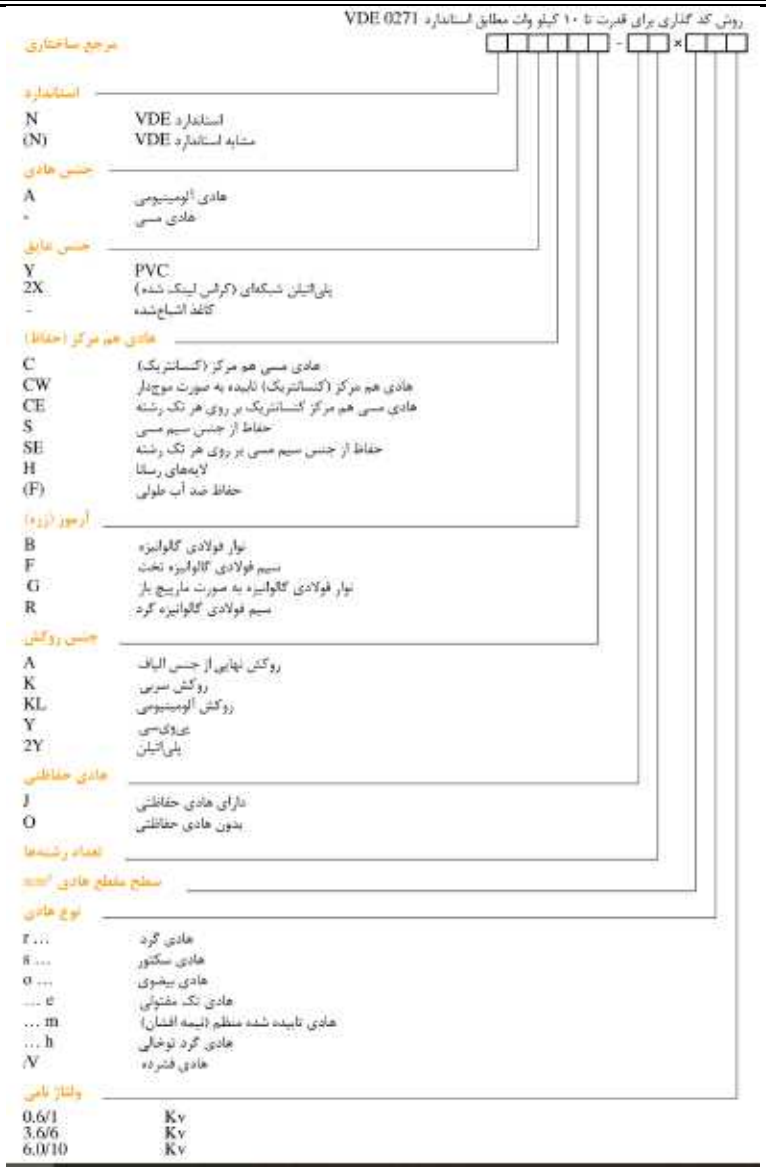
ترکیب خاص (d2)	
بدون علامت	کابل های دارای ساختار گرد
H	کابل ها و رشته های تخت قابل جدا شدن
H۲	کابل ها و بندهای تخت غیر قابل جدا شدن تا دو رشته
H۶	کابل های تخت غیر قابل جدا شدن (دارای سه رشته یا بیش تر)
H۷	روکش عایقی دولایه
H۸	کابل های فنری شکل
جنس هادی (e2)	
بدون علامت	مس
-A	آلومینیوم
نوع هادی (F2)	
-D	هادی افشان برای کابل های جوش مطابق استاندارد EN 60228 ، کلاس ۵
-E	هادی افشان با انعطاف پذیری زیاد برای کابل های جوش مطابق استاندارد EN 60228 ، کلاس ۶
-F	هادی افشان برای کابل افشان مطابق استاندارد EN 60228 ، کلاس ۵
-H	هادی افشان با انعطاف پذیری زیاد برای کابل های جوش مطابق استاندارد EN 60228 ، کلاس ۶
-K	هادی افشان در کابل نصب ثابت
-R	هادی گرد نیمه افشان مطابق استاندارد EN 60228 ، کلاس ۲
-u	هادی گرد مفتولی مطابق استاندارد EN 60228 ، کلاس ۱
-Y	نوار قلع یا سیم نازک (tensile)
تعداد رشته ها و سطح مقطع نامی هادی	
(عدد)	تعداد رشته ها
X	بدون هادی حفاظتی
G	دارای هادی حفاظتی
(عدد)	سطح مقطع نامی هادی ها بر حسب میلی متر مربع

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۷ راهنمای شناسایی سیم ها و کابل های برق با حداکثر ولتاژ ۴۵۰/۷۵۰ ولت مطابق استاندارد CENELEC HD 361

سطح مقطع هادی	وجود باعدم وجود هادی حفاظتی	تعداد رشته ها	نوع هادی	جنس هادی	ساختار	جنس روکش	پوشش فلزی	جنس عایق	ولتاژ مجاز	نوع استاندارد
mln			f2	e2	C2 & d2	A2	b2	A2	b1	a1
Y	X	۱	D		D3	B	C4	B	۰۱	H
۰,۵	G	۲	E	A	D5	G		G	۰۲	بدون علامت
۰,۷۵		۳	F			J		J	۰۳	
۱		۴	H		بدن علامت	N,N24,N8		M	۰۵	
۱,۵		۵	K		H,H2,H6,H7,H8	Q,Q4		N,N4	۰۷	
۲,۵		غیره	R			R		R		
۴			U			S		S		
۶			Y			T,T6		V,V2,V3V4		
۱۰						V,V2,V3,V4,V5		Z-Z1		
غیره						Z,Z1				

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۳

نشانه های شناسایی کابل های قدرت مطابق استاندارد DIN VDE 0271

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۸ نشانه های شناسایی سیم و کابل های برق با حداکثر ولتاژ ۴۵۰/۷۵۰ ولت، مطابق استاندارد DIN VDE

حالتهای خاص		مواد عایق	
T	سیم مهار	Y	PVC
O	پایدار در برابر روغن	X	پی وی سی شبکه ای شده
U	تاخیر انداز شعله	G	الاستومرها
W	پایدار در برابر آب و هوا وعوامل جوی	HX	مواد بدون هالوژن
C	شیلد به صورت بافت	**کد گذاری کابل**	
D	شیلد به صورت مسی	A	سیم تک رشته مفتولی
S	بافت سیم فولادی برای حفاظت مکانیکی	D	سیم مفتولی
مواد روکش		AF	سیم تک رشته افشان
Y	PVc	LH	کابل رابط برای بار مکانیکی سبک
X	پی وی سی شبکه ای شده	MH	کابل رابط برای بار مکانیکی متوسط
G	الاستومرها	SH	کابل رابط برای بار مکانیکی سنگین
HX	مواد بدون هالوژن	SSH	کابل رابط برای بار مخصوص
P	پلی اورتان	SL	کابل کنترل – کابل جوش
هادی حفاظتی		S	کابل کنترل
O	بدون رشته مشخص شده برای هادی حفاظتی	LS	کابل کنترل سبک
J	دارای رشته رشته مشخص شده برای هادی حفاظتی	FL	کابل تخت
نشانه تطابق با استاندارد		SI	کابل سیلیکونی
N	استاندارد VDE	Z	بند تخت دورشته
(N)	مشابه استاندارد VDE	GL	رشته شیشه ای
		LI	رشته استرند شده مطابق استاندار (VDE 0812)
		LIF	رشته استرند شده از مفتول های خیلی نازک مطابق استاندارد (VDE 0812)

۲ ـ ۳ـ ۷-آزمون ها

در مراحل مختلف تولید تا بهره برداری به شماره‌های IEC-۲ آزمون های مختلف زیر باید مطابق استانداردهای ۶۰۵۰۲ و ۶۰۸۴۰ به شماره های کابل ها بر روی آنها انجام گیرد :

۲ـ ۳ ـ ۷ـ ۱ـآزمون های جاری

- ✓ اندازه گیری مقاومت الکتریکی هادی ها
- ✓ آزمون تخلیه جزئی
- ✓ آزمون تخلیه ولتاژ (اضافه ولتاژ به مدت ۵ دقیقه)

omoorepeyman.ir

۲ـ ۳ ـ ۷ـ ۲ـآزمون های نمونه ای

- ✓ بررسی هادی (بازدید و اندازه گیری ساختار هادی مطابق استاندارد IEC۶۰228)
- ✓ کنترل ابعاد
- ✓ آزمون ولتاژ برای کابل های با ولتاژ بالاتر از ۳,۶kv
- ✓ آزمون تحمل گرمایی برای عایق XLPE

۲ـ ۳ ـ ۷ـ ۳ـآزمون های نوعی (الکتریکی) - کابل های فشار ضعیف

- ✓ اندازه گیری استقامت عایقی در درجه حرارت اتاق
- ✓ اندازه گیری استقامت عایقی در درجه حرارت عملکرد
- ✓ آزمون ولتاژ برای ۴ ساعت

۲ـ ۳ ـ ۷ـ ۴ـآزمون نوعی (غیر الکتریکی)

- ✓ اندازه گیری ضخامت عایقی
- ✓ اندازه گیری ضخامت غلاف های غیر فلزی
- ✓ آزمون تعیین خواص مکانیکی عایق و غلاف قبل و بعد از پیری
- ✓ آزمون تکمیلی پیری روی قطعات کامل شده
- ✓ آزمون تلفات جرم روی غلاف های PVC
- ✓ آزمون فشار در دمای بالا بر روی عایق و غلاف های PVC
- ✓ آزمون دمای پایین بر روی عایق و غلاف های غیر فلزی
- ✓ آزمون شوک حرارتی
- ✓ آزمون تحمل گرمایی برای عایق های XLPE
- ✓ آزمون غوطه وری در روغن برای غلاف های الاستومری
- ✓ آزمون جذب آب روی عایق
- ✓ اندازه گیری مقدار دوده غلاف های PE

omoorepeyman.ir

- ✓ آزمون انقباض برای عایق های XLPE
- ✓ آزمون پایداری حرارتی برای عایق های PVC
- ✓ آزمون انقباض برای غلاف های PE
- ✓ آزمون نفوذ آب

۲ ـ ۳ـ ۸-آزمون های الکتریکی پس از نصب

- ✓ آزمون ولتاژ d.c. در ولتاژ چهار برابر ولتاژ فاز به زمین به مدت ۱۵ دقیقه
- ✓ آزمون ولتاژ a.c. برای ۵ دقیقه در ولتاژ نامی کابل
- ✓ آزمون ولتاژ a.c. برای ۲۴ ساعت در ولتاژ نامی کابل

۲ ـ ۳ـ ۹-بسته بندی، حمل، نگهداری و نصب کابل های فشار ضعیف

۲ـ ۳ ـ ۹ـ ۱ـبسته بندی

کابل ها به طور معمول بر روی قرقره یا به صورت طول برش در واحدهای بسته بندی نشده به کاربر تحویل داده می شوند.

به طور معمول برای شناسایی، نوع، سطح مقطع و ولتاژ کابل برچسب گذاری می شوند.

کابل هایی که برای استفاده در فضای باز ساخته نشده اند، باید در فضای بسته و در مکان های خشک نگهداری شوند.

برخی از انواع بندها به ویژه آن هایی که در معرض آسـیب در اثر رطوبت قرار دارند. فقط کابل هایی که انتهای آن ها با درپوش درزبندی و غیرقابل نفوذ شده اند به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت و بسته بندی مناسب، ممکن است بتوانند در فضای باز انبار شوند. اگر در مورد مناسب بودن کابل ها در فضای باز تردیدی وجود داشته باشد، باید با سازنده کابل مشورت شود.

۲ـ ۳ ـ ۹ـ ۲ـشرایط دما

در طول مدت انبارش، دمای کابل نباید بیش از مقدار حداکثر تو صیه شده (دمای ۴۰ درجه سل سیوس) و کم تر از مقدار حداقل مجاز توصیه شده برای نصب باشد (دمای ۵ درجه سلسیوس). یک تولید کننده ممکن است برای کابل های خاصی دارای حداکثر دمای انبارش بالاتر و حداقل دمای نصب پایین تر باشد.

omoorepeyman.ir

۲ـ ۳ ـ ۹ـ ۳ـجابه جایی/حمل و نقل

در حین جابجایی یا حمل و نقل، باید مراقبت شـود تا هرگونه فشـار مکانیکی (لرزش، ضـربه، تکان های شـدید، خم شـدن و پیچش) به حداقل برسـد. اگر دمای کابل کم تر از حداقل دمای نصـب یا اگر بیش از حداکثر دمای انبارش داده شده در بند ۳-۹-۲ باشد، اقدامات احتیاطی اضافی در جهت کاهش احتمال خرابی کابل باید انجام شود. مشاوره بیش تر را می توان از سازندگان کابل دریافت کرد.

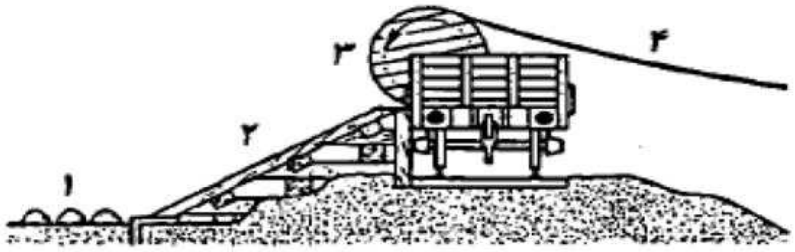
کابل ها به طور معمول روی قرقره های چوبی یا فلزی متناسـب با طول، نوع، سـطح ولتاژ، سـطح مقطع و ..... کابل پیچیده و حمل می‌شوند.

۲ـ ۳ ـ ۹ـ ۴ـتخلیه قرقره

برای تخلیه قرقره بایستی از جرثقیل یا سطح شیب دار، مطابق شکل زیر استفاده شود و در هنگام تخلیه باید نکاتی به شرح زیر رعایت شود.

- سطح شیب دار از الوار چوبی با نسبت شیب ۴ به ۱ ساخته شود.
- در موقع پیاده کردن و حرکت دادن کابل بر روی سطح شیب دار، باید قرقره را توسط طناب مهار نمود.
- قرار دادن چند تپه شن به ارتفاع ۲۰ سانتیمتر برای ترمز کردن قرقره مفید می‌باشد.
- چمبره قرقره به هیچ وجه نباید از روی وسیله حمل پایین انداخته شود.
- نشانه‌های جهت دار روی قرقره، جهت چرخش قرقره را نشان می دهد.
- حمل قرقره با چرخاندن مجاز نمی باشد.
- در هنگام کشیدن کابل از روی قرقره حتماً باید قرقره چرخانده شود تا از وارد آمدن فشار به کابل به خصوص کابل‌های بدون زره جلوگیری شود.

omoorepeyman.ir



ردیف	شرح
۱	شن و ماسه
۲	سطح شیب‌دار تخلیه
۳	قرقره
۴	طناب محدود کننده

سطح شیب‌دار موقت برای تخلیه قرقره کابل

شکل ۲-۴تخلیه قرقره

۲ـ ۳ ـ ۹ـ ۵ـحداقل و حداکثر دمای نصب

حداقل دمای نصب برای کابل های با عایق و غلاف پلاستیکی 5°C- می باشد. برای دماهای کمتر بایستی قرقره را در اتاقی با دمای 25°C برای چند روز قرار داد یا از روشهای دیگری مانند عبور جریان الکتریکی، المنت و یا وسیله گرم کننده مخصوص استفاده نمود در هر حال باید توجه شود که دمای کابل از 40°C فراتر نرود.

۲ـ ۳ ـ ۹ـ ۶ـحداقل شعای خمش

حداقل شعاع خمش کابل ها به جز مواردی که از طرف کارخانه سازنده عنوان شده است، برای کابل های تک رشته ای ۱۵ برابر، برای کابل های چند رشته ای تا ولتاژ ۶۰۰ ولت ۱۲ برابر و برای کابل های چند رشته ای با ولتاژ بیش از ۶۰۰ ولت ۱۵ برابر قطر خارجی کابل می باشد.

۲ـ ۳ ـ ۹ـ ۷ـکشش مجاز کابل

در هنگام کشش کابل باید توجه شود تا نیروی کشش در حدود جدول زیر محدود شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۹ کشش مجاز مربوط به کابل‌ها

روش کشش	ساختمان کابل	نیروی کشش (N)
به وسیله گیره سرکابل روی هادی	تمام انواع کابل ها	برای کابل‌ها با هادی مسی : $F=A\times ۵۰$
		برای کابل‌ها با هادی آلومینیومی : $F=A\times ۳۰$
با جوراب کامل	تمام کابل‌ها با زره مفتولی	$F=d2\times ۳۰$
	کابل با زره فلزی	برای کابل‌های تک رشته ای: $F=d2\times ۳$
		برای کابل‌های سه رشته با غلاف جداگانه: $F=d2$
	کابل‌های خشک بدون غلاف فلزی وزره	برای کابل‌ها با هادی مسی : $F=A\times ۵۰$
		برای کابل‌ها با هادی آلومینیومی : $F=A\times ۳۰$
F: نیروی کشش کابل – d: قطر کابل (mm) – A : مجموع سطح مقطع کلیه رساناهای داخل کابل (mm^2) (جز برای حفاظ پوشش فلزی)		

omoorepeyman.ir

۲ـ ۳ ـ ۹ـ ۸ـتوصیه های عمومی درباره کابل کشی

در هنگام کابل کشی باید مواردی به شرح زیر در نظر گرفته شده و متناسب با هر مورد تمهیدات لازم اندیشیده شود.

- تنش های مکانیکی خارجی
- تنش های حرارتی خارجی
- حفاظت در مقابل عوامل جوی و مواد خورنده
- اتصال به زمین و تداوم الکتریکی پوشش های فلزی کابل ها
- جداسازی و تفکیک کابل کشی از مدارهای با ولتاژ خیلی پایین و وسایل ارتباطی
- انتخاب وسایل کابل کشی مناسب
- محل های تجمع آب و گرد و خاک در مسیر کابل کشی و اتصالات
- ذخیره طول معینی از کابل در هنگام نصب

۲ ـ ۳ـ ۱۰-کابل کشی روی سینی کابل

ابعاد سینی برای کابل هایی که بر روی سینی نصب می شوند میبایست با در نظر گرفتن وزن کابل ها و همچنین در صورت لزوم با در نظر گرفتن شرایط نصب، تعمیرات و رسیدگی انتخاب شود ولی به طور کلی سینی های کابل باید با ورق آهنی گالوانیزه مشبک به ضخامت حداقل ۱,۵ سانتیمتر ساخته شود و در صورت آویزان بودن سینی کابل، بایستی سینی کابل توسط میله های فولادی به قطر حداقل ۶ میلیمتر در فاصله های حداکثر یک متر نگهداری شود.

سینی های کابل چند طبقه باید با توجه به عرض آن به نحوی انتخاب شود که دسترسی به کابل ها حداقل از یک طرف امکان پذیر باشد. فاصله بین سینی های دو طبقه باید حداقل نصف عرض سینی بالایی باشد. کابل های چند رشته ای نیازی به بستن روی سینی ندارند و حداقل فاصله میان کابل های مجاور نباید کمتر از قطر کابل بزرگتر باشد.

هنگام نصب کابل ها بر روی سینی کابل، کابل ها باید در نزدیکی هر محل تغییر جهت، سه راه یا چهار راه یا انتهای هر مسیر افقی یا قائم و همچنین به فاصله ۱۰ متر در مسیرهای افقی و ۱,۵ متر در مسیرهای قائم به سینی ها محکم شود.

۲ ـ ۳ـ ۱۱-کابلشوها، سرکابل ها و مفصل ها

کلیه وسایل انتهایی و اتصالی کابل ها (کابلشوها، سرکابل ها، مفصل ها، چند راهه ها و غیره) باید مناسب نوع کابل و توصیه سازنده آن باشد و کلیه دستورالعمل های سازنده اینگونه وسیله ها نیز باید در هنگام نصب رعایت شود. در مورد

omoorepeyman.ir

کابل های زره دار یا دارای نوعی پوشش فلزی باید نسبت به وجود پیوستگی الکتریکی پوشش فلزی در محل های اتصال و انشعاب، اطمینان حاصل شود. اتصال الکتریکی کابل ها به وسایل و دستگاه ها یا شینه ها باید با وسایل مناسب نوع کابل انجام شود.

۲ـ ۳ ـ ۱۱ـ ۱ـکابلشوها

برای اتصال هادی های کابل های فشار ضعیف به کلید، فیوز، جعبه اتصال ماشن آلات، پمپ ها، وسایل اندازه گیری، ترمینال ها و غیره در داخل ساختمان می توان از کابلشوهای استاندارد مسی نوع پرسی، پیچی و لحیمی استفاده نمود.

برای اتصال کابل های افشان از مقطع یک میلیمتر مربع به بالا و کابل های مفتولی از مقطع ۱۰ میلیمتر مربع به بالا باید از کابلشو استفاده شود. کابل های مفتولی به مقطع ۶ میلیمتر مربع و کمتر را می توان مستقیماً با ایجاد حلقه به دستگاه مربوطه متصل نمود.

کلیه کابلشوها به مقطع ۱۰ میلیمتر مربع و کمتر بایستی در محل اتصال کابل به کابلشو با حلقه عایق پلاستیکی و یا چینی مخصوص عایق شود.

از نظر فنی و استقامت، استفاده از کابلشوهای پرسی نسبت به کابلشوهای پیچی و کابلشوهای پیچی نسبت به کابلشوهای لحیمی ارجحیت دارد. بدیهی است در صورت استفاده از کابلشوهای لحیمی بایستی کابلشو به سیم به نحوی لحیم داده شود که هیچ گونه حباب هوا بین سیم و جدار کابلشو وجود نداشته باشد. برای لحیم کاری باید از لحیم مخصوص برق (۳۰٪ سرب و ۷۰٪ قلع) استفاده شود.

۲ـ ۳ ـ ۱۱ـ ۲ـسر کابل

هنگام انتخاب سر کابل باید دقت شود که مشخصات الکتریکی آن با مشخصات کابل مورد اتصال یکسان باشد.

برای اتصال کابل های فشار ضعیف با ولتاژ اسمی حداکثر ۱۰۰۰ ولت در داخل ساختمان نیازی به استفاده از سرکابل نیست و می توان از کابلشوهای پرسی، پیچی و یا لحیمی استفاده نمود.

برای اتصال کابل های فشار ضعیف با ولتاژ اسمی حداکثر ۱۰۰۰ ولت در فضای آزاد، باید از سرکابل مخصوص فضای آزاد استفاده شود.

در مواردی که سیستم انتقال نیرو از کابل به سیستم دیگری تغییر می یابد و یا به دستگاهی متصل می شود مانند تغییر از کابل به شبکه هوایی یا به شینه کشی یا به ترانسفورماتور و یا به سایر دستگاه های الکتریکی، باید از سرکابل استفاده شود.

در موقع انتخاب سرکابل باید به نوع کابل (یک سیمه، کمربندی، سه غلافه و غیره) و مکان نصب (در داخل ساختمان یا فضای آزاد) توجه شده و عوامل مذکور در نظر گرفته شود.

omoorepeyman.ir

سرکابل باید طوری اتصال یابد که از نفوذ رطوبت هوا در کابل جلوگیری شود.

۲ـ ۳ ـ ۱۱ـ ۳ـمفصل

به منظور حفاظت کامل کابل ها در محل اتصال به یکدیگر باید از مفصل های کابل استفاده شود تا بتوان محل اتصال مورد نظر را از رطوبت و نیروهای مکانیکی محفوظ نگاهداشت.

مفصل کابل باید در مقابل نیروی کششی حفاظت شود، لذا مفصل در امتداد کابل نباید قرار گیرد ولی محورهای کابل و مفصل باید در حدود نیم تا یک متر از همدیگر فاصله داشته باشد. برای پرکردن مفصل چدنی باید از قیر مخصوص آن مفصل استفاده شود.

۲ ـ ۳ـ ۱۲-سیم کشی و کابل کشی

کلیه کابل ها و سیم های بکار رفته در ایستگاه ها با توجه به زیرزمینی بودن آنها، از نوع مقاوم در برابر حریق، غیر دودزا و غیر مولد گازهای سمی (Low Smoke & Halogen Free: LSHF) می باشند. موضوع مقاومت در برابر حریق اصولاً به دو بخش تقسیم می‌شود:

کابل‌های مقاوم در برابر حریق منطبق بر کد۶۰۳ 31 IEC تحت نام Fire Resistant

کابل‌های موخر آتش منطبق بر کد ۶۰۳ 32 IEC تحت نام Fire or Flame Retardant

با توجه به اینکه مقاومت در برابر حریق در کد ۶۰۳ 31 IEC بالاتر و موثرتر می باشد در کلیه موارد از کابل های منطبق با این کد استفاده خواهد شد و در برخی موارد مثل کابل ها و سیم های بکار رفته در داخل تجهیزات مانند تابلوها منطبق بر کد ۶۰۳ 32 IEC خواهند بود.

در طراحی سطح مقطع کابل ها جهت مدارهای سه فاز، تا سطح مقطع ۱۶ میلیمتر مربع از کابل های ۵ رشته (MULTI CORE) و از سطح مقطع ۲۵ تا ۹۵ میلیمترمربع از کابل های ۳,۵ یا ۴ رشته (MULTI CORE) و از سطح مقطع ۱۲۰ تا ۲۴۰ میلیمتر مربع از کابل های تک رشته (SINGLE CORE) استفاده خواهد شد.

با توجه به اینکه سیستم نیرورسانی در ایستگاه از نوع TNS می باشد لذا به جز مدارات موتورهای سه فاز آسنکرون که نیازی به نول ندارند برای سایر مدارات بایستی از سه هادی فاز، یک هادی خنثی و یک هادی حفاظتی (کابل های ۵ رشته ای) استفاده شود.

بزرگترین سطح مقطع کابل مورد استفاده در طراحی کابل ها، ۲۴۰ میلیمترمربع می‌باشد و در صورت نیاز به کابل با سطح مقطع‌های بزرگتر از چند هادی به صورت موازی جهت انتقال توان جهت هر فاز استفاده خواهد شد.

omoorepeyman.ir

هادی‌های مربوط به یک مدار شامل فاز (سیستم تک فاز) یا فازها (سیستم سه فاز) و هادی خنثی و هادی حفاظتی (PE) و یا هادی حفاظتی-خنثی (PEN) در صورت عبور از مجراهایی مانند لوله، اسلیو کابل، داکت مخصوص کابل، ترانکینگ و غیره باید از طریق یک مجرای مشخص عبور نماید. این شرط برای مدارهایی که به دلیل بالا بودن توان انتقالی و یا کاهش افت ولتاژ در مسیر مدار، با استفاده از کابل های مشابه چند رشته و به صورت موازی اجرا و نصب می‌گردند، اجباری نبوده و هر یک از کابل های موازی چند رشته و به صورت موازی اجرا و نصب می‌شوند، اجباری نبوده و هر یک از کابل های موازی چند رشته می توانند از یک مجرا مانند لوله، غلاف کابل، داکت مخصوص کابل، ترانکینگ و غیره عبور نماید.

در صورت استفاده از کابل های تک رشته بجای کابل های چند رشته برای مدارهایی که به دلیل بالا بودن توان انتقالی و یا کاهش افت ولتاژ در مسیر مدار بصورت موازی اجرا و نصب می گردند. لازم است کابل های تک رشته بصورت یک مدار واحد یعنی یک هادی یا هادی های فاز به اضافه هادی خنثی دسته بندی گردند و در صورت استفاده از مجاری مانند لوله، اسلیو کابل، داکت مخصوص کابل، ترانکینگ و غیره هر مدار باید از طریق یک مجرای واحد و مشخص عبور نماید.

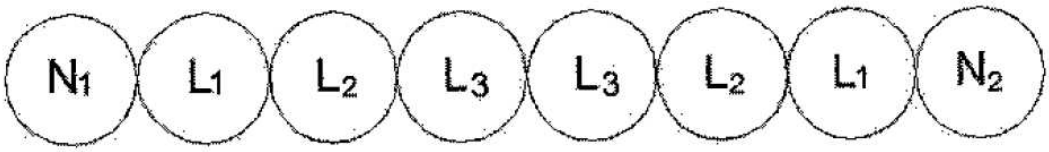
برای تامین شرایط فوق لازم است در مراحل طراحی ساختمان، فضای مناسب و کافی جهت کانال ها، لوله ها، هندهول ها و منهول‌ها، سینی‌های کابل، نردبان‌های کابل، رایزرهای قابل بازدید با دسترسی از فضاهای عمومی پیش بینی و احداث شود.

عبور یک کابل تک رشته مربوط به یک فاز از یک مدار از داخل لوله فلزی مجاز نمی‌باشد مگر اینکه در طول لوله فلزی یک درز یا شکاف طولی ایجاد شده باشد.

در شکل های زیر آرایش صحیح کابل های تک رشته نمایش داده شده است.

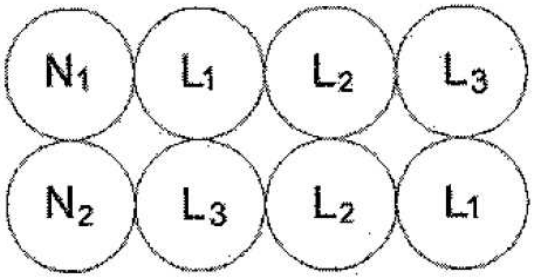
توضیحات مربوط به شکل های آرایش کابل های تک رشته موازی در سیستم سه فاز به قرار زیر است :

L_1= فاز اول L_2= فاز دوم L_3= فاز سوم D_e= قطر خارجی کابل N= هادی خنثی (تعداد، تابع تعداد هادی فازهای موازی)

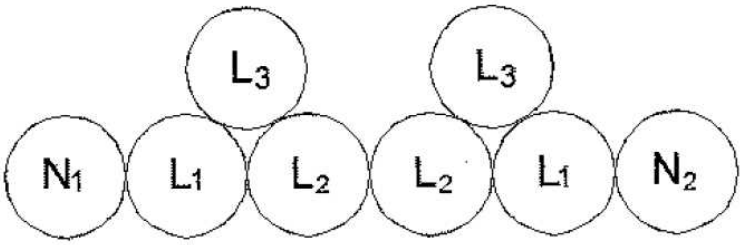


آرایش چسبیده به هم و همتراز برای ۶ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)

omoorepeyman.ir

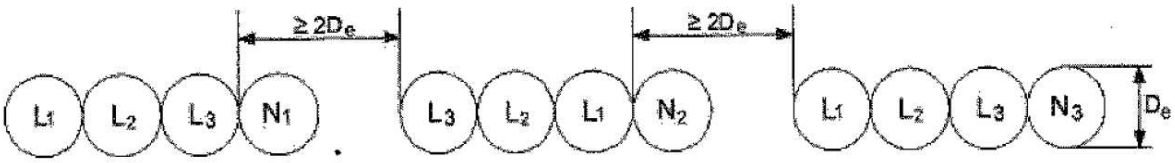


آرایش چسبیده به هم و در دو تراز برای ۶ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)



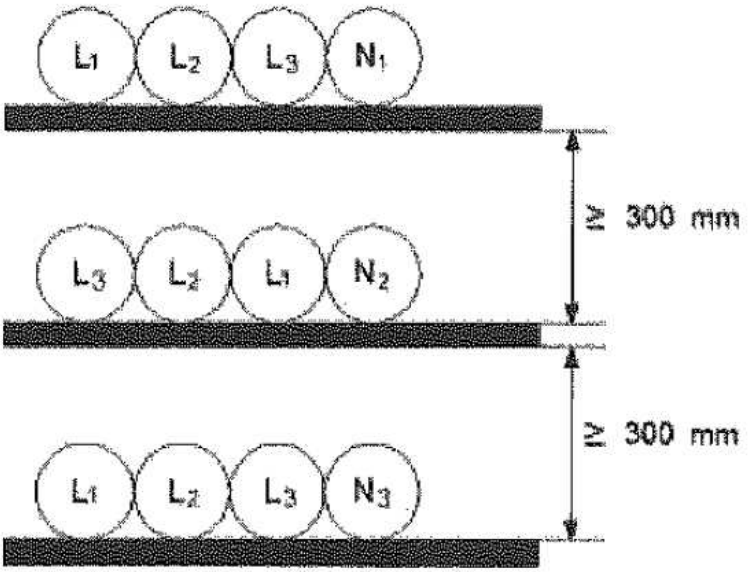
آرایش مثلثی چسبیده به هم برای ۶ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)

شکل ۳-۲ آرایش صحیح کابل



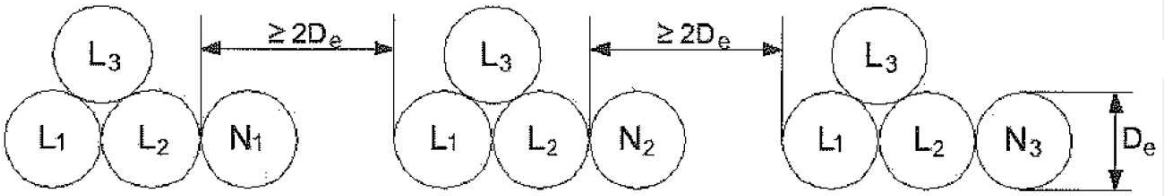
آرایش مخصوص همتراز برای ۹ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)

omoorepeyman.ir

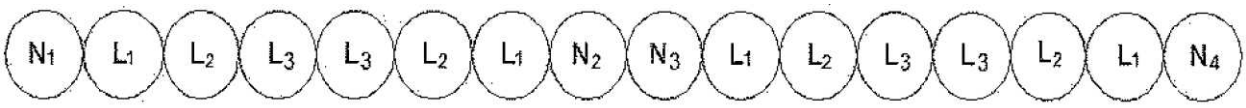


آرایش چسبیده به هم در سه تراز و هر تراز به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم برای ۹ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)

شکل ۲-۳ آرایش صحیح کابل

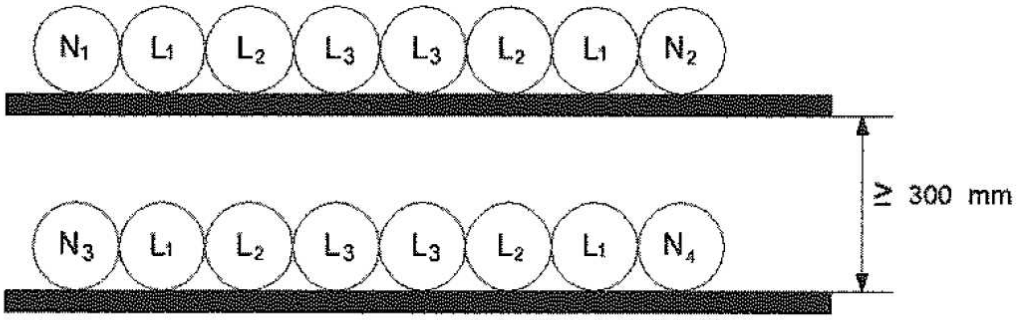


آرایش مثلثی مخصوص برای ۹ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)



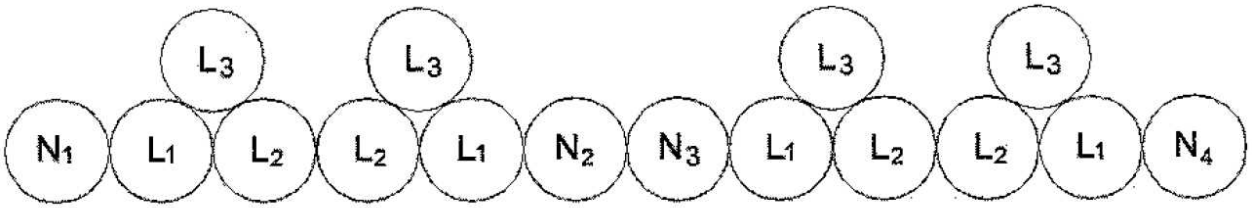
آرایش چسبیده به هم و همتراز برای ۱۲ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)

omoorepeyman.ir



آرایش چسبیده به هم در دو تراز به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم برای ۱۲ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)

شکل ۴ـ۵ آرایش صحیح کابل



آرایش مثلثی کنار هم برای ۱۲ رشته کابل تک‌رشته موازی (سه‌فاز)

شکل ۴ـ۶ آرایش صحیح کابل

در مورد سیم کشی ها نیز، رشته های مربوط به یک مدار سیم کشی باید در داخل یک لوله و یا مجرای سیم کشی هدایت شوند.

هادی های مربوط به یک مدار (فاز-نول-ارت) باید از یک لوله عبور کند. به استثناء مدارهایی که به علت جریان بالا از دو یا چند هادی تک رشته جهت عبور جریان استفاده می‌شود. در این حالت هادی های هر سه فاز باید از داخل یک لوله عبور نماید. عبور یک هادی تک رشته مربوط به یک فاز از داخل یک لوله مجاز نمی‌باشد.

استفاده از نول مشترک برای چند مدار اصلی که دارای حفاظت مستقل می باشند، مجاز نمی‌باشد.

استفاده از چاه (شافت) آسانسورها به عنوان کانال بالارو برای هر نوع مداری جز مدارهای مربوط به خود آسانسور ممنوع است، مگر اینکه کانال عبور اینگونه مدارها با دیواری که حداقل ضخامت آن به اندازه عرض یک آجر (۱۰ سانتیمتر) یا معادل آن از بتن باشد و از چاه (شافت) آسانسور مجزا شده باشد. در هر حال استفاده از این دیوار بدون پیش بینی تکیه گاه ها و بستر مناسب به عنوان حامل کابل‌ها ممنوع است.

استفاده از شفت آسانسور جهت عبور لوله برق مجاز نمی‌باشد.

هنگام عملیات کابلکشی و پس از خاتمه آن، شعاع خمش کابل ها نباید از مقادیر زیر کمتر باشد :

omoorepeyman.ir

الف) در کابل های دارای روپوش فلزی (کابل های زره دار، هم مرکز و هم محور)، رابطه زیر باید رعایت شود :

$$r = 9(D + d)$$

ب) در کابل های بدون روپوش فلزی و زره دار با عایق پلی وینیل کلراید (PVC)، کابل با عایق کراسلینک پلی اتیلن (XLPE) و غیره باید رابطه زیر رعایت شود :

$$r = 8(D + d)$$

r : شعاع خمش کابل

D : قطر خارجی کابل

d : قطر هادی بزرگترین رشته کابل

A : سطح مقطع کابل

در مورد هادی های به شکل قطاع (سکتور)، قطر هادی معادل از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$d = 1.3\sqrt{A}$$

جهت سربندی کلیه چراغ ها، کلیدها و پریزها باید از سرسیم متناسب (سرسیم سوزنی یا حلقوی) با سطح مقطع هادی‌های فاز استفاده کرد. در این حالت پوشش روی سیم باید توسط ابزار مخصوص و به اندازه کافی برداشته شود.

اتصال کابل‌ها به شینه های تابلوهای برق باید توسط کابلشوهای پرسی و پیچ و مهره گالوانیزه مجاز می باشد.

در محل عبور کابل ها از درزهای انبساط ساختمان باید تمهیدات لازم جهت انبساط و انقباض کابل ها در نظر گرفته شود.

حداقل فاصله کابل های فشار ضعیف با لوله های تاسیساتی از قبیل لوله های آب و فاضلاب برابر ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود.

چنانچه کابل ها در یک یا چند تراز بر روی بازوها (رک کابل)، سینی یا نردبان کابل نصب شوند، لازم است فاصله بین ترازهای بازوها، سینی ها و یا نردبان ها از هم نیز حداقل ۳۰ سانتیمتر باشد.

فاصله کابل ها از هم در هر نوع از نحوه نصب کابل حداقل دو برابر (بزرگترین قطر کابل) باشد (فاصله آزاد) اگر فاصله یاد شده از این مقدار کمتر باشد باید از ضرایب مناسبی برای کاهش ظرفیت کابل ها (جریان نامی کابل) استفاده شود.

حداقل فاصله کابل های برق فشار متوسط، فشار ضعیف و یا جریان ضعیف که بصورت مدفون در خاک و یا روی رک مخصوص کابل در کانال یا تونل آدم رو، روی سینی کابل در شفت و رایزر، سقف کاذب، روی دیوار و یا شرایط مشابه، نصب و اجرا می‌شوند، از همدیگر و از لوله های سیستم های تاسیسات مکانیکی، آب، بخار و سوخت مایع، حداقل ۳۰ سانتیمتر می‌باشد. چنانچه کابل های فشار متوسط، روی سینی کابل در شفت و یا رایزر کابل، سقف کاذب، روی دیوار و یا شرایط

omoorepeyman.ir

مشابه، در جوار کابل ها و لوله های فوق الذکر، نصب و اجرا شوند، ضمن رعایت حداقل فاصله ۳۰ سانتیمتر، کابل‌های فشار متوسط باید در سینی کابل فلزی با درپوش فلزی نصب گردیده و بسته به شرایط از یک دیوار و یا از یک جداکننده مناسب نیز برای جداسازی سینی کابل های فشار متوسط از کابل‌ها و لوله های همجوار، استفاده شود.

حداقل فاصله کابل های برق فشار ضعیف در مسیرهای موازی با خطوط شبکه گاز طبیعی برابر یک متر و در مسیرهای متقاطع برابر ۵۰ سانتیمتر و برای کابل های برق فشار متوسط در مسیرهای موازی و یا متقاطع برابر یک متر می‌باشد.

تبصره : در صورتی که از سازه مناسب بتنی بین کابل و لوله فلزی خطوط شبکه گاز طبیعی استفاده شود فاصله مذکور در مسیر موازی برای کابل های فشار ضعیف به ۵۰ سانتیمتر و برای کابل های فشار متوسط فقط در مسیرهای متقاطع به ۵۰ سانتیمتر کاهش می یابد.

حداقل فاصله کابل های برق فشار ضعیف با لوله های توکار گاز طبیعی که با مصالح ساختمانی پوشیده می شوند برابر ۱۰ سانتیمتر می‌باشد.

کلیه سیم کشی های داخل ساختمان ها، اعم از روکار و توکار، باید در داخل لوله های مخصوص سیم کشی یا مجاری مخصوص این کار انجام شود و برای اجرای انشعابات، خم ها، زانوها، سه و چهار راهه ها و غیره باید از وسایل و متعلقات استاندارد و مخصوص هر لوله یا مجرا استفاده شود. جعبه های زیر جعبه های زیر کلید و پریز و دیگر متعلقات مشابه در سیم کشی های توکار باید با نوع لوله کشی و کلید و پریزهای مورد استفاده همگونی داشته باشد.

سیم های استفاده شده در سیم کشی ها تا مقطع ۱۰ میلیمتر مربع از نوع تک مفتولی می‌باشند و از این مقطع به بالا سیم ها می توانند چند مفتولی باشند. جنس هادی سیم ها مس خواهد بود و استفاده از سیم ها با هادی آلومینیومی بجای هادی مس ممنوع می باشد.

در صورت استفاده از سیم های افشان، بجای سیم های تک مفتولی سر سیم ها جهت اتصال به ترمینال ها، کلیدها، پریزها و سایر تجهیزات باید لحیم کاری یکپارچه شده و یا از سر سیم های مخصوص (سر سیم گلویی و یا مشابه استفاده گردد.

سیم های کشیده شده در لوله ها یا مجاری باید از هر نظر سالم و بدون هیچگونه شکستگی و پیچیدگی باشند و بین دو جعبه تقسیم یا در محل های دسترسی باید به صورت یکپارچه باشد.

اتصالات سیم ها به همدیگر و انشعابات از سیم ها، باید با استفاده از ترمینال های پیچی انجام شود.

تبصره ۱ : استفاده از ترمینال های نوع دیگر، که ضمن انجام اتصال و همچنین تضمین تداوم الکتریکی، عایق بندی لازم را نیز تامین کنند، مجاز است.

omoorepeyman.ir

تبصره ۲ : پیچیدن سیم ها به دور هم برای ایجاد اتصال الکتریکی و عایق بندی محل اتصال با نوار چسب الکتریکی ممنوع است.

برای هر محل انشعاب یا محل های اتصال سیم کشی به وسایل مصرف کننده یا کنترل کننده مدار، نظیر چراغ، پریز، کلید، دستگاه و غیره، باید از نوعی جعبه یا وسیله انتهایی مانند آن استفاده شود. استفاده از سرچپقی و نظایر آن ممنوع است.

انجام سیم کشی های نوع روکار با استفاده از سیم های چندلا و نیز بست های میخی یا میخ معمولی، اکیداً ممنوع است.

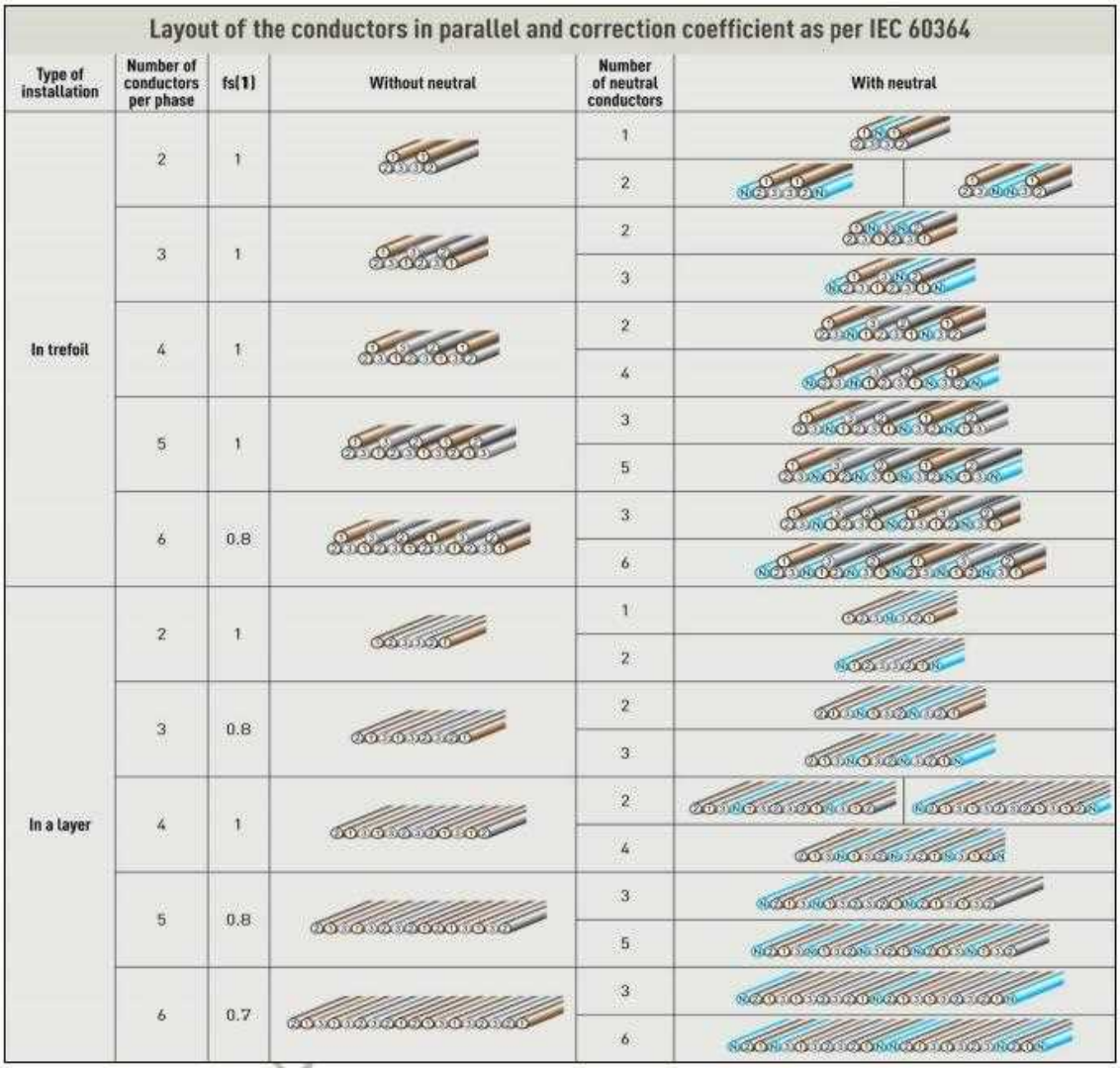
در اتصال سیم های مدارها به ترمینال ها و یا شینه های تابلوها، سیم ها بر اساس دیاگرام تابلو باید علامت گذاری پایدار (کد گذاری) شده که تشخیص مدارها در مراحل اجرا، کنترل، آزمایش و بهره برداری امکان پذیر شود.

سیم کشی باید به گونه ای باشد که تعویض و اجرای مجدد سیم کشی در آینده در همان لوله و یا مجرا امکان پذیر باشد.

در خصوص مدارهایی که به دلیل توان انتقالی بالا از بیش از یک هادی در هر فاز استفاده می شود، آرایش کابل های داخل سینی کابل از جدول زیر تبعیت می نماید :

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۰آرایش کابل های چند مداره داخل سینی کابل



جهت اتصالات سیم ها به یکدیگر یا انشعابگیری باید از ترمینال های پیچی استاندارد (چینی- باکالیتی) داخل جعبه های تقسیم استفاده نمود. پیچیدن سیم ها به دور هم برای اتصال الکتریکی و عایق بندی آنها توسط چسب برق ممنوع می‌باشد.

کلیه مدارهای منتهی به تابلوهای برق باید توسط برچسب های مخصوص بر اساس کد موجود در نقشه های چون ساخت کدگذاری شود.

کلیه هادی‌های نول باید به صورت مجزا به شینه یا ترمینال های در نظر گرفته شده متصل شود و اتصال دو یا چند سیم نول بهم بسته شده به شینه نول تابلو مجاز نمی‌باشد.

omoorepeyman.ir

کلیه مدارهای نهایی از قبیل مدارهای تغذیه روشنایی و پریز باید مجهز به هادی حفاظتی جهت اتصال به بدنه فلزی چراغ‌ها یا کنتاکت ارت پریزها باشد.

کابل های مورد استفاده در سیستم های تلفن باید دارای نوعی پرده فلزی مانند شیلد یا فویل فلزی بوده و شامل یک رشته هادی مخصوص اتصال زمین نیز باشند.

هادی های اتصال زمین سیم ها و یا کابل های تلفن باید از طریق یک هادی حفاظتی، جعبه ترمینال اصلی تلفن و یا مرکز تلفن را به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین متصل کنند.

کلیه مدارهای سیستم اعلام حریق باید مستقل از سایر سیستم ها کشیده شود.

هادی های مدار میکروفون در سیستم صوتی و اعلام خبر باید مخصوص این کار (مجهز به شیلد حفاظتی و نظایر آن) باشد و همراه با هیچ مدار دیگری مانند مدار بلندگو به داخل یک لوله هدایت نشوند.

مدارهای تغذیه کننده بلندگوها در سیستم صوتی و اعلام خبر باید مستقل از سیستم های دیگر و در داخل لوله های فولادی اجرا گردد، مگر آنکه کابل مدارها، دارای نوعی پرده فلزی مانند شیلد یا فویل، که نهایتاً به سیستم اتصال زمین وصل می گردد.

کلیه اتصالات مربوط به ترانسفورماتورها تطبیق بلندگوها باید با لحیم کاری یا با استفاده از لحیم کاری و اتصال های مخصوص اجرا شود. استفاده از اتصالات پیچی، جز در مواردی که اجزای سیستم مجهز به این گونه اتصالی ها باشند، ممنوع است.

کابل تغذیه مدار بلندگوها در سیستم صوتی و اعلام خطر از نوع متعارف و یا تحت IP، باید از نوع مقاوم در مقابل حریق بوده و بر اساس استانداردهای معتبر تولید شده باشد، سایر مشخصات این کابل نیز باید طبق توصیه سازندگان معتبر سیستم انتخاب شود.

کابل روشنایی هادی هواسازها باید از LPS ایستگاه تغذیه شود.

کابل‌های تغذیه هواسازها در مسیر جریان دود و حرارت قرار نگیرند. در صورت عبور کابل های تغذیه از مسیر دود باید از غلاف مقاوم در برابر حرارت و یا از کابل نسوز استفاده شود. (درجه حرارت طراحی)

سامانه کابل‌کشی تهویه تونل باید قابلیت تامین شرایط اضطراری را دارا باشند. غلاف های مربوط به کابل ها باید در برابر آتش محافظت شده باشند.

۲ ـ ۳ـ ۱۳-سطح مقطع هادی فاز، نول یا خنثی (N) و حفاظتی (PE)

۲ـ ۳ ـ ۱۳ـ ۱ـسطح مقطع هادی فاز

سطح مقطع هادی انواع مدارها، به هیچ عنوان نباید از مقادیر داده شده در جدول زیر کمتر باشد :

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۱حداقل سطح مقطع هادی

نوع مدار	نیرو *	روشنایی	پریز	کنترل نیرو	ارسال علائم و سایر مدارهای کنترل
سطح مقطع هادی مسی(میلی‌مترمربع)	۱,۵	۱,۵	۲,۵	۱	۰,۵
*هرنوع مصرف کننده جز روشنایی و پریز					

قطر یا سطح مقطع هادی های مربوط به هر یک از سیستم های جریان ضعیف، نباید از مقادیر داده شده در جدول زیر کمتر باشد.

جدول ۴-۱۲حداقل قطر سطح مقطع هادی‌های جریان ضعیف

سیستم	تلفن	زنگ و احضار	دربازکن	اعلام حریق	سیستم صوتی	آنتن مرکزی	شبکه کامپیوتر	سیستم تلویزیون مداربسته
حداقل قطر یا سطح مقطع هادی	قطر ۰,۶ میلی‌متر			*	۱,۵میلی‌مترمربع	کابل هم محور ۷۵اهم*	*	*
*مطابق نیاز سیستم، استانداردها و پروتکل‌های مربوطه و یا دستورالعمل‌های سازنده سیستم								

تبصره ۱ : حداقل قطر یا سطح مقطع هادی های اشاره شده در جدول فوق مربوط به سیستم های جریان ضعیف از نوع متعارف (معمولی) می باشد.

تبصره ۲ : نوع و مشخصات کابل ها و یا سیم های سیستم جریان ضعیف بر اساس نیاز سیستم، استانداردها و یا پروتکل های مربوطه و یا دستور العمل سازندگان آنها تعیین می‌شود.

چنانچه در طول یک مدار تغییر سطح مقطع داده شود، یا انشعابی با سطح مقطع کوچکتر از آن گرفته شود، در نقطه تغییر مقطع یا انشعاب، باید وسیله حفاظتی مناسب جهت اضافه جریان و یا اتصال کوتاه و یا هر دو برای مقطع کوچکتر پیش بینی شود، مگر اینکه یکی از شرایط زیر موجود باشد :

الف) حداکثر طول مدار یا انشعاب با مقطع کوچکتر، ۳ متر باشد.

ت) وسیله حفاظتی در شروع مدار اصلی، مناسب مدار یا انشعاب با مقطع کوچکتر باشد.

۲ـ ۳ ـ ۱۳ـ ۲ـسطح مقطع هادی خنثی یا نول (N)

سطح مقطع هادی خنثی (سیستم سه فاز) نباید از مقادیر ارائه شده در جدول زیر کوچکتر باشد :

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۳حداقل مقطع هادی خنثی

سطح مقطع هادی فاز مدار s (میلی‌مترمربع)	حداقل سطح مقطع هادی خنثی N (میلی‌متر مربع)
S≤۱۶	S
16 □ S≤35	16
S□35	

در خصوص محاسبه سطح مقطع هادی خنثی (نول) موارد زیر در نظر گرفته می شود :

هادی های فاز و خنثی باید از یک جنس باشند.

جنس هادی های فاز و خنثی مدارهای نهایی (روشنایی، پریز و غیره) باید از مس باشد.

در صورت وجود ضریب توان های متفاوت فازها، عدم تعادل بارها و یا وجود هارمونیک ها، سطح مقطع هادی خنثی در این موارد معادل حداقل هادی فاز و یا حتی از آن بیشتر باید انتخاب شود.

در صورتی می توان از کلید یا وسیله حفاظتی در مسیر هادی خنثی استفاده کرد که کنتاکت مربوط به هادی خنثی قبل از هادی یا هادی‌های فاز وصل و در موقع قطع بعد از جدایی فاز قطع شود. در غیر اینصورت از هیچ نوع کلید و یا وسیله حفاظتی که شرایط مذکور را نداشته باشد نباید در مسیر هادی خنثی استفاده شود.

در مدارهای تک فاز، سطح مقطع هادی خنثی برابر با هادی فاز می‌باشد.

با توجه به تعدد بارهای تکفاز در ایستگاه مترو از قبیل بارهای روشنایی و پریز و عدم اطمینان از پخش متعادل آنها روی سه فاز شبکه توزیع داخلی، به استثناء مدارهای تغذیه بارهای موتوری سه فاز و تابلوهایی که مجموع توان بارهای تکفاز آن کمتر از ۳۰ درصد مجموع توان بارهای ۳ فاز می‌باشد، در سایر موارد سطح مقطع هادی خنثی (نول) برابر با سطح مقطع هادی فاز در نظر گرفته خواهد شد.

- در مدارهای سه فاز به صورت کلی سطح هادی خنثی برابر با هادی فاز در نظر گرفته می‌شود و تنها در صورت اطمینان از برقرار بودن هر سه شرط زیر می توان سطح مقطع هادی خنثی را کوچکتر از هادی فاز در نظر گرفت :

الف) سطح مقطع هادی فاز بزرگتر یا مساوی $25\ mm^2$باشد.

ب) میزان هارمونیک موجود در شبکه کمتر از ۱۵ درصد باشد. (THD ≤٪۱۵)- اگر میزان هارمونیک سوم جریان یک مدار بیش از مقدار ۱۵٪ باشد، مقطع نول یا هادی حفاظتی - خنثی (PEN) در این مدار حداقل باید برابر مقطع فاز در نظر گرفته شود. لازم به ذکر است که مقطع هادی حفاظتی (PE) تابع این حکم نمی‌باشد.

ج) تعادل در تقسیم بارهای تکفاز روی سه فاز شبکه.

omoorepeyman.ir

۲ـ ۳ ـ ۱۳ـ ۳ـسطح مقطع هادی حفاظتی (PE)، حفاظتی - خنثی (PEN)

سطح مقطع هادی حفاظتی، باید با توجه به شرایط زیر انتخاب شود :

الف) قطع مطمئن کلید حفاظتی مدار در حداقل جریان اتصال کوتاه فاز به هادی حفاظتی در زمان مجاز

ب) تحمل حداکثر جریان اتصال کوتاه با توجه به زمان قطع کلید (حداکثر ۵ ثانیه)

در صورت رعایت بندهای الف و ب و انجام محاسبات لازم برای تعیین سطح مقطع هادی حفاظتی بر اساس استاندارد IEC ۶۰۳۶۴-5-57، نتایج بدست آمده از محاسبات مبنای تعیین سطح مقطع هادی حفاظتی قرار خواهد گرفت. در غیر اینصورت و عدم انجام محاسبات و یا عدم تامین شرایط فوق الذکر، جدول زیر مبنای تعیین حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی خواهد بود.

جدول ۴ـ۱۴حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی

سطح مقطع هادی فاز مدار S (میلی‌مترمربع)	حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی PE (میلی‌متر مربع) (چنانچه هادی حفاظتی از جنس هادی فاز باشد)
S≤۱۶	S
16 □ S≤35	16
S□35	S/۲

سطح مقطع هادی حفاظتی - خنثی (PEN) نباید از ۱۰ میلیمتر مربع برای هادی مس و ۱۶ میلیمتر مربع برای هادی آلومینیومی کمتر باشد.

چنانچه جنس هادی حفاظتی از جنس هادی فاز نباشد در این حالت حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی باید دارای هدایت الکتریکی برابر هادی هم جنس به دست آمده از جدول فوق باشد.

برای هادی حفاظتی - خنثی رعایت موارد ذیل الزامی است :

هادی های فاز و هادی حفاظتی - خنثی باید از یک جنس باشند.

- جنس هادی های فاز و هادی حفاظتی - خنثی مدارهای نهایی (روشنایی، پریز و غیره) باید از مس باشد.
- در صورت وجود ضریب توان های متفاوت فازها، عدم تعادل بارها و یا وجود هارمونیک ها، سطح مقطع هادی حفاظتی - خنثی در این موارد معادل حداقل هادی فاز و یا حتی از آن بیشتر باید انتخاب شود.
- در مدارهای تک فاز، سطح مقطع هادی حفاظتی - خنثی برابر با هادی فاز می باشد.

برای مدارهایی که هادی حفاظتی (PE) آن همراه مدار (رشته ای از کابل ی رشته ای از یک مدار در داخل لوله) نبوده و در یک مسیر و به صورت جدا اجرا شده باشد، سطح مقطع آن نباید از مقادیر زیر کوچکتر باشد :

omoorepeyman.ir

الف) ۲,۵ میلیمتر برای هادی مسی یا ۱۶ میلیمتر مربع برای هادی آلومینیومی، اگر هادی حفاظتی از حفاظت مکانیکی کافی برخوردار باشد.

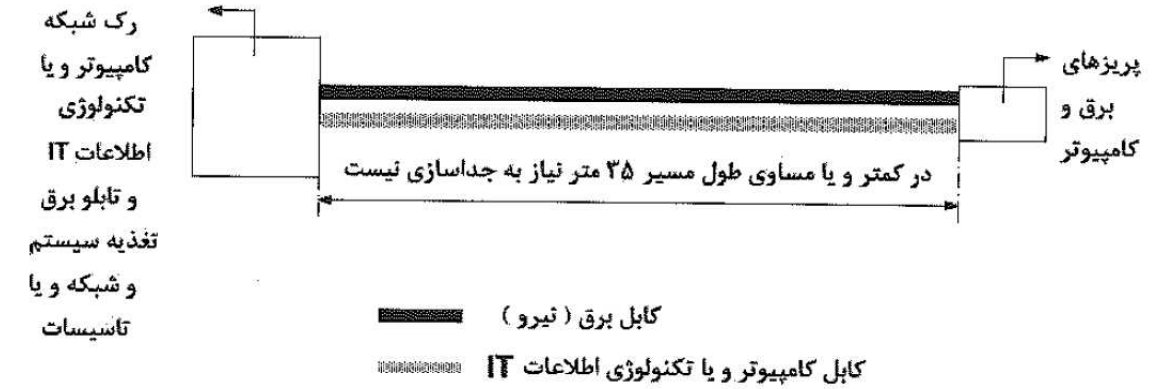
ب) ۴ میلیمتر مربع برای هادی مسی یا ۱۶ میلیمتر مربع برای هادی آلومینیومی، اگر هادی حفاظتی از حفاظت مکانیکی برخوردار نباشد.

هادی های حفاظتی (PE) همراه مدار (مدارهای داخل لوله و مجراها) باید هادی عایق دار باشند. در موارد دیگر نیز مانند مدارهای داخل کانال و سینی و نردبان کابل ها، به منظور حفاظت در برابر خوردگی و امکان شناسایی آن هادی لازم می‌نماید که از هادی عایق دار برای هادی حفاظتی (PE) استفاده شود.

۲ ـ ۳ـ ۱۴-کاهش اثرات ناشی از تداخل امواج الکترومغناطیسی

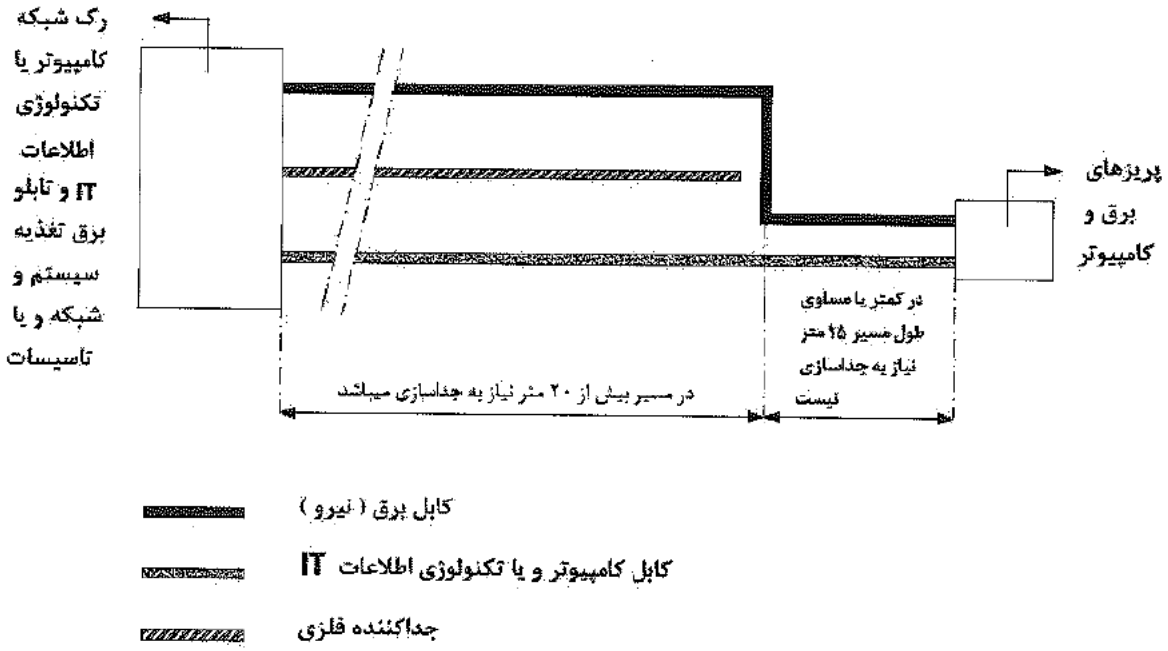
- در صورت استفاده از کابل های با زوج بهم تابیده و یا کابل های با حفاظ فلزی (شیلد) برای شبکه کامپیوتر و فن آوری اطلاعات (IT)، حفاظ فلزی کابل های فوق نهایتاً باید به ترمینال سیستم اتصال زمین عملیاتی وصل شود.
- کابل های شبکه توزیع نیرو (کابل کشی یا سیم کشی نیرو) با کابل های سیگنال، شبکه کامپیوتر و فن آوری اطلاعات (IT) بدون حفاظ فلزی (شیلد)، در طول مسیر مشترک کمتر از ۳۵ متر احتیاج به جداسازی ندارند شکل ۲—۷) و اگر طول مسیر مشترک بیش از ۳۵ متر باشد، به غیر از ۱۵ متر آخر، در بقیه مسیر باید از طریق جداکننده فلزی جداسازی شوند (برای جلوگیری از القاء و یا ایجاد لوپ های القائی) (شکل ۲—۸).

omoorepeyman.ir



طرحواره مسیر مشترک کابل برق و کابل کامپیوتر یا فناوری اطلاعات IT برای طول مسیر کمتر یا مساوی ۳۵متر

شکل ۲-۷ کابل برای طول مسیر مشترک کمتر از ۳۵ متر

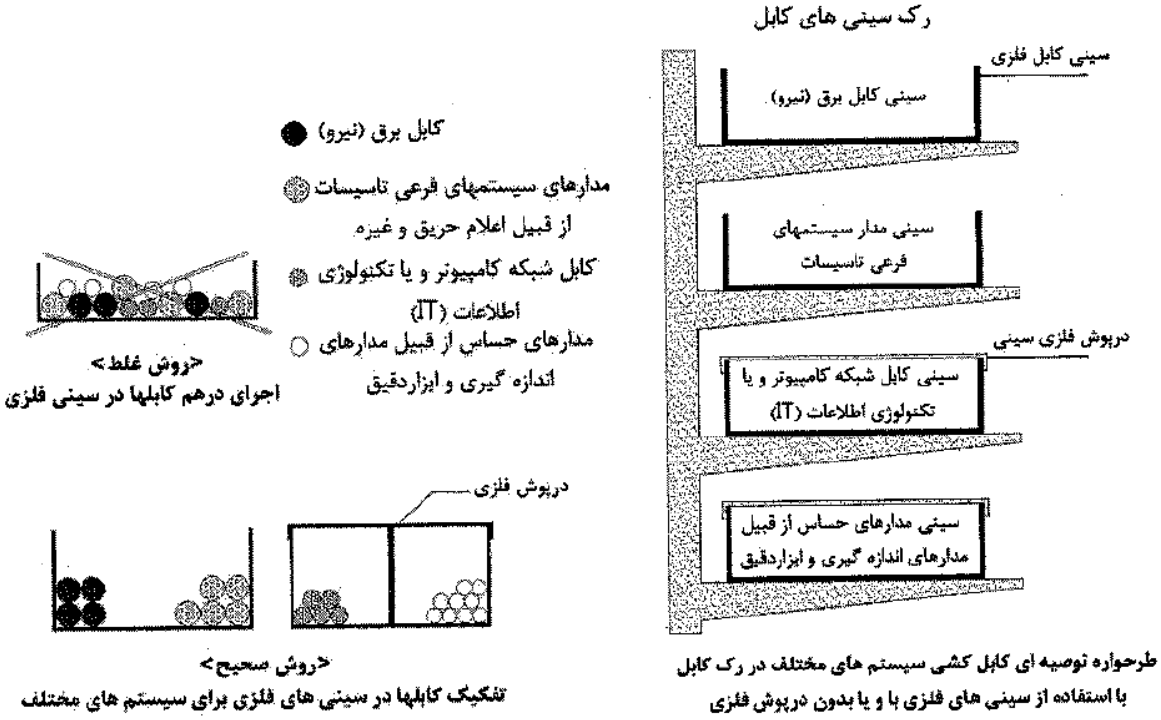


طرحواره مسیر مجزا و مشترک کابل برق و کابل کامپیوتر یا فناوری اطلاعات IT برای طول مسیر بیش از ۳۵متر

شکل ۲-۸ کابل برای مسیر مشترک بیش از ۳۵ متر

- در آرایش و اجرای مسیرهای مشترک کابل های شبکه توزیع نیرو، کابل های سیگنال، شبکه کامپیوتر و فن آوری اطلاعات (IT) باید موارد منعکس در شکل زیر رعایت شود.

omoorepeyman.ir



طرحواره توصیه ای کابل کشی سیستم های مختلف در رک کابل
با استفاده از سینی های فلزی با و یا بدون درپوش فلزی

طرحواره جداسازی کابل‌های سیستم‌های مختلف و سینی‌های مربوطه در تأسیسات برقی

شکل ۴-۹ جدا سازی کابل‌ها

تبصره : فاصله عمودی سینی های کابل در رک سینی ها از همدیگر در شکل فوق حداقل برابر ۳۰ سانتیمتر می‌باشد.

فاصله کابل های شبکه کامپیوتر بدون حفاظ فلزی (شیلد) از چراغ فلورسنت، بخار جیوه، بخار سدیم، متال هالید (لامپ های تخلیه در گاز) باید حداقل ۱۳ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

۲ـ ۴ ـتحویل گیری

۲ ـ ۴ـ ۱-تحویل اولیه کابل ها

کابل های در معرض تماس باید در طو ل مسیر بازرسی شوند و در صورت لزوم در انتهای عملیات کابل کشی با اندازه گیری هایی، صحت اجرا کنترل شود. از آن پس بطور دوره ای و در حین بهره برداری مورد بازرسی قرار خواهند گرفت.

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۴ـ ۲-مدارک فنی

اطلاعات و مدارک زیر بایستی همراه سایر اسناد ضمیمه شود.

- بروشور و هر نوع اطلاعات فنی در مورد کابل
- گواهی آزمایش های نوعی ویژه
- فهرست قراردادهای عمده فروش

جداول مشخصات فنی و داده های تضمین شده برای کابل های فشار ضعیف (جدول ۲—۱۵و

جدول ۲—۱۷)

جدول ۲—۱۵مشخصات اصلی کابل های فشار ضعیف و متوسط (ارائه شده توسط خریدار)

ردیف	توضیحات	مشخصات فنی
۱	اطلاعات عمومی	
۱-۱	تعداد فاز (تک فاز / سه فاز)	
۲-۱	ولتاژ نامی سیستم (V)	
۳-۱	حداکثر ولتاژ سیستم (V)	
۴-۱	سیستم زمین (موثر – غیر موثر)	
۲	شرایط محیط	
۱-۲	ارتفاع از سطح دریا	
۲-۲	حداکثر درجه حرارت محیط (°c)	
۳-۲	حداکثر درجه حرارت متوسط روزانه در مدت ۲۴ساعت (°c)	
۴-۲	دمای زمین (حداکثر/حداقل) (°c)	
۵-۲	عمق کانال کابل گذاری(cm)	
۶-۲	مقاومت حرارتی زمین(km/w)	
۷-۲	وضعیت خوردگی خاک و نوع مواد شیمیایی یا معدنی اطراف کابل	
۸-۲	وضعیت خاک اطراف کابل از نظر وجود حیوانات جونده	
۳	مشخصات فنی	
۱-۳	نوع کابل (تک‌رشته/سه رشته/...)	
۲-۳	جنس هادی(Al/Cu)	
۳-۳	سطح مقطع(mm^2)	
۴-۳	قطر هادی(mm)	
۵-۳	زره (پلی/خیز)	
۶-۳	جنس زره	
۷-۳	ولتاژ طراحی شده(kv)	
۸-۳	زمان ایستادگی در مقابل جریان اتصال کوتاه برای هر هادی(s)	

omoorepeyman.ir

جدول ۲—

۹-۳	زمان ایستادگی در مقابل جریان اتصال کوتاه برای هر زره(s)	
۱۰-۳	جنس عایق کابل	
۱۱-۳	جنس غلاف	
۴	متراژ کابل در هر قرقره به صورت یک تکه	
۵	نوع جنس قرقره	
۶	نوع آزمون های مورد درخواست	

۱۶مشخصات فنی و داده های تضمین شده برای کابل های فشار ضعیف (ارائه شده توسط فروشنده)

ردیف	توضیحات	مشخصات فنی
۱	سازنده	
۱-۱	کشور	
۲-۱	نام شرکت	
۳-۱	سال ساخت	
۲	کد شناسایی	
۳	استانداردهای به کار رفته (شماره و سال انتشار)	
۴	فهرست قراردادهای عمده فروش	
۵	شماره گزارش آزمون نوعی	
۶	نوع گواهینامه تضمین کیفیت و تاریخ دریافت آن	
۷	مشخصات فنی کابل	
۱-۷	نوع کابل	
۲-۷	نوع هادی (مفتولی/مفتولی به هم تابیده/...)	
۳-۷	جنس هادی(Al/Cu)	
۴-۷	تعداد و اندازه های هادی(mm^2)	
۵-۷	تعداد و اندازه های مفتول هادی(mm^2)	
۶-۷	شکل هادی ها (گرد/قطاعی)	
۷-۷	قطر هادی(mm)	
۸-۷	نوع عایق	
۹-۷	نقطه اشتعال عایق کابل(^oc)	
۱۰-۷	مقاومت عایق کابل در ۲۰،۳۰ و ۴۰ (^oc)(Ω/km)	
۱۱-۷	مقاومت حرارتی عایق کابل در ۲۰، ۳۰ و ۴۰(^oc) (k.m/w)	
۱۲-۷	ضخامت عایق(mm)	
۱۳-۷	حداقل ضخامت عایق بین هادی ها(mm)	
۱۴-۷	هادی هم مرکز (بلی/خیر)	
۱-۱۴-۷	مقطع معادل(mm^2)	
۲-۱۴-۷	مقطع هر مفتول(mm^2)	
۱۵-۷	نوع قلاف خارجی	
۱۶-۷	ضخامت غلاف خارجی(mm)	
۱۷-۷	زره (بلی/خیر)	
۱-۱۷-۷	نوع زره	

omoorepeyman.ir

ردیف	توضیحات	مشخصات فنی
۲-۱۷-۷	ضخامت زره(mm)	
۱۸-۷	وزن هر کیلومتر کابل	
۱۹-۷	وزن مس در هر کیلومتر	
۲۰-۷	قطر کلی کابل(mm)	
۲۱-۷	رنگ عایق و روکشش خارجی کابل	
۸	ضخامت فنی و الکتریکی	
۱-۸	فرکانس(hz)	
۲-۸	ولتاژ نامی طراحی شده(kv)	
۳-۸	حداکثر ولتاژ نامی سیستم(kv)	
۴-۸	جریان نامی (در ۲۰ و ۴۰ درجه سانتیگراد و حداکثر درحه حرارت متوسط روزانه در مدت ۲۴ ساعت)	
۱-۴-۸	هادی‌های اصلی(A-rms)	
۲-۴-۸	هادی‌های هم مرکز (A-rms)	
۵-۸	جریان اتصال کوتاه نامی	
۱-۵-۸	هادی‌های اصلی(kA-rms)	
۲-۵-۸	هادی‌های هم مرکز (kA-rms)	
۶-۸	مدت زمان اتصال کوتاه(s)	
۷-۸	حداکثر مقاومت هادی هر فاز(Ω/km)	
۸-۸	ظرفیت خازنی(µf/km)	
۹-۸	اندوکتانس هر فاز(mh/km)	
۱۰-۸	حداکثر دمای مجاز کابل در شرایط کار عادی(^{o}c)	
۱۱-۸	حداقل دمای مجاز برای نصب(^{o}c)	
۱۲-۸	حداقل شعاع خمش(m)	
۱۳-۸	کل تلفات در جریان نامی(kw/km)	
۱۴-۸	درصد افت ولتاژ در شرایط بار نامی در هرکیلومتر(%)	
۱۵-۸	راکتانس متقارن مثبت(Ω/km)	
۱۶-۸	ضریب جذب و حداکثر شدت تشعشع نور خورشید برای سطح کابل(kw/mm^{2})	
۱۷-۸	نیروی کشش مجاز کابل هنگامی که توسط جوراب کابل کشیده شود (N)	
۱۸-۸	عمر مفید مورد انتظار کابل در شرایط نصب در زمین و شرایط عادی	
۱۹-۸	سرعت انتشار موج(m/s)	
۹	ابعاد و اوزان	
۱-۹	ابعاد قرقره کابل(m)	
۲-۹	طول کابل روی هر قرقره به صورت یک تکه(m)	
۳-۹	وزن کل قرقره با کابل (kg)	

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱۷مشخصات فنی نمونه برای کابل ۰,۶xple کیلو ولت

ردیف	توضیحات	مشخصات فنی	
۱	مشخصات فنی عایق		
۱-۱	ضریب ثابت عایقی در ۵۰ هرتز	۲,۳	
۱-۲	ضریب تخلفات در (tgδ) ۵۰ هرتز	کمتر از ۰,۰۰۶	
۱-۳	مقاومت حجمی در°c ۲۰ (cmΩ)	۱۰۱۶	
۱-۴	جرم مخصوص در°c ۲۰ (kg/dm^3)	۰,۹۲	
۱-۵	ضریب مقاومت حرارتی در°c ۲۰ (M/W°c)	۳۵۰	
۱-۶	حداقل استقامت کششی در ۲۰ (N/mm^2)	۱۲,۵	
۱-۷	درصد اضافه طول	٪۴۰۰	
۱-۸	حداقل ولتاژ شکست (kv/mm)	۲۰	
۲	مشخصات فنی هادی	آلومینیوم	مس
۲-۱	استحکام کشش نهایی (N/mm^2)	۷۰	۲۰۰
۲-۲	ضریب اضافه طول در اثر افزایش دما(mm/m.k)	۰,۰۰۴	۰,۰۰۳۸
۲-۳	مقاومت اهمی در°c ۲۰ ($m/\Omega mm^2$)	۰,۰۲۴	۰,۰۱۷
۲-۴	ضریب افزایش مقاومت الکتریکی بین ۰ تا°c ۱۰۰ (k^{-1} /m)	۰,۰۲۸۶	۰,۰۱۷۸
۲-۵	ضریب هدایت الکتریکی در°c ۲۰ ($m/\Omega mm^2$)	۳۵	۵۶
۲-۶	نقطه ذوب(°c)	۶۵۸	۱۰۸۳
۲-۷	جرم مخصوص (kg/dm^3)	۲,۷	۸,۹
۳	مشخصات فنی کابل		
۳-۱	درجه حرارت مجاز مداوم(°c)	90	
۳-۲	حداکثر درجه حرارت مجاز در زمان اتصال کوتاه(°c)	250	
۳-۳	نیروی مجاز کشش کابل برای کابل کشی • برای کابل آلومینیوم(N/mm^2) • برای کابل مسی(N/mm^2)	 30 50	
۳-۴	حداقل شعاع خمش مجاز برای کابل تک رشته ای برای کابل چند رشته ای	15 ×D 12 ×D	
۳-۵	حداقل درجه حرارت مجاز کابل کششی(°c)	-۲۰	
۴	رنگ‌بندی (شناسایی رشته ها)		
۴-۱	سیم زمین حفاظتی	سبز، زرد	
۴-۲	سیم خنثی	آبی، روشن	
۴-۳	فازها	مشکی، قهوه ای	

omoorepeyman.ir

ردیف	توضیحات	مشخصات فنی
۴-۴	روکش خارجی	مشکی

۲ ـ ۴ـ ۳-آزمون

تاسیسات برقی را باید قبل از شروع بهره‌برداری و یا پس از هر تغییر عمده در آن مورد کنترل و آزمایش قرار داد و تنظیم‌های لازم در تجهیزات و لوازم بر اساس شرایط طرح، کارکرد آن ها و بهره برداری انجام تا نسبت به صحت کارهای انجام شده اطمینان حاصل شود. برای این منظور لازم است آزمایش ها و کنترل های زیر، انجام گیرد (استاندارد۶-IEC۶۰۳۶۴) :

- آزمایش تداوم هادی ها (سیم کشی و کابل کشی) مدارهای تاسیسات برق و برقراری هدایت الکتریکی آنها
- آزمایش مقاومت عایقی
- آزمایش ترتیب فازها در جریان متفاوت و ولتاژهای مثبت و منفی در جریان مستقیم
- کنترل کابل کشی ها و سیم کشی های اجرا شده و تطابق آن با نقشه های طرح تاسیسات برقی و دستورالعمل های اجرایی حین ساخت

۲ـ ۵ ـبهره برداری و نگهداری

۲ ـ ۵ـ ۱-علل کاهش ایمنی

سیم ها و کابل ها در مترو ممکن است به علل زیر در طول زمان ایمنی خود را از دست بدهد :

الف- کلیه بخش های سیم و کابل یا قسمت هایی از آن در اثر مرور زمان یا در اثر عوامل محیطی فرسوده شود.

ب- در سیم کشی و کابل کشی دخل و تصرف هایی، بدون داشتن اطلاعات لازم و کافی، انجام شود.

پ- تعمیرات یا جابجائی هایی انجام شود که سبب ایجاد تغییراتی در سیم کشی و کابل کشی شود.

برای اطمینان از ایمنی سیم کشی و کابل کشی باید پس از پایان کار یا انجام هرگونه تغییرات و در فواصل زمانی معینی، این سیم ها و کابل ها مورد بازرسی قرار گرفته و عملکرد آن ها کنترل شود.

omoorepeyman.ir

۲ ـ ۵ـ ۲-مدارک زمان اجرا

نظر به آنکه قسمت اعظم سیم ها و کابل ها پوشانده شده و در زمان بهره برداری قابل رؤیت نیستند، لازم است ترتیبی اتخاذ شود که کلیه اطلاعات مربوط به سیم کشی و کابل کشی در زمان اجرای کار ثبت و نگهداری شده و در زمان بهره برداری در اختیار بهره‌بردار قرار داده شود.

این مدارک باید در بازرسی های دوره ای مورد استفاده قرار گیرند.

مدارک لازم برای این منظور عبارتند از:

- نقشه های چون ساخت تأسیسات برقی.
- مشخصات سیم و کابل های به کار برده شده در تاسیسات برقی.
- جزئیات اجرائی مقاطع سینی کابل و کانال های کابل به صورت نقشه های کارگاهی یا عکس.
- جدول و لیست کابل ها

۲ ـ ۵ـ ۳-مطابقت با استانداردها

کلیه سیم و کابل های به کار رفته در تأسیسات برقی باید با استانداردهای ملی ایران یا با استانداردهای معتبر بین المللی مطابقت داشته باشد. در صورت عدم تطابق با استانداردهای معتبر، سیم و کابل ها باید تعویض یا اقدامات دیگری برای تأمین ایمنی لازم به عمل آید.

۲ ـ ۵ـ ۴-ضوابط نصب

کلیه سیم و کابل ها باید مطابق استانداردهای اشاره شده در بخش مربوطه انتخاب و نصب شده باشد.

۲ ـ ۵ـ ۵-عملیات بازرسی دوره ای

عملیات بازرسی سیم و کابل‌ها در هر دوره شامل بازدید عینی، انجام آزمون‌ها و تهیه گزارش بازرسی می‌باشد.

کابل های تاسیسات ثابت، کابل های تجهیزات ثابت یا قابل حمل، بطور دوره ای و هر زمان که احتمال آسیب دیدگی کابل در اثر فشارهای داخلی (اضافه ولتاژ، اضافه جریان) یا خارجی وجود داشته باشد، باید بازرسی شوند. اگر در ظاهر کابل تغییری ایجاد شود، باید از طریق تجهیزات مناسب و افراد ماهر تعمیر یا تعویض شود.

omoorepeyman.ir

کابل های تجهیزات قابل حمل یا دستی، باید به صورت دوره ای بازرسی شوند. اگر در ظاهر کابل نشانه ای از سایش، آسیب یا تغییر ظاهری وجود داشته باشد، باید تعویض شوند.

۲ ـ ۵ـ ۶-بازدید عینی از سیم و کابل ها

بازدیدهای عینی به منظور مشاهده میدانی و اطمینان از سالم بودن تأسیسات به عمل می‌آید و باید به طور کامل ثبت شوند. بازدید عینی باید قبل از عملیات مربوط به آزمون ها و بخش به بخش بوده و با رعایت کامل نکات ایمنی و دقت بالا انجام شود. کلیه سیم و کابل ها، مطابق الزامات این سند، باید مورد بازرسی قرار گیرند و شامل موارد زیر بوده ولی محدود به آن ها نمی‌شوند.

الف- سیم های داخلی کلیه تابلوها.

ب – کلیه جعبه های تقسیم، پریزهای برق و کلیدها.

پ – کلیه هادی ها، اعم از کابل ها و سیم ها.

ت – دستورالعمل ها، نقشه ها و مدارک.

ث – برچسب مدارها و برچسب های هشدار در محل های مورد نیاز.

ج – چگونگی و نحوه نصب کابل ها، سیم ها و اتصالات آن ها.

چ – شرایط محیطی و محل نصب و متناسب بودن سیم و کابل ها با آن شرایط.

ح – اتصالات هادی ها به قطعات و ترمینال ها و نوشته های روی طوقه هادی ها و مطابقت آن ها با رنگ یا نشانه ها.

خ – مسیر عبور کلیه لوله ها، داکت ها، هادی ها و کابل ها و سیم ها.

د- مطابقت کامل مشخصات فنی و ایمنی کلیه سیم و کابل ها که به صورت ثابت نصب شده اند با استانداردهای مربوطه.

۲ ـ ۵ـ ۷-انجام آزمون ها

انجام آزمون ها برای تشخیص سالم بودن و عملکرد تأسیسات برقی بوده و در آن ها باید موارد زیر رعایت شود:

- حداقل ۱۰٪ از لوازم و تجهیزات قطع و وصل باید بازشده و قطعات برقی و مکانیکی آنها از نظر آسیب، سائیدگی و نفوذ مایعات به داخل محفظه، بازدید و نتیجه آن گزارش شود. اگر تعداد موارد ایراد از ۳٪ کل، تجاوز کند، باید همه لوازم و تجهیزات قطع و وصل، کنترل و نتیجه گزارش شود.

omoorepeyman.ir

- حفاظت در برابر تماس مستقیم باید با توجه به وجود عایق بندی، مانع و حفاظ های مستقر در خارج از دسترس کنترل شوند و در صورت وجود اشکال، مراتب گزارش شود. لازم است توجه شود که نباید از وسیله حفاظتی جریان باقیمانده به عنوان تنها وسیله حفاظت در برابر تماس مستقیم استفاده شود.

- روش حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم باید مشخص و ثبت شود. حفاظت از طریق قطع تغذیه به صورت خودکار و همبندی برای هم ولتاژ کردن و وصل هادی حفاظتی به زمین باید دقیقاً کنترل شده و هر گونه کاستی گزارش شود.

آزمون هایی که در زیر اشاره شده اند، باید تا حد امکان به ترتیب فهرست انجام شوند تا ایمنی افراد آزمون کننده در آنها حفظ شود. در برخی موارد ممکن است انجام بعضی آزمون ها لازم نبوده، که در این صورت باید دلایل کافی برای عدم انجام آنها ارائه شود.

۲ـ ۵ ـ ۷ـ ۱ـآزمون مقاومت الکتریکی عایق بندی تأسیسات برقی

آزمون مقاومت الکتریکی عایقبندی تأسیسات برقی در دو مرحله و به صورت زیر انجام می‌شود:

الف- بین هادی‌های برقدار و خنثی به صورت دو به دو آزمون مقاومت الکتریکی انجام می شود. انجام این آزمون تنها قبل از آن که لوازم مصرف کننده ثابت و وصل شده به پریزها، لوازم حساس به ولتاژ، دیمرهای الکترونیکی و دیگر وسایل مشابه، نصب شده باشد عملی است.

ب - بین هر یک از هادی‌های برقدار و زمین به صورت دو به دو آزمون مقاومت الکتریکی انجام می شود. لازم به یادآوری است که در سیستم TN-C هادی PEN قسمتی از زمین به حساب می آید. همچنین در این آزمون می توان همه فازها و هادی خنثی را در هر مدار به یکدیگر وصل کرد. این آزمون زمانی قابل قبول تلقی می شود که مقاومت اندازه گیری شده از مقادیر استاندارد کمتر نباشد. توجه شود که آزمون باید با ولتاژ مستقیم انجام شده و دستگاه آزمون باید بتواند ولتاژ مشخص شده مطابق استاندارد را هنگامی که مصرف آن یک میلی آمپر است، حفظ کند.

همچنین در مواردی که مدار دارای لوازم الکترونیکی می باشد، لازم است اندازه گیری ها بین هادی های فاز و خنثی متصل به هم از یک طرف و هادی زمین از طرف دیگر انجام شود تا به لوازم الکترونیکی صدمه وارد نشود.

۲ـ ۵ ـ ۷ـ ۲ـآزمون مقاومت الکتریکی عایق بندی اعمال شده در کارگاه

آزمون عایق بندی اعمال شده در کارگاه باید به صورت زیر انجام شود:

هادی‌های برق‌دار پس از عایق‌بندی به یکدیگر وصل شده و یک ورق فلزی (فویل) روی سطح خارجی آنها محکم پیچانده شود. ولتاژ متناوب با فرکانس شبکه و ولتاژ ۳۷۰۰ ولت به مدت یک دقیقه بین هادی های وصل شده به هم و فویل، اعمال شود. در این مدت نباید شکست عایق‌بندی یا جرقه به وجود آید. برای این آزمون باید از دستگاهی که مخصوص این کار است استفاده شود.

omoorepeyman.ir

۲ـ ۵ ـ ۷ـ ۳ـآزمون صحت قطب بندی

آزمون صحت قطب بندی برای حصول اطمینان از عبور فاز از کلید قطع و وصل و اتصال فاز به وسط سرپیچ می‌باشد.

۲ـ ۵ ـ ۷ـ ۴ـآزمون کنترل قطع به موقع تغذیه، به صورت خودکار

برای احراز اطمینان نسبت به این که قطع به موقع مدار در اثر تماس غیرمستقیم، مؤثر عمل می کند، لازم است به ترتیب زیر عمل شود:

برای کنترل قطع به موقع مدار در صورت بروز اتصالی بین هادی فاز و بدنه هادی، اندازه گیری امپدانس حلقه اتصال کوتاه لازم خواهد بود. کل امپدانس اتصال کوتاه را می توان به ۳ بخش تقسیم نمود :

الف- امپدانس حلقه اتصال کوتاه مدار نهایی بین مصرف کننده و تابلوی مربوطه.

ب- امپدانس حلقه اتصال کوتاه مدار اصلی تابلو و کابل تغذیه تابلو، در صورت وجود.

پ- امپدانس حلقه اتصال کوتاه سیستم شبکه که نسبت به تأسیسات برقی، خارجی به حساب می‌آید.

۲ـ ۵ ـ ۷ـ ۵ـاندازه گیری جریان های اتصال کوتاه هادی فاز با هادی های خنثی و اتصال زمین

در هر سیستم برقی ممکن است دوگونه اتصال کوتاه اتفاق افتد که بستگی به برخورد هادی فاز با یکی از دو هادی وصل شده به زمین، هادی خنثی یا هادی حفاظتی دارد. تفاوت بین دو اتصال کوتاه یعنی دو شدت جریان اتصال کوتاه در تفاوت سطح مقطع دو هادی و نحوه اجرای هادی خنثی و هادی حفاظتی خلاصه می شود.

در اندازه گیری جریان اتصال کوتاه باید موارد زیر رعایت شوند :

الف- در هر نقطه ای که وسایل حفاظتی اتصال کوتاه نصب می شود باید هر دو نوع شدت جریان اتصال کوتاه اندازه گیری شود. از دو اتصال کوتاه اندازه گیری شده، عدد بزرگتر برای کنترل حداکثر توانایی ایستادگی وسیله حفاظتی استفاده می شود، اما برای کنترل قطع به موقع مدار برای جلوگیری از برق گرفتگی، در همه موارد از اتصال کوتاه فاز با هادی حفاظتی استفاده می شود.

ب- در مواردی که شدت جریان اتصال کوتاه برای سه فاز لازم باشد، مانند کنترل حداکثر ایستادگی وسایل قطع جریان در مدار، کافی است عدد به دست آمده برای اتصال کوتاه تک فاز را در عدد ۲ ضرب کرده و از آن برای سه فاز که ضریب اطمینان بالاتری است استفاده کرد.

omoorepeyman.ir

۲ـ ۵ ـ ۷ـ ۶ـآزمون ارزیابی نحوه کار تجهیزات و فرمان ها، کنترل عملیاتی

همه مدارهای عملیاتی قطع و وصل انواع راه اندازها از قبیل کولرها، دیمرها و غیره باید کنترل و نحوه عمل آن ها دیده شود. در مورد لوازم و کلیدهای جریان باقیمانده باید دکمه آزمون نصب شده روی دستگاه را نادیده گرفت و آزمون مجزایی اجرا نمود تا صحت کار وسیله یا کلید، محرز شود و پس از آن دکمه آزمون دستگاه نیز کنترل شود.

۲ ـ ۵ـ ۸-تجهیزات آزمون

تجهیزاتی که برای انجام آزمون ها به کار می رود باید با استانداردهای بین المللی معتبر مطابقت نماید.

۲ ـ ۵ـ ۹-گزارش بازرسی

کلیه اطلاعات حاصل از بازدید عینی، آزمون ها و اقداماتی که برای رفع نواقص احتمالی انجام شده است، باید به صورت گزارشی تنظیم و در پرونده نگهداری ساختمان بایگانی شود. در این گزارش باید موارد زیر ثبت شوند :

الف- کلیه بازدیدهای عینی انجام شده.

ب- آزمون های انجام شده و نتایج آن.

پ- شرح کلیه نواقص مشاهده شده.

ت- شرح عملیات مربوط به رفع نواقص.

نتیجه نهایی عملیات بازرسی باید به صورت گزارش ثبت و در پرونده نگهداری بایگانی شوند.

تبصره: کلیه عملیات مربوط به بازرسی های عنوان شده در این بخش باید توسط افراد حقیقی یا حقوقی ذیصلاح که صلاحیت آنها به تأیید مقام مسئول بهره بردار رسیده باشد، انجام شود.

۲ ـ ۵ـ ۱۰-نشانه گذاری و نصب اطلاعیه های هشدار دهنده

در تأسیسات برقی باید در نقطه شروع هر تأسیسات یا انشعاب، در کلیه نقاط اتصال به الکترودهای زمین و همبندی ها و بدنه های هادی بیگانه و در کلیه نقاطی که از وسائل حفاظت جریان باقیمانده استفاده می شود، اطلاعیه ها و پلاک های هشدار دهنده، از جنسی که دارای دوام کافی باشد، نصب شود.

۲ ـ ۵ـ ۱۱-دوره تناوب بازرسی

دوره تناوب بازرسی سیم ها و کابل ها سالانه می باشد. لذا باید سالانه حداقل یک بار بازرسی انجام شود. در تأسیسات برقی باید توجه داشت که نمی توان تأسیسات را به مدت طولانی رها کرده و مورد بازدید قرار نداد، چرا که فرسودگی ناشی از گذشت زمان ممکن است آثاری در آن ایجاد کند و خطرآفرین شود. در این تأسیسات لازم است در دوره های تناوب

omoorepeyman.ir

کوتاه تر، بازرسی های مختصری به عمل آورده شود. ولی برای این بازدیدها لازم نیست از افراد متخصص و یا انجام آزمون ها کمک گرفته شود بلکه افراد آشنا به امور برقی و حتی افراد عادی که دانایی فنی اندکی دارند نیز می توانند از عهده کار برآیند.

بدیهی است چنانچه مشکلی وجود داشته باشد، افراد متخصص باید به آن رسیدگی کنند.

۲ ـ ۵ـ ۱۲-تجهیزات الکتریکی با کاربرد عمومی

به دلیل اهمیت ویژه و استفاده متداول برخی از تجهیزات الکتریکی بازرسی مربوط به آن ها به طور اختصاصی ارائه شده است.

۲ـ ۵ ـ ۱۲ـ ۱ـتابلوهای برق

بازرسی مربوط به تابلوهای برق به شرح زیر باید انجام شود:

- اتصال بین مس و آلومینیوم موجود در تابلوها باید از نظر ترکیب گالوانیک کنترل شده و تمامی اتصالات مسی - آلومینیمی با ترکیبات آنتی اکسید محافظت شوند.

- هادی های موجود در تابلو از نظر ترک، شکستگی، داغ شدن و تمیزی کنترل شوند.

۲ـ ۵ ـ ۱۲ـ ۲ـکابل، کانال و باس داکت

الف- کابل ها در صورتی که نیاز به لمس یا حرکت آنها در حین عملیات نگهداری باشد، باید قبل از هر اقدامی حتماً بی‌برق شوند.

ب- در مسیر کابل کشی یا داخل منهول، کابل ها از نظر زاویه خمش، صدمات فیزیکی، کشیدگی بیش از حد، جابه جایی، ترک، اتصال زمین و استحکام بست و نگهدارنده و همچنین پوسیدگی، مورد بازدید قرار گیرند.

پ- پایه و نگهدارنده های کانال کابل از نظر پوسیدگی و آسیب های ناشی از لرزش کنترل شود.

ت- قبل از اقدام به بازدید باس داکت، پوشش نقاط اتصال در طول مسیر باس داکت برداشته شده تا امکان اندازه گیری حرارتی در تمام طول آن در زیر بار مهیا باشد.

ث- پس از بی برق کردن و زمین نمودن باس داکت، تمامی اتصالات از نظر استحکام و همچنین داغ شدن بیش از حد، خوردگی، قوس الکتریکی یا هر شکل دیگری از خرابی کنترل شوند. اتصالات کثیف، تمیز و اتصالات ضعیف، با گشتاور مناسب محکم شوند.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳ـ فصل سوم

ضوابط بهره برداری، تحویل گیری و نگهداری تابلوهای برق ناویژه ایستگاهی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳ـ ۱ ـتعاریف و اصطلاحات

مهمترین تعاریف، ا صطلاحات، نمادها و یکاهای مورد ا ستفاده در ضوابط طراحی تابلوهای برق ناویژه، در این ق سمت ارائه شده است.

۳ ـ ۱ـ ۱-اصطلاحات عمومی

۳ـ ۱ ـ ۱ـ ۱ـتابلو قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف (Low-Voltage Switchgear and Controlgear

۳ـ ۱ ـ ۱ـ ۲ـAssemblies)

ترکیب یک یا چند وسیله قطع و وصل فشار ضعیف با تجهیزات فرمان، اندازه گیری، سیگنال دهی، حفاظتی و تنظیم کننده مربوط به آن به انضمام تمام اتصالات الکتریکی، مکانیکی و اجزای سازه ای.

۳ـ ۱ ـ ۱ـ ۳ـشینه (Busbar)

یک هادی با امپدانس کوچک که چندین مدار الکتریکی می تواند به صورت مجزا به آن متصل شود.

۳ـ ۱ ـ ۱ـ ۴ـشینه اصلی (main busbar)

شینه ای که یک یا چند شینه توزیع و/یا واحدهای ورودی و خروجی می تواند به آن متصل شود.

۳ـ ۱ ـ ۱ـ ۵ـشینه توزیع (distribution busbar)

یک شینه در یک بخش که به شینه اصلی متصل شده است و واحدهای خروجی از آن تغذیه می شود.
یادآوری- هادی متصل شده بین واحد عامل و شینه به عنوان قسمتی از شینه توزیع محسوب نمی شود.

۳ـ ۱ ـ ۱ـ ۶ـمدار اصلی (Main Circuit)

تمام قسمت های هادی یک تابلو که در یک مدار به منظور انتقال انرژی الکتریکی قرار گرفته است.

۳ـ ۱ ـ ۱ـ ۷ـمدار کمکی (Auxiliary Circuit)

تمام ق سمت های هادی یک تابلو که در یک مدار (غیر از مدار ا صلی) به منظور کنترل، اندازه گیری، سیگنال دهی، تنظیم و پردازش داده ها و غیره قرار گرفته است.
یادآوری- مدار کمکی یک تابلو، شامل مدارهای کمکی و کنترل تجهیزات قطع و وصل نیز می شود.

omoorepeyman.ir

۳ـ ۱ ـ ۱ـ ۸ـواحد عملگر (Functional Unit)

قسمتی از یک تابلو برق، شامل تمام اجزای الکتریکی، مکانیکی و تجهیزات قطع و وصل که در انجام یک عملکرد واحد مشارکت دارد.

یادآوری- هادی متصل به یک واحد عملگر که در فضای خارج از خانه (Compartment) یا فضای حفاظت شده (Enclosed Protected Space) مخصوص آن واحد قرار می گیرد به عنوان قسمتی از واحد عملگر محسوب نمی شود.

۳ـ ۱ ـ ۱ـ ۹ـواحد ورودی (incoming unit)

واحد عملگری که انرژی الکتریکی از طریق آن به تابلو وارد می شود.

۳ـ ۱ ـ ۱ـ ۱۰ـواحد خروجی (outgoing unit)

واحد عملگری که انرژی الکتریکی یک یا چند مدار خارجی از طریق آن تامین می شود.

۳ ـ ۱ـ ۲-ساختار تابلو برق

۳ـ ۱ ـ ۲ـ ۱ـقسمت ثابت (fixed part)

قسمتی متشکل از اجزای نصب و سیم کشی شده بر روی یک نگهدارنده واحد که به منظور نصب ثابت طراحی شده است.

۳ـ ۱ ـ ۲ـ ۲ـقسمت قابل جدا شدن (removable part)

قسمتی متشکل از اجزای نصب و سیم کشی شده بر روی یک نگه دارنده واحد با قابلیت جدا شدن کامل از تابلو و جایگزین کردن، در حالی که مدار تغذیه کننده آن برق دار است.

۳ـ ۱ ـ ۲ـ ۳ـاتصال ثابت (fixed connection)

اتصالی که توسط یک ابزار متصل یا قطع می شود.

۳ـ ۱ ـ ۲ـ ۴ـبخش اصلی (section)

قسمتی از سازه تابلو مابین دو سطح قائم متوالی.

۳ـ ۱ ـ ۲ـ ۵ـبخش فرعی (sub-section)

قسمتی از سازه تابلو در یک بخش اصلی، مابین دو سطح افقی یا قائم متوالی.

omoorepeyman.ir

۳ـ۱ ـ ۲ـ ۶ـخانه (compartment)

یک بخش اصلی یا فرعی که به جز بازشوهایی برای اتصالات، کنترل یا تهویه بقیه قسمت های آن پوشیده باشد.

۳ ـ ۱ـ ۳-طرح بیرونی تابلوها

۳ـ۱ ـ ۳ـ ۱ـتابلو نوع باز (open-type assembly)

تابلویی شامل یک سازه که تجهیزات الکتریکی را نگه می دارد و قسمت های برق دار تجهیزات الکتریکی در دسترس است.

۳ـ۱ ـ ۳ـ ۲ـتابلو جلو بسته (dead-front assembly)

تابلوی نوع باز مجهز به درپوش جلویی که قسمت های برق دار ممکن است از جهت های دیگر غیر از جلو قابل دسترس باشد.

۳ـ۱ ـ ۳ـ ۳ـتابلو تمام بسته (enclosed assembly)

تابلویی که از تمام جهت ها (به جز احتمالاً سطح نصب آن) پوشیده باشد به نحوی که درجه حفاظتی تعیین شده را تامین کند.

۳ـ۱ ـ ۳ـ ۴ـتابلو سلولی (cubicle-type assembly)

تابلوی تمام بسته از نوع ایستاده که ممکن است شامل چندین بخش اصلی، فرعی و خانه باشد.

۳ـ۱ ـ ۳ـ ۵ـتابلو چند سلولی (multi-cubicle-type assembly)

ترکیب تعدادی تابلوی سلولی که از نظر مکانیکی به هم متصل باشد.

۳ـ۱ ـ ۳ـ ۶ـتابلو نوع میزی (میز پیانویی) (desk-type assembly)

تابلوی تمام بسته که صفحه کنترل آن افقی، شیب دار یا ترکیبی از این دو است و شامل تجهیزات کنترل، اندازه گیری، سیگنال دهی و غیره است. این نوع تابلو با نام کنسول کنترل نیز شناخته می شود.

omoorepeyman.ir

۳ـ ۱ ـ ۳ـ ۷ـتابلو جعبه ای (box-type assembly)

تابلوی تمام بسته که برای نصب روی یک سطح قائم در نظر گرفته شده است.

۳ـ ۱ ـ ۳ـ ۸ـتابلو چند جعبه ای (multi-box-type assembly)

ترکیب تعدادی تابلوی جعبه ای متصل به هم و دارای قاب نگه دارنده مشترک یا مجزا که اتصال های الکتریکی بین دو جعبه مجاور، از بازشوهای محل اتصال عبور می کند.

۳ـ ۱ ـ ۳ـ ۹ـتابلو دیواری روکار (wall-mounted surface type assembly)

تابلویی برای نصب روی سطح یک دیوار.

۳ـ ۱ ـ ۳ـ ۱۰ـتابلو دیواری توکار (wall-mounted recessed type assembly)

تابلویی برای نصب در فرورفتگی دیوار به نحوی که بدنه تابلو بخشی از دیوار بالا را نگه نمی دارد.

۳ ـ ۱ـ ۴-سازه (اسکلت) تابلوها

۳ـ ۱ ـ ۴ـ ۱ـاسکلت (supporting structure)

سازه ای که قسمتی از تابلو را تشکیل می دهد و برای نگه داشتن اجزای مختلف تابلو و پوشش آن طراحی شده است.

۳ـ ۱ ـ ۴ـ ۲ـسازه نصب (mounting structure)

سازه ای که جزء تابلو نیست و برای نگه داشتن تابلو طراحی شده است.

۳ـ ۱ ـ ۴ـ ۳ـصفحه نصب (سینی نصب) (mounting plate)

صفحه (سینی) مناسب نصب داخل یک تابلو که برای نگه داشتن اجزای مختلف طراحی شده است.

۳ـ ۱ ـ ۴ـ ۴ـمحفظه (enclosure)

پوششی که نوع و درجه حفاظت مناسب کاربرد مد نظر را تامین می کند.

omoorepeyman.ir

۳ـ۱ ـ ۴ـ ۵ـپوشش (cover)

قسمت خارجی درپوش یک تابلو برق.

۳ـ۱ ـ ۴ـ ۶ـدر (door)

پوشش لولایی یا کشویی.

۳ـ۱ ـ ۴ـ ۷ـپوشش قابل جدا شدن (removable cover)

پو ش شی که برای ان سداد باز شوهای پو شش خارجی طراحی شده و می توان آن را به منظور انجام عملیات خاص یا تعمیر و نگهداری جدا کرد.

۳ـ۱ ـ ۴ـ ۸ـصفحه پوشش (cover plate)

قسمتی از تابلو که برای انسداد بازشوهای پوشش خارجی استفاده می شود و به نحوی طراحی شده که توسط پیچ یا لوازم مشابه در جای خود قرار می گیرد.

۳ـ۱ ـ ۴ـ ۹ـدیواره (partition)

قسمتی از پوشش یک خانه که آن را از خانه های دیگر جدا می کند.

۳ـ۱ ـ ۴ـ ۱۰ـحصار (barrier)

قسمتی که حفاظت در برابر تماس مستقیم از تمام جهت های معمول دسترسی را تامین می کند.

۳ـ۱ ـ ۴ـ ۱۱ـمانع (obstacle)

قسمتی که از تماس مستقیم ناخواسته جلوگیری می کند اما مانع تماس مستقیم عمدی نیست.

۳ـ۱ ـ ۴ـ ۱۲ـفضای حفاظت شده پوشیده (enclosed protected space)

قسمتی از تابلو که برای پوشاندن اجزای الکتریکی در نظر گرفته شده و حفاظت معینی در برابر اثرات خارجی و تماس با قسمت های برق دار را تامین می کند.

omoorepeyman.ir

۳ ـ ۱ـ ۵-شرایط نصب تابلوها

۳ـ ۱ ـ ۵ـ ۱ـتابلو داخلی (assembly for indoor installation)

تابلویی که به منظور استفاده در محل هایی طراحی شده است که شرایط بهره برداری عادی در داخل ساختمان مطابق با بند ---- را دارا است.

۳ـ ۱ ـ ۵ـ ۲ـتابلو بیرونی (assembly for outdoor installation)

تابلویی که به منظور ا ستفاده در محل هایی طراحی شده ا ست که شرایط بهره برداری عادی در خارج از ساختمان مطابق ---- را دارا است.

۳ـ ۱ ـ ۵ـ ۳ـتابلو نصب ثابت (stationary assembly)

تابلویی ا ست که برای نصب به صورت ثابت روی کف یا دیوار محل نصب آن طراحی شده و در همان محل ا ستفاده می شود.

۳ـ ۱ ـ ۵ـ ۴ـتابلو متحرک (movable assembly)

تابلویی است که به نحوی طراحی شده تا انتقال آن از یک محل به محل دیگر استفاده به سادگی امکان پذیر باشد.

۳ ـ ۱ـ ۶-مشخصه های عایقی

۳ـ ۱ ـ ۶ـ ۱ـفاصله هوایی (clearance)

فاصله بین دو قسمت هادی در طول یک خط در کوتاه ترین مسیر بین آن ها.

۳ـ ۱ ـ ۶ـ ۲ـفاصله خزش (creepage distance)

کوتاه ترین فاصله بین دو قسمت هادی بر روی سطح یک ماده عایق جامد.

۳ـ ۱ ـ ۶ـ ۳ـاضافه ولتاژ (overvoltage)

هر ولتاژی که مقدار پیک آن از مقدار پیک مربوط به حداکثر ولتاژ حالت پایدار در شرایط کار عادی تجاوز کند.

۳ـ ۱ ـ ۶ـ ۴ـاضافه ولتاژ موقت (temporary overvoltage)

اضافه ولتاژ در فرکانس شبکه به مدت نسبتاً طولانی (چندین ثانیه).

omoorepeyman.ir

۳ـ۱ ـ ۶ـ ۵ـولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه (power-frequency withstand voltage)

مقدار موثر ولتاژ سینوسی با فرکانس شبکه که منجر به شکست عایقی در شرایط مشخص شده تست نمی شود.

۳ـ۱ ـ ۶ـ ۶ـولتاژ ضربه قابل تحمل (impulse withstand voltage)

بالاترین مقدار پیک ولتاژ ضربه با شکل و پلاریته مقرر که منجر به شکست عایقی تحت شرایط معین نمی شود.

۳ـ۱ ـ ۶ـ ۷ـآلودگی (pollution)

هرگونه اضـافه شـدن مواد خارجی جامد، مایع یا گاز که می تواند منجر به کاهش اسـتقامت دی الکتریک یا مقاومت سطحی یک عایق شود.

۳ـ۱ ـ ۶ـ ۸ـدرجه آلودگی (شرایط محیطی) (pollution degree)

عددی قراردادی بر مبنای میزان گرد و غبار رسـانا یا جاذب رطوبت، گاز یونیزه یا نمک و همچنین رطوبت نسـبی و فراوانی وقوع آن که منجر به جذب یا میعان رطوبت و در نتیجه کاهش قدرت دی الکتریک و/یا مقاومت سطحی شود.
یادآوری- درجه آلودگی که مواد عایق یک تجهیز در معرض آن قرار دارد ممکن اسـت به علت قرار گرفتن در یک پوشـش یا در نتیجه گرمایش داخلی ک ه مانع جذب یا میعان رطوبت می شـود ، متفاوت با درجه آلودگی محیط اطراف محل قرارگرفتن آن باشد.

۳ ـ ۱ـ ۷-حفاظت در برابر برق گرفتگی (شوک الکتریکی)

۳ـ۱ ـ ۷ـ ۱ـقسمت برق دار (live part)

قسمت رسانایی است که انتظار می رود در شرایط عادی برق دار شود و شامل هادی خنثی (N) نیست. نیز است ولی به طور قراردادی شامل هادی PEN نیست.

۳ـ۱ ـ ۷ـ ۲ـقسمت-رسانای-قابل تماس (exposed-conductive-part)

قسمت رسانای تجهیزات (الکتریکی) که می تواند لمس شود و به طور معمول برق دار نیست ولی در صورت شکست عایق بندی پایه می تواند برق دار شود.

omoorepeyman.ir

۳ـ ۱ ـ ۷ـ ۳ـهادی حفاظتی ((protective conductor (PE))

هادی است که برای حفاظت در برابر برق گرفتگی لازم است و ممکن است هریک از اجزای زیر را از نظر الکتریکی به هم وصل کند:

- بدنه های هادی
- ترمینال اصلی اتصال زمین
- الکترود زمین
- نقطه زمین شده منبع تغذیه

۳ـ ۱ ـ ۷ـ ۴ـهادی خنثی ((neutral conductor (N))

هادی است که به نقطه خنثی سیستم نیرو وصل بوده و می تواند در انتقال انرژی الکتریکی مشارکت کند.

۳ـ ۱ ـ ۷ـ ۵ـهادی مشترک حفاظتی-خنثی (PEN conductor)

هادی است زمین شده که وظایف هر دو هادی حفاظتی و خنثی را به صورت اشتراکی انجام دهد.

۳ـ ۱ ـ ۷ـ ۶ـجریان خطا (fault current)

جریانی است که در اثر خرابی در عایق بندی یا اتصال نادرست در مدارهای الکتریکی به وجود می آید.

۳ـ ۱ ـ ۷ـ ۷ـحفاظت پایه (basic protection)

حفاظت در برابر برق گرفتگی در شرایطی که خطایی رخ نداده باشد.

۳ـ ۱ ـ ۷ـ ۸ـعایق بندی پایه (basic insulation)

عایق بندی قسمت های- برق دار -خطرناک که حفاظت پایه را تامین می کند.

۳ـ ۱ ـ ۷ـ ۹ـحفاظت خطا (fault protection)

.حفاظت در برابر شوک الکتریکی تحت شرایط تک اتصالی (Single-Fault)

۳ـ ۱ ـ ۷ـ ۱۰ـشخص ماهر (skilled person)

شخصی با تحصیلات و تجارب مرتبط تا قادر شود به ریسک ها توجه کند و از خطراتی که الکتریسیته می تواند به وجود آورد، اجتناب کند.

omoorepeyman.ir

۳ـ۱ ـ ۷ـ ۱۱ـشخص آموزش دیده (instructed person)

شخصی که به اندازه کافی توسط یک شخص ماهر آگاه شده یا تحت نظارت قرار گرفته است تا قادر شود به ریسک ها توجه کند و از خطراتی که الکتریسیته می تواند به وجود آورد، اجتناب کند.

۳ ـ ۱ـ ۸-مشخصه ها

۳ـ۱ ـ ۸ـ ۱ـمقدار نامی (nominal value)

مقدار یک کمیت که برای مشخص کردن یا شناسایی یک جزء متشکله، وسیله، تجهیزات یا سیستم استفاده می شود. این مقدار معمولاً یک عدد گرد شده است.

۳ـ۱ ـ ۸ـ ۲ـمقدار حدی (limiting value)

بزرگ ترین یا کوچک ترین مقدار قابل پذیرش یک کمیت در مشخصات فنی مربوط به یک جزء متشکله، وسیله، تجهیزات یا سیستم.

۳ـ۱ ـ ۸ـ ۳ـولتاژ نامی (nominal voltage)

مقدار تقریبی ولتاژ که برای مشخص کردن یا شناسایی یک سیستم الکتریکی استفاده می شود.

۳ـ۱ ـ ۸ـ ۴ـجریان اتصال کوتاه ((short-circuit current (Ic))

اضافه جریان ناشی از اتصال کوتاه در نتیجه یک خطا یا اتصال نادرست در یک مدار الکتریکی.

۳ـ۱ ـ ۸ـ ۵ـجریان اتصال کوتاه محتمل ((prospective short-circuit current (Icp))

جریانی که در صورت اتصال کوتاه شدن هادی های تغذیه کننده مدار توسط یک هادی دارای (r.m.s.) مقدار موثر امپدانس ناچیز که تا حد امکان نزدیک ترمینال های تغذیه تابلو برق قرار دارد، از مدار عبور کند.

۳ـ۱ ـ ۸ـ ۶ـولتاژ اسمی ((rated voltage (Un))

حداکثر ولتاژ نامی یک سیستم الکتریکی a.c یا d.c که توسط سازنده تابلو تعیین می شود و مدارهای اصلی تابلو برای اتصال به آن طراحی شده است. در مدارهای چندفاز، این مقدار، ولتاژ موثر بین فازها است و ولتاژهای گذرا در این مورد لحاظ نمی شود.

omoorepeyman.ir

۳ـ ۱ ـ ۸ـ ۷ـولتاژ بهره برداری اسمی ((rated operational voltage (Ue)

ولتاژ بهره برداری اسمی ولتاژی است که توسط سازنده تابلو تعیین می شود و همراه با جریان اسمی، موارد استفاده تابلو را مشخص می کند. در مدارهای چندفاز، ولتاژ بهره برداری اسمی، ولتاژ بین فازها است.

۳ـ ۱ ـ ۸ـ ۸ـولتاژ عایقی اسمی ((rated insulation voltage (Ui)

ولتاژ عایقی اسمی مقدار ولتاژ موثر قابل تحمل است که توسط سازنده تابلو برای تجهیزات یا بخشی از آن تعیین می شود و بر اساس آن قابلیت تحمل (بلند مدت) عایق بندی مشخص می شود.

۳ـ ۱ ـ ۸ـ ۹ـولتاژ ضربه ای قابل تحمل اسمی ((rated impulse withstand voltage (Uimp)

مقدار ولتاژ ضربه ای قابل تحمل که توسط سازنده تابلو تعیین می شود و بر اساس آن قابلیت تحمل مشخصی از عایق بندی در برابر اضافه ولتاژهای گذرا مشخص می شود.

۳ـ ۱ ـ ۸ـ ۱۰ـ۳جریان اسمی (rated current)

مقدار جریانی که توسط سازنده تابلو تعیین می شود و می تواند بدون اینکه افزایش دمای قسمت های مختلف تابلو طبق شرایط مشخص شده ای از مقادیر مقرر بیش تر شود، عبور کند.

۳ـ ۱ ـ ۸ـ ۱۱ـجریان پیک قابل تحمل اسمی ((rated peak withstand current (Ipk)

مقدار پیک (قله) جریان اتصال کوتاه است که توسط سازنده تابلو تعیین می شود و می تواند در شرایط تعیین شده تحمل شود.

۳ـ ۱ ـ ۸ـ ۱۲ـجریان قابل تحمل کوتاه مدت اسمی ((rated short-time withstand current (Icw)

مقدار موثر جریان اتصال کوتاه که توسط سازنده تعیین می شود و می تواند در شرایط تعیین شده تحمل شود و بر حسب جریان و زمان بیان می شود.

۳ـ ۱ ـ ۸ـ ۱۳ـضریب همزمانی (پراکندگی) اسمی ((rated diversity factor (RDF)

مقدار واحد (Per Unit) جریان اسمی که توسط سازنده تعیین می شود و بر اساس آن مدارهای خروجی یک تابلو می تواند با در نظر گرفتن تاثیر حرارتی متقابل بطور ممتد و همزمان بارگذاری شود.

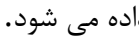
۳ ـ ۱ـ ۹-تجهیزات حفاظت و کنترل

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۱ـکلیدهای جداکننده (ایزولاتور- مجزا کننده) (disconnector)

وسیله مکانیکی قطع و وصل است که در حالت قطع، فاصله جدایی لازم را بین کنتاکت ها به وجود می آورد.

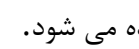
omoorepeyman.ir

کلید جداکننده قادر ا ست فقط هنگامی یک مدار را قطع یا و صل کند که جریان قطع یا و صل کم بوده یا آنکه تغییر قابل ملاحظه ای در ولتاژ ترمینال های هیچ یک از قطب های جداکننده رخ ندهد و همچنین می تواند برای مدت زمان مشخصی تحت شرایط غیرعادی مدار، مانند حالت اتصال کوتاه، جریان را عبور دهد.

ا ین نوع  کلید با نماد نمایش داده می شود.

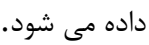
۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۲ـکلید قطع بار (switch)

یک و سیله مکانیکی قطع و و صل ا ست که قادر به و صل، عبور دادن و قطع جریان برق مدار در شرایط عادی ا ست. شرایط عادی ممکن است شامل وضعیتی با اضافه بارهای مشخص باشد و همین طور برای زمانی مشخص جریان هایی را در شرایط غیر عادی مدار مانند اتصال کوتاه تحمل کند.

ا ین  نوع کلید با نماد نمایش داده می شود.

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۳ـکلید جدا کننده زیربار (کلید ایزولاتور زیربار) (switch-disconnector)

کلیدی است که هر دو خاصیت مربوط به کلیدهای جدا کننده و قطع بار را دارا باشد.

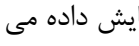
این نوع کلیـد بـا  نماد نمایش داده می شود.

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۴ـفیوز (fuse)

و سیله ای که با ذوب شدن یک یا چند جزء آن که به نحو خاص و منا سبی طراحی شده ا ست، مداری را که در آن قرار دارد در صورتی که جریان عبوری از آن پس از گذ شت زمان معین و کافی از یک مقدار م شخص بیش تر با شد باز کرده و جریان را قطع می کند. فیوز شامل تمام قسمت هایی است که وسیله کامل را تشکیل می دهد.

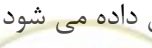
۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۵ـکلید فیوز جدا کننده (fuse-disconnector)

کلید ایزولاتوری که در آن یک فیوز به همراه پایه (حامل) فیوز کنتاکت متحرک را تشکیل می دهد.

کلیـد فیوز  جداکننده با نماد نمایش داده می شود.

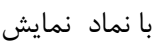
۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۶ـکلید فیوز قطع بار (fuse-switch)

کلید قطع باری که در آن یک فیوز به همراه پایه (حامل) فیوز کنتاکت متحرک را تشکیل می دهد.

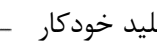
کلید فیوز  قطع بار با نماد نمایش داده می شود.

omoorepeyman.ir

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۷ـکلید فیوز جداکننده زیر بار (fuse-switch-disconnector)

کلید ایزولاتور زیر باری است که در آن یک فیوز به همراه پایه (حامل) فیوز کنتاکت متحرک را تشکیل می دهد.
کلید فیوز جداکننده زیر  بار با نماد نمایش داده می شود.

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۸ـکلید خودکار (کلید اتوماتیک) (circuit breaker)

و سیله قطع و و صل مکانیکی که قادر به و صل، عبور و قطع جریان ها در شرایط عادی مدار ا ست، همچنین قادر به وصل و عبور جریان ها برای مدت زمانی مشخص و قطع جریان در شرایط غیرعادی مدار مانند حالت اتصال کوتاه است.
این نوع کلید مجهز به وسایلی است که می تواند جریان های غیرعادی (اضافه بار، اتصال کوتاه) را به طور خودکار قطع کند. این کلیدها می تواند دارای خاصیت محدود کنندگی جریان (Current-Limiting) باشد به نحوی که در گستره مشخص شده ای از جریان، زمان قطع به اندازه ای کوتاه باشد که از رسیدن جریان قطع حدی به مقدار پیک محتمل جلوگیری شود و همچنین از ر سیدن حدود انرژی قطع حدی آن (I^2t) به مقداری کم تر از انرژی حدی یک نیم سیکل از موج جریان قابل انتظار متقارن نیز جلوگیری می شود.
کلید خودکار مناسب برای ایزولاسیون (کلید خودکار  جداکننده) با نماد نمایش داده می شود.

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۹ـاضافه جریان (overcurrent)

هر جریانی که بزرگ تر از جریان اسمی باشد.

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۰ـاتصال کوتاه (short-circuit)

اتصال تصادفی یا عمدی بین دو یا چند نقطه در یک مدار الکتریکی که اختلاف پتانسیل الکتریکی بین نقاط را به صفر یا نزدیک آن می رساند.

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۱ـجریان اتصال کوتاه (short-circuit-current)

اضافه جریان ناشی از اتصال کوتاه در در نتیجه خرابی یا اتصال نادرست در یک مدار الکتریکی

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۲ـاضافه بار (overload)

شرایط کاری که باعث ایجاد اضافه جریان در مداری که از نظر الکتریکی صدمه ندیده است، می شود.

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۱۳ـجریان اضافه بار (overload current)

اضافه جریان به وجود آمده در مداری که از نظر الکتریکی صدمه ندیده است.

omoorepeyman.ir

۳ـ۱ ـ ۹ـ ۱۴ـکنتاکتور (مکانیکی) ((mechanical) contactor)

وسیله قطع و وصل مکانیکی که فقط دارای وضعیت سکون است و به روشی غیردستی عمل کرده، قادر به وصل، عبور و قطع جریان ها در شـرایط عادی مدار اسـت، همچنین قادر به وصـل و عبور جریان ها در شـرایط عادی مدار از جمله شرایط اضافه بار بهره برداری است.

۳ـ۱ ـ ۹ـ ۱۵ـکنتاکتور الکترومغناطیسی (electromagnetic contactor)

کنتاکتوری که در آن نیرو برای بستن کنتاکت های ا صلی (که در حالت عادی باز هستند) یا باز کردن آن ها (که در حالت عادی بسته هستند) توسط آهن ربای الکتریکی تامین می شود.

۳ـ۱ ـ ۹ـ ۱۶ـکنتاکتور نیمه هادی (کنتاکتور الکترونیکی) (semiconductor contactor)

وسیله ای که کار یک کنتاکتور را با استفاده از یک جزء نیمه هادی قطع و وصل کننده انجام می دهد.

۳ـ۱ ـ ۹ـ ۱۷ـراه انداز (starter)

مجموعه ای از تمام وسایل قطع و وصل لازم برای راه اندازی و توقف موتور به همراه وسایل مناسب حفاظت در برابر اضافه بار.

۳ـ۱ ـ ۹ـ ۱۸ـرهاساز (release)

و سیله ای که بطور مکانیکی به یک و سیله قطع و و صل متصل شده و اجزاء نگه دارنده را رها ساخته و امکان باز و بسته شدن وسیله قطع و وصل را فراهم می کند.

۳ـ۱ ـ ۹ـ ۱۹ـرله یا رهاساز آنی (instantaneous relay or release)

رله یا رهاسازی که بدون تاخیر زمانی عمدی عمل می کند.

۳ـ۱ ـ ۹ـ ۲۰ـرله یا رهاساز اضافه جریان (over-current relay or release)

رله یا رهاسازی که هنگام افزایش جریان از یک مقدار از پیش تعیین شده، باعث باز شدن آنی یا با تاخیر زمانی معین وسیله قطع و وصل مکانیکی می شود.

omoorepeyman.ir

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۱ـرله یا رهاساز اضافه جریان با تاخیر زمانی معین (definite time-delay over-current relay or release)

رله یا رها ساز ا ضافه جریانی که با تاخیر زمانی معینی عمل می کند. این تاخیر زمانی ممکن ا ست قابل تنظیم با شد اما مستقل از مقدار اضافه جریان است.

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۲ـرله یا رهاساز اضافه جریان با تاخیر زمانی معکوس (inverse time-delay over-current relay or release)

رله یا رها ساز ا ضافه جریانی ا ست که پس از یک تاخیر زمانی که با مقدار ا ضافه جریان رابطه معکوس دارد، عمل می کند.

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۳ـرله یا رهاساز حرارتی اضافه بار (thermal overload relay or release)

رله یا رها ساز ا ضافه بار با تاخیر زمانی معکوس که عمل (و تاخیر زمانی عمل آن) به اثر حرارتی جریان عبوری از رله یا رهاساز بستگی دارد.

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۴ـرله یا رهاساز مغناطیسی اضافه بار (magnetic overload relay or release)

رله یا رها ساز ا ضافه باری که عمل آن وابسته به نیروی حا صل از جریان مدار ا صلی ا ست که سیم پی چ یک بوبین الکترومغناطیسی را تحریک می کند.

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۵ـرهاساز شنت (shunt release)

رهاسازی که به وسیله یک منبع ولتاژ برق دار می شود.

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۶ـرله یا رهاساز افت ولتاژ (under-voltage relay or release)

رله یا رها سازی که هنگام افت ولتاژ در ترمینال های آن به کم تر از یک مقدار از پیش تعیین شده، به و سیله قطع و وصل مکانیکی اجازه باز یا بسته شدن (با یا بدون تاخیر زمانی) را می دهد.

۳ـ ۱ ـ ۹ـ ۲۷ـقدرت قطع (breaking capacity)

جریان قطع محتملی که یک و سیله قطع و وصل یا فیوز در یک ولتاژ معین قادر به قطع کردن آن در شرایط مقرر از نظر استفاده و کار است.

omoorepeyman.ir

۳ـ۱ ـ ۹ـ ۲۸ـمشخصه زمان-جریان (time-current characteristic)

منحنی ای که زمان (برای مثال مدت زمان پیش قوس یا مدت زمان عمل) را به صورت تابعی از جریان محتمل تحت شرایط معین عملکرد ارایه می کند.

۳ـ۱ ـ ۹ـ ۲۹ـسلکتیویته (هماهنگی) حفاظت اضافه جریان (over-current selectivity)

هماهنگی م شخ صه های عملکردی دو یا چند و سیله حفاظتی ا ضافه جریان به نحوی که هنگام وقوع ا ضافه جریان هایی در حدود مقرر، و سیله در نظر گرفته شده برای عمل در این محدوده عمل کند در حالی که و سیله یا و سایل دیگر عمل نکنند.

۳ـ۱ ـ ۹ـ ۳۰ـرده بهره برداری B (utilization category B)

این مشخصه شامل کلیدهای خودکاری است که به منظور تامین سلکتیویته در شرایط اتصال کوتاه طراحی و ساخته شده ا ست و قادر به تحمل جریان های بزرگ ات صال کوتاه در مدت زمان کوتاه (۰,۰۵ ثانیه تا ۱ ثانیه) قبل از قطع مدار است. زمان قطع با تاخیر کوتاه در این نوع کلیدها می تواند قابل تنظیم باشد.

شکل ۳ـ۱ تابلو برق ایستاده یا سلولی

omoorepeyman.ir

تابلو برق دیواری توکار

تابلو برق دیواری روکار

بست مخصوص نصب
تابلو روی دیوار

شکل ۳–۲ تابلو برق دیواری

شکل ۳–۳ کنسول کنترل یا تابلو برق پیانویی

omoorepeyman.ir

۱-کنترل و حفاظت ورودی تابلو برق
۲- کنترل و پایش توان مصرفی
۳- توزیع نیرو
۴- مدیریت حرارت (فن)
۵- کنترل و حفاظت موتور الکتریکی
۶- کنترل تجهیزات متحرک (راه‌انداز نرم و درایو)
۷- حفاظت مدار و بار
۸- مدیریت حرارت (هیتر)
۹- بلوک ترمینال
۱۰- بدنه تابلو برق
۱۱- منبع تغذیه و ترانسفورماتور
۱۲- کنترلر قابل برنامه‌ریزی
۱۳- ادوات کنترلی اپراتور
۱۴- تجهیزات ارتباطی (ورودی/خروجی)
۱۵- تجهیزات ایمنی ماشین آلات
۱۶- رله‌ها

شکل ۴-۳ بخش های مختلف یک تابلو برق فشار ضعیف (نمونه)

omoorepeyman.ir

شکل ۳ـ۵ اجزای مختلف یک تابلو برق ایستاده (نمونه)

۳ـ ۲ ـاستاندارد ها، نشریات و مراجع

تابلوهای کنترل و فرمان فشـــار ضـــعیف که ولتاژ اســـمی آن در جریان متناوب از ۱۰۰۰ ولت و فرکانس آن از ۱۰۰۰ هرتز، و در جریان مســـتقیم ولتاژ اســـمی آن از ۱۵۰۰ ولت تجاوز نمی‌کند باید برابر مشـــخصـــات مندرج در جدیدترین اصلاحیه استانداردهای موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و یا یکی از استانداردهای مشابه شناخته شده و معتبر

omoorepeyman.ir

جهانی مانند کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC : International Electrotechnical Commission) به شرح زیر طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد :

۳ ـ ۲ـ ۱-استاندارد موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- ISIRI 12103-1 : تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۱: مقررات عمومی
- ISIRI 12103-2 : تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۲: تابلوهای قطع و وصل و فرمان قدرت
- ISIRI 12103-3 : تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۳: تابلوهای توزیع که توسط افراد عادی استفاده می‌شوند.
- ISIRI 12103-4 : تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۴: الزامات ویژه تابلوهای مخصوص داخل کارگاه‌های ساختمانی (ACS)
- ISIRI 12103-5 : تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۵: تابلوهای توزیع در شبکه های عمومی
- ISIRI 12103-6 : تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۶: سیستم‌های مجرای باس‌بار (باس‌وی‌ها)
- ISIRI 12103-7 : تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۷: تابلوهای مخصوص کابردهای خاص مانند اسکله‌ها، کمپها، میادین بازار، ایستگاه‌های شارژ خودروهای برقی
- ISIRI 2868 : طبقه‌بندی درجه حفاظت پوشش در لوازم الکتریکی
- ISIRI 4835-1 : مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۱: الزامات عمومی
- ISIRI 4835-2 : مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۲: کلیدهای خودکار
- ISIRI 4835-3 : مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۳: کلیدها، جداسازها، کلیدهای جداساز و وسایل ترکیبی فیوزدار
- ISIRI 4835-4-1 : مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۴-۱: کنتاکتورها و راه‌اندازهای موتوری - کنتاکتورهای الکترومکانیکی و راه‌اندازهای موتوری
- ISIRI 4835-4-2 : مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۴-۲: کنتاکتورها و راه‌اندازهای موتوری - کنترل کننده‌ها و راه‌اندازهای موتور نوع نیمه هادی برای جریان متناوب
- ISIRI 4835-4-3 : مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۴-۳: کنتاکتورها و راه‌اندازهای موتوری - کنترل کننده‌ها و کنتاکتورهای نوع نیمه هادی AC برای بارهای غیرموتوری
- ISIRI 4835-5-1 : مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۵-۱: تجهیزات مدار فرمان و المان‌های کلیدزنی - تجهیزات مدار فرمان الکترومکانیکی

omoorepeyman.ir

- ISIRI 4835-5-2 : مجموعه و سایل قطع و و صل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۵-۲: تجهیزات مدار فرمان و المان‌های کلیدزنی - کلیدهای نوع همجواری
- ISIRI 4835-5-3 : مجموعه و سایل قطع و و صل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۵-۳: تجهیزات مدار فرمان و المان‌های کلیدزنی - الزامات مربوط به وسایل همجواری با نحوه کارکرد معین تحت شرایط خطا (PDDB)
- ISIRI 4835-5-4 : مجموعه و سایل قطع و و صل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۵-۴: تجهیزات مدار فرمان و المان‌های کلیدزنی - روش ارزیابی عملکرد کنتاکت‌های فشار ضعیف – آزمون‌های ویژه
- ISIRI 4835-5-5 : مجموعه و سایل قطع و و صل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۵-۵: تجهیزات مدار فرمان و المان‌های کلیدزنی - وسایل توقف اضطراری برقی با ضامن مکانیکی
- ISIRI 4835-5-6 : مجموعه و سایل قطع و و صل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۵-۶ : تجهیزات مدار فرمان و المان‌های کلیدزنی - واسط DC برای حسگرهای نوع همجواری و قطع و وصل آمپلی فایرها (NAMUR)
- ISIRI 4835-5-7 : مجموعه و سایل قطع و و صل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۵-۷: تجهیزات مدار فرمان و المان‌های کلیدزنی - مقررات وسایل نوع همجواری دارای خروجی آنالوگ
- ISIRI 4835-5-8 : مجموعه و سایل قطع و و صل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۵-۸: تجهیزات مدار فرمان و المان‌های کلیدزنی - کلیدهای عمل کننده در سه وضعیت
- ISIRI 4835-6-1 : مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۶-۱: تجهیزات با عملکرد چندگانه - تجهیزات قطع و وصل انتقال خودکار
- ISIRI 4835-6-2 : مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۶-۲: تجهیزات با عملکرد چندگانه - وسایل (یا تجهیزات) فرمان و حفاظت قطع و وصل (CPS)
- ISIRI 4835-7-1 : مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۷-۱: تجهیزات کمکی - بلوکهای ترمینال برای هادی‌های مسی
- ISIRI 4835-7-2 : مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۷-۲: تجهیزات کمکی - بلوکهای ترمینال هادی حفاظتی برای هادی‌های مسی
- ISIRI 4835-7-4 : مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۷-۴ : تجهیزات کمکی - بلوکهای ترمینال PCB (برد مدار چاپی) مخصوص هادی‌های مسی
- ISIRI 4835-9-1 : مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۹-۱: سیستم‌های فعال کاهش خطای قوس – افزاره‌های خاموش کننده قوس
- ISIRI 15435 : تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - صحه گذاری افزایش دما - روش محاسبه
- ISIRI 20973 : محفظه های خالی برای تابلوهای تجهیزات قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - الزامات عمومی

omoorepeyman.ir

- ISIRI 22702 : ابعاد تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - نصب استاندارد بر روی ریلها برای پشتیبانی مکانیکی تابلوی قطع و وصل، فرمان و تجهیزات جانبی
- ISIRI 3109-1 : فیوزهای ولتاژ ضعیف - قسمت ۱: الزامات عمومی
- ISIRI 14258-3 : مجموعه فیوزهای مینیاتوری - قسمت ۳: فیوزهای زیرمینیاتوری
- ISIRI 14258-6 : مجموعه فیوزهای مینیاتوری - قسمت ۶: نگهدارنده‌های فیوز برای فیوزهای مینیاتوری
- ISIRI 14258-8 : مجموعه فیوزهای مینیاتوری - قسمت ۸: مقاومت‌های فیوزی با حفاظت در برابر اضافه جریان خاص
- ISIRI 14258-10 : مجموعه فیوزهای مینیاتوری - قسمت ۱۰: راهنمای کاربر برای فیوزهای مینیاتوری
- ISIRI-IEC TR 61459 : فیوزهای فشار ضعیف - ایجاد هماهنگی بین فیوزها و کنتاکتورها / راه‌اندازهای موتور - راهنمای کاربردی
- ISIRI-IEC 60269-3 : فیوزهای ولتاژ ضعیف - قسمت ۳: الزامات تکمیلی فیوزهایی که توسط افراد غیرماهر به کار برده می‌شوند (فیوزهایی که عمدتاً برای کاربردهای خانگی و مشابه استفاده می‌شوند) - نمونه‌هایی از سیستم‌های استاندارد شده فیوزهای A تا F
- ISIRI 2611 & 2611-2 : کلیدهای خودکار (مینیاتوری) برای مصارف خانگی و تاسیسات مشابه.
- ISIRI 22869 : افزاره های حفاظتی فعال شونده با جریان باقی مانده (RCD: Residual Current Device)
- ISIRI 6700-1 : قطع کننده های خودکار جریان باقی مانده بدون حفاظت یکپارچه در برابر اضافه جریان (RCCB: Residual Current Circuit Breaker) برای مصارف خانگی و مشابه.
- ISIRI 8724-1 : الزامات عمومی قطع کننده های مدار عمل کننده جریان باقی مانده همراه با حفاظت در برابر اضافه جریان (RCBO: Residual Current Breaker with Over-Current) برای مصارف خانگی و مشابه.
- ISIRI 12569-1 : رله های الکترومکانیکی اولیه.
- ISIRI 62314 : رله های حالت جامد.
- ISIRI 3109-1 : فیوزهای ولتاژ ضعیف-قسمت ۱: الزامات عمومی.
- ISIRI 61869-1 : ترانسفورماتورهای اندازه گیری-قسمت ۱: الزامات عمومی.

۳ ـ ۲ـ ۲-استانداردهای کمیسون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)

۳ـ ۲ ـ ۲ـ ۱ـتابلوها

- IEC 61439-0 : مونتاژ تابلو و تابلو فرمان فشار ضعیف - راهنمای مونتاژ
- IEC 61439-1 : مونتاژ تابلو و تابلو فرمان فشار ضعیف - مقررات عمومی
- IEC 61439-2 : مونتاژ تابلو و تابلو فرمان فشار ضعیف - قطعات تابلوی قدرت و تابلو فرمان

omoorepeyman.ir

- IEC 61439-3 : مونتاژ تابلو و تابلو فرمان فشار ضعیف - تابلوهای توزیعی که توسط افراد عادی بهره برداری می شود (DBO)
- IEC 61439-4 : مونتاژ تابلو و تابلو فرمان فشار ضعیف - الزامات خاص برای قطعات سایت های ساخت و ساز (ACS)
- IEC 61439-5 : مونتاژ تابلو و تابلو فرمان فشار ضعیف - قطعات برای شبکه های توزیع عمومی
- IEC 61439-6 : مونتاژ تابلو و تابلو فرمان فشار ضعیف - سیستم باسداکت
- IEC 62208 : محفظه های خالی برای تابلوهای ولتاژ پایین و مجموعه های دنده کنترل - الزامات عمومی

۳ـ ۲ ـ ۲ـ ۲ـلوازم داخل تابلوهای فشار ضعیف

- IEC 61095 : کنتاکتورهای الکترومکانیکی هوایی مصارف خانگی و مشابه
- IEC 60269-1 , 2 , 2-1 , 3 , 3-1 , 4 , 4-1 : فیوزهای ولتاژ ضعیف
- IEC 60044-1 : ترانسفورماتورهای اندازه گیری جریان
- IEC 60044-2 , 5 : ترانسفورماتورهای اندازه گیری ولتاژ
- IEC 60529 : درجات حفاظت تامین شده توسط محفظه ها (کد IP)
- IEC 60947-1 : تابلو و تابلو فرمان فشار ضعیف - مقررات عمومی
- IEC 60947-2 : تابلو و تابلو فرمان فشار ضعیف - کلیدها
- IEC 60947-3 : تابلو و تابلو فرمان فشار ضعیف - کلیدها، قطع کننده ها، کلید – قطع کننده ها و واحدهای ترکیبی با فیوز
- IEC 60947-4-1 : تابلو و تابلو فرمان فشار ضعیف – کنتاکتورها و موتور استارترها - کنتاکتورهای الکترومکانیکی و استارترهای موتور
- IEC 60947-4-2 : تابلو و تابلو فرمان فشار ضعیف – کنتاکتورها و موتور استارترها - کنترل کننده های موتور نیمه هادی، استارت و سافت استارتر
- IEC 60947-4-3 : تابلو و تابلو فرمان فشار ضعیف – کنتاکتورها و موتور استارترها - کنترل کننده های نیمه هادی و کنتاکتورهای نیمه هادی برای بارهای غیر موتوری.
- IEC 60947-7-1 : تابلو و تجهیزات کنترل ولتاژ پایین - قسمت ۷-۱: تجهیزات جانبی - بلوک های ترمینال برای هادی های مسی.
- IEC 60898-1 : لوازم جانبی الکتریکی - قطع کننده مدار برای محافظت در برابر جریان اضافه برای تاسیسات خانگی و مشابه - قسمت ۱: قطع کننده مدار برای a.c.

omoorepeyman.ir

- IEC 60755 : الزامات ایمنی عمومی برای وسایل حفاظتی با جریان باقیمانده.
- IEC 61008-1 : قطع کننده های مدار با جریان باقیمانده بدون حفاظت یکپارچه جریان اضافه برای مصارف خانگی و مشابه (RCCB) - قسمت ۱: قوانین کلی.
- IEC 61009-1 : قطع کننده های مدار با جریان باقیمانده با حفاظت یکپارچه جریان اضافه برای مصارف خانگی و مشابه (RCBOs) - قسمت ۱: قوانین کلی.
- IEC 62606 : الزامات عمومی برای دستگاه های تشخیص خطای قوس الکتریکی.
- IEC 61643-11 : دستگاه های حفاظتی ولتاژ پایین - قسمت ۱۱: دستگاه های محافظ ولتاژ متصل به سیستم های قدرت ولتاژ پایین - الزامات و روش های آزمایش.
- IEC 61810-1 : رله های ابتدایی الکترومکانیکی - قسمت ۱: الزامات عمومی و ایمنی
- IEC 62314 : رله های حالت جامد.
- IEC 61869-1 : ترانسفورماتورهای ابزار - قسمت ۱: الزامات عمومی.
- IEC 61869-2 : ترانسفورماتورهای ابزار - قسمت ۲: الزامات اضافی برای ترانسفورماتورهای جریان.
- IEC 61869-3 : ترانسفورماتورهای ابزار - قسمت ۳: الزامات اضافی برای ترانسفورماتورهای ولتاژ القایی.
- IEC 61557-12 : ایمنی الکتریکی در سیستم های توزیع ولتاژ پایین تا ۱۰۰۰ ولت AC و ۱۵۰۰ ولت DC - تجهیزات برای آزمایش، اندازه گیری یا نظارت بر اقدامات حفاظتی - قسمت ۱۲: دستگاه های اندازه گیری و نظارت برق (PMD).
- IEC 60051-1 : ابزارهای اندازه گیری الکتریکی آنالوگ آنالوگ با عملکرد مستقیم و لوازم جانبی آنها - قسمت ۱: تعاریف و الزامات عمومی مشترک برای همه قطعات.

۳ ـ ۲ـ ۳-سایر استانداردها

- VDE 0201 : شینه‌های مسی
- VDE 0202 : شینه‌های آلومینیومی

تبصره : سایر انواع تابلوها و وسایل داخل آن مانند وسایل اعلام خطر، ترمینال‌ها و غیره باید در صورت فقدان استاندارد ملی برابر مشخصات فنی یکی از استانداردهای معتبر و شناخته شده بین المللی که مورد قبول دستگاه نظارت نیز باشد مانند کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC) طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

۳ـ ۳ ـضوابط تهیه، حمل و نصب تابلوهای برق تاسیسات ناویژه

۳ ـ ۳ـ ۱-ساختمان تابلوها

تابلوی برق محفظه‌ای است که دارای تجهیزات و وسایل الکتریکی مورد نیاز برای تغذیه و یا حفاظت و کنترل مدارهای الکتریکی می‌باشد.تابلو می‌تواند از یک یا چند صفحه از جنس عایق، که جاذب رطوبت و خودسوز نباشد (فیبر الکتریکی و یا پلیمرهای تقویت شده) تشکیل شده و یا تمام فلزی باشد.

چنانچه تابلو در محلی که افراد غیر متخصص در آن رفت و آمد می‌کنند نصب شده باشد نباید هیچ یک از قسمت‌های برقدار آن در دسترس یا قابل لمس باشد. به عبارت دیگر تابلو، باید با صفحات یا درهای عایق (فیبر الکتریکی و یا پلیمرهای تقویت شده) و یا فلزی محصور شده باشد.

برای دسترسی به قسمت های برقدار تابلو باید بتوان صفحات محافظ یا درهای سرویس آن را، با استفاده از نوعی ابزار، باز و یا پیاده کرد. علاوه بر این، در چنین محل هایی تابلو باید مجهز به در قفل شو باشد، به نحوی که کلیه کلیدهای حفاظتی و لوازم و تجهیزات کنترل تابلو در پشت آن قرار گرفته باشد.

۳ ـ ۳ـ ۲-مشخصات فنی ساخت و روش نصب

۳ـ ۳ ـ ۲ـ ۱ـتابلوهای اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف - انواع ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت

- این نوع تابلوها باید از نوع ایستاده و با اسکلت نگهدار از آهن به فرم نبشی، ناودانی و سپری ساخته شده و به وسیله پیچ و مهره به یکدیگر متصل شود به گونه ای که در برابر تنش های حرارتی، الکتریکی و مکانیکی در شرایط عادی بهره‌برداری مقاوم باشد.

  پوشش تابلو باید از ورق های فلزی با ضخامت حداقل ۲ میلی‌متر بوده و به وسیله پیچ و مهره به اسکلت نگهدار محکم شود. ساختمان بدنه این نوع تابلوها باید به گونه‌ای باشد که تابلو به سهولت از طرفین قابل توسعه باشد و به همین جهت پوشش‌های جانبی تابلو باید به وسیله پرچ و مهره‌های کرومه به اسکلت اصلی متصل شود.
- در تابلوهای قابل دسترسی از جلو باید با باز کردن در محافظ جلو تابلو، یا برداشتن صفحه محافظ جلوی آن، دسترسی به کلیه لوازم و تجهیزات داخلی تابلو، بدون تداخل با کار قسمت‌های مختلف امکان پذیر باشد، ولی در تابلوهای قابل دسترسی از پشت این امکان باید با باز کردن در پشت تابلوها خاصل شود.
- به منظور ایجاد حفاظت در برابر زنگ‌زدگی و فساد تدریجی، تمامی سطوح تابلو و خانه ها باید برابر روش زیرین زیرسازی و رنگ آمیزی شود :

omoorepeyman.ir

الف) زیرسازی شامل چربی‌گیری، زنگ‌زدایی، فسفاته‌کاری و یک لایه رنگ آستری

ب) رنگ آمیزی شامل حداقل دو لایه پوشش رنگ برای شرایط آب و هوایی خشک و سه لایه پوشش رنگ برای شرایط آب و هوایی مرطوب.

انتخاب نوع و ضخامت رنگ باید با توجه به شرایط محیطی، سطح آلودگی محل میزان حفاظت مورد لزوم، متناسب با شرایط مندرج در (**جدول ۳—۱**) صورت گیرد.

جدول ۳—۱ انتخاب نوع و ضخامت رنگ برای تابلو

نوع رنگ	ضخامت رنگ (میکرون)	مدت زمان دوام رنگ
رنگ آلومینیوم و روی - اکیدی (Alkyds) - اپوکسی	۱۰۰ تا ۲۰۰	بیش از ۲۰ سال
رنگ اپوکسی، کولتار (Coltar) - اپوکسی دو جزیی	۸۵ تا ۱۵۰	بین ۱۰ تا ۲۰ سال
رنگ روی و آلومینیوم، یک جزیی و دو جزیی ضد مواد شیمیایی	۵۰ تا ۱۰۰	بین ۵ تا ۱۰ سال
رنگ اپوکسی یک جزیی و دو جزیی	۴۰ تا ۸۰	کمتر از ۵ سال

- ظرفیت الکتریکی شینه فازها نباید از ۱۵۰٪ شدت جریان اسمی کلید اصلی تغذیه کننده تابلو کمتر باشد. سطح مقطع شینه‌های خنثی و اتصال زمین نباید از نصف سطح مقطع شینه فاز کمتر باشد. شینه‌های خنثی و اتصال زمین باید برای سراسر طول تابلو پیش‌بینی شود.

شینه‌های فاز و خنثی باید روی مقره‌های اتکایی چینی یا صمغ مصنوعی نصب شود و شینه اتصال زمین باید روی مقره نصب شده و سپس به بدنه تابلو متصل گردد.

نقطه اتصال شینه ها به یکدیگر و کلیدها به شینه ها باید قبل از اتصال کاملاً تمیز شده و در صورت امکان با یک لایه نقره‌ای پوشیده و سپس به وسیله پیچ و مهره و واشرهای مسی یا برنز محکم شود تا حداکثر هدایت الکتریکی به وجود آمده و از گرم شدن جلوگیری شود.

حداقل فاصله بین شینه ها باید از ۱۰ سانتی‌متر کمتر نباشد. اتصال کابل‌ها به شینه‌ها، کلیدها، فیوزها و غیره باید به وسیله کابلشو انجام گیرد. شینه‌ها باید با رنگ نسوز به ترتیب زیر رنگ‌آمیزی شود :

فاز اول : به رنگ قرمز

فاز دوم : به رنگ زرد

فاز سوم : به رنگ آبی

شینه‌های اتصال زمین و خنثی به رنگ سبز و زرد

طریقه استقرار فاز اول، دوم و سوم در سطوح مختلف به قرار زیر خواهد بود :

الف) برای شینه‌کشی‌های افقی واقع در سطح افقی تابلو :

شینه سمت جلو تابلو به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد و شینه‌ای که به طرف پشت تابلو قرار می‌گیرد به رنگ آبی خواهد بود.

omoorepeyman.ir

ب) برای شینه‌کشی های افقی واقع در سطح عمودی تابلو :

شینه بالا به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد و شینه پایین به رنگ آبی خواهد بود.

پ) برای شینه‌کشی‌های عمودی واقع در سطح عمودی تابلو (جهت نگاه از جلو تابلو) :

شینه سمت چپ به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد و شینه سمت راست به رنگ آبی خواهد بود.

ت) برای شینه کشی‌های عمودی واقع در سمت عمودی تابلو (جهت نگاه از جنب تابلو) :

شینه سمت جلو تابلو به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد و شینه‌ای که به طرف پشت تابلو قرار می‌گیرد به رنگ آبی خواهد بود.

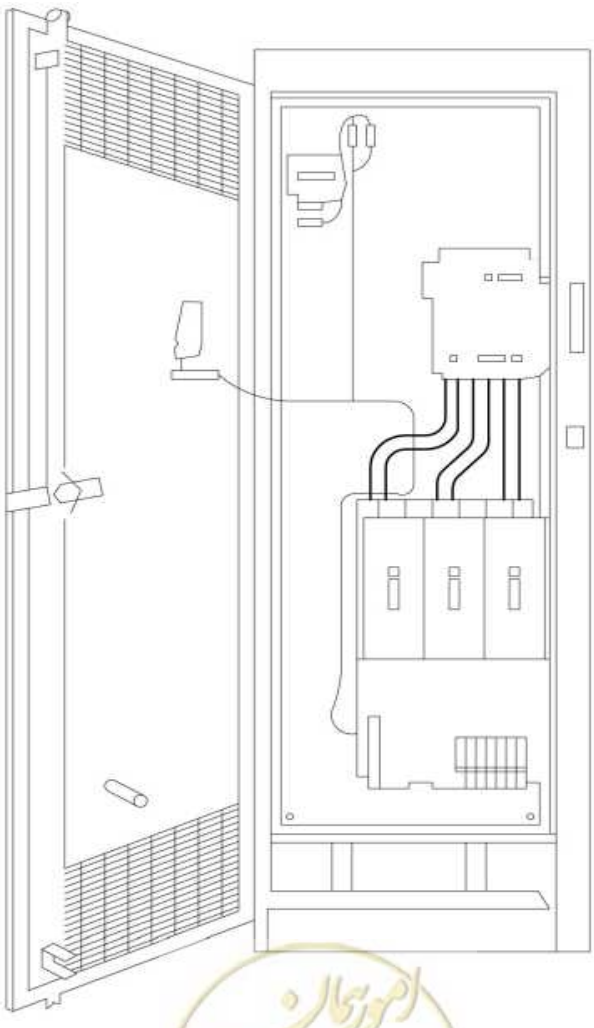
- دربهای تابلو باید با لولای گالوانیزه یا استیل بوده و دارای قفل باشد و قفل‌ها باید شبیه به هم انتخاب شده باشد و یک کلید برای هر قفل موجود باشدو هر درب علاوه بر قفل دارای چفت نیز باشد.
- در مواردی که تابلو برای استفاده در محیط‌هایی با رطوبت و تغییر دمای زیاد در نظر گرفته شده باشد، باید اقدامات مناسبی با استفاده از تامین عبور هوا از داخل تابلو یا گرمکن برای جلوگیری از تعرق زیان آور در داخل تابلو به عمل آید.
- لوازم داخل تابلو از قبیل کلید، کنتاکتور، وسایل اندازه‌گیری، فیوز، رله، واحد اعلام خطر و غیره باید به نحوی نصب شود که از نظر تعمیر و نگهداری و یا تعویض، هر یک از آن ها به سهولت در دسترس باشد.
- وسایل اندازه گیری و چراغ های سیگنال و اعلام خطر، در صورتی که روی قسمت متحرک یا قابل برداشت تابلو نصب شده باشد کلیه سیم‌کشی های مربوط باید با کابل یا سیم قابل انعطاف انجام شود.
- فواصل دستگاه‌هایی که قسمتی از تابلو را تشکیل می‌دهد باید با فواصل داده شده در مشخصات مربوط به آن مطابقت داشته باشد. برای هادی‌های برق‌دار و ترمینال‌ها (مانند : شینه‌ها، اتصالات بین دستگاه‌ها و ...) فواصل هوایی و فواصل خزشی با فواصل مربوط به دستگاهی که بلافاصله به آن وصل می باشد، باید مطابقت داشته باشد.
- کلیدها، وسایل اندازه‌گیری و غیره که در تابلو نصب می‌شود باید دارای شماره راهنما بوده و شماره خطوط محلی که تغذیه می‌شود روی آن نوشته می‌شود، به علاوه اتصالات وسایل اندازه‌گیری و سیستم‌های کنترل و خطوط خارجی باید در روی صفحه ترمینال علامت‌گذاری شده انجام گیرد.
- کلیه سرسیم‌ها در ابتدا و انتهای داخل تابلو و همچنین کابل ها باید به منظور راهنمایی در تعمیرات بعدی طبق نقشه مربوط شماره‌گذاری شود.
- ترمینال‌هایی که برای اتصال هادی‌های مسی یا آلومینیومی در نظر گرفته می‌شود باید توسط سازنده مشخص شود. این گونه ترمینال‌ها باید به گونه‌ای ساخته شده باشد که اتصال هادی‌ها به آن با استفاده از پیچ یا بست و مانند آن امکان‌پذیر بوده و فشار تماسی لازم و مناسب با جریان نامی و استقامت اتصال کوتاه دستگاه و مدار را تامین نماید.
- حداکثر ابعاد تابلوی اصلی توزیع فشار ضعیف، نوع ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت به قرار **(جدول ۳—۲)** است :

omoorepeyman.ir

جدول ۳—۲حداکثر ابعاد تابلوی اصلی توزیع فشار ضعیف

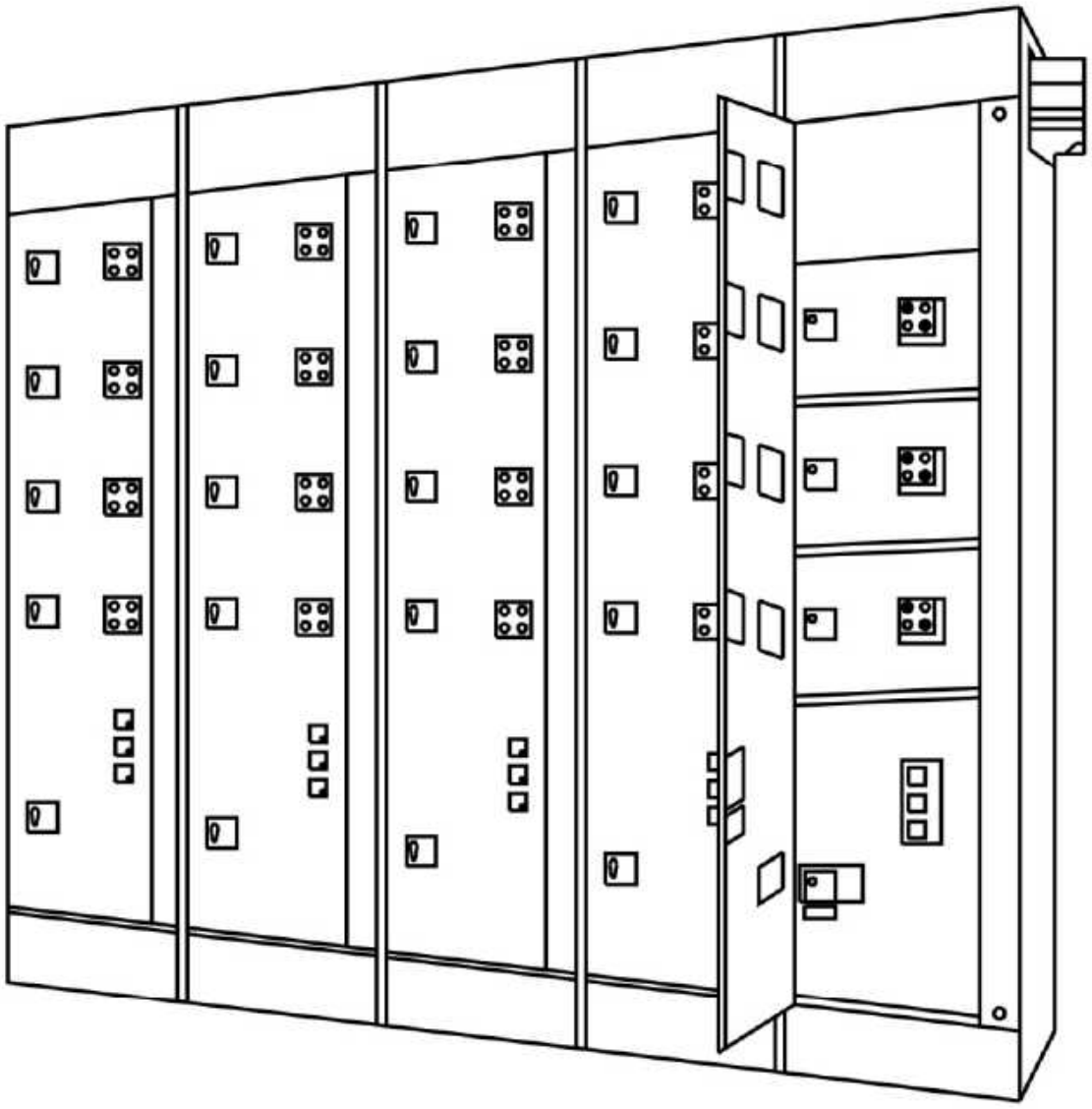
نوع دسترسی / ابعاد	تابلو قابل دسترسی از جلو	تابلو قابل دسترسی از پشت
ارتفاع (سانتی متر)	۲۲۰	۲۲۰
عرض (سانتی متر)	۹۰	۹۰
عمق (سانتی متر)	۶۰	۸۰

- نمای تابلوی تمام بسته ایستاده، نوع قابل فرمان و دسترسی از جلو در شکل‌های (۳-۱) و (۳-۲) به عنوان نمونه، ارایه شده است.
- نما و ابعاد تابلو ایستاده توزیع برق، نوع قابل فرمان از جلو و دسترسی از پشت، در شکل (۳-۳) به عنوان نمونه، نشان داده شده است.



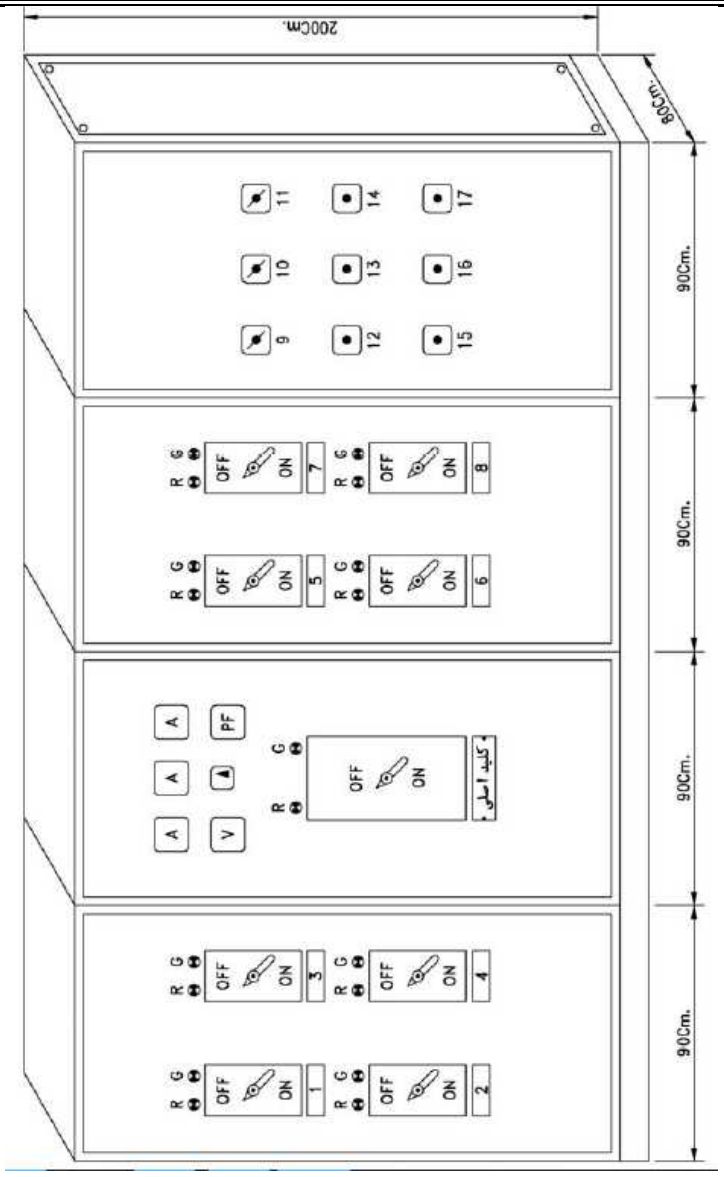
شکل ۳—۶نمای تابلوی تمام بسته ایستاده قابل فرمان و دسترسی از جلو

omoorepeyman.ir



شکل ۳—۷ نمای تابلوی ایستاده تمام بسته قابل فرمان و دسترسی از جلو

omoorepeyman.ir



شکل ۳—۸نمای تابلو ایستاده توزیع برق نوع قابل فرمان از جلو و دسترسی از پشت

۳ـ ۳ ـ ۲ـ ۲ـتابلوهای نیم اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف - انواع ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت

مشخصات فنی ساخت و روش نصب تابلوهای نیم اصلی عیناً مانند تابلوهای اصلی است.

۳ـ ۳ ـ ۲ـ ۳ـتابلو توزیع فرعی نیروی برق فشار ضعیف - نوع دیواری

این نوع تابلو که ممکن است بر حسب مورد در روی کار و یا توی کار نصب شود، شامل سه قسمت اصلی جداگانه به شرح زیر خواهد بود :

omoorepeyman.ir

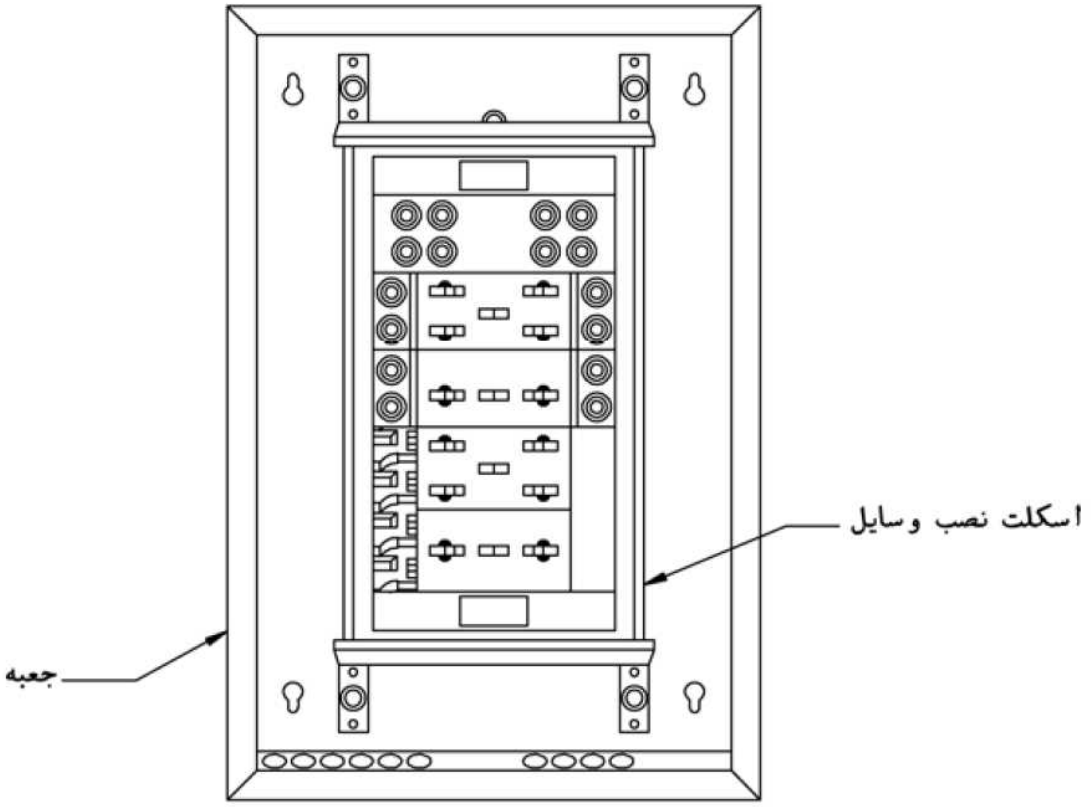
الف) جعبه تابلو (شکل ۳-۴) : در صـورتی که ارتفاع تابلو مورد نیاز تا یک متر باشـد، جعبه تابلو باید از ورق آهن با ضخامت ۱,۲۵ میلی‌متر ساخته شود و چنانچه ارتفاع تابلو مورد نظر از یک متر متجاوز باشد، جعبه تابلو بایستی از ورق آهن با ضـــخامت ۱,۵ میلی متر انتخاب گردد. برای ورود کابل و لوله به داخل تابلو باید در جداره‌های فوقانی و تحتانی جعبه تابلو سوراخ‌های نوع سنبه‌ای به قطرهای مختلف یا شیار سرا سری با در پوش تعبیه شود. (تو ضیح اینکه کلیه لوله‌های ورودی به تابلو باید به وسیله مهره و بوش برنجی به بدنه تابلو کاملاً متصل و محکم شود.)

ب) ا سکلت داخلی برای نصب لوازم (شکل ۳-۴) : کلیه و سایل و تجهیزات داخل تابلو، برای جلوگیری از آ سیب و صدمه در زمان اجرای عملیات ساختمانی، باید بر روی یک اسکلت جداگانه نصب شود. اسکلت مزیور باید از ورق آهن به ضخامت ۱,۵ میلی متر با خم‌کاری های لازم ساخته شده و به وسیله چهار عدد پیچ به سهولت در داخل جعبه تابلو قابل نصب و یا برداشت باشد. (پیچ یا مهره‌ای که برای نصب اسکلت بر روی جعبه تابلو به‌کار می‌رود باید به بدنه جعبه جوش شود.)

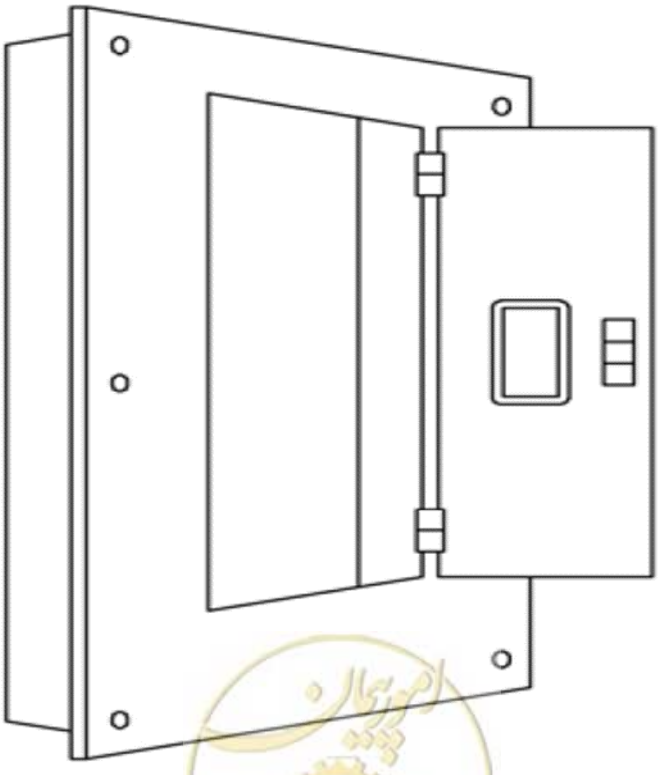
پ) چارچوب و درب تابلو (شکل ۳-۵ و۳-۶) : ضـــخامت ورق آهن مورد لزوم برای چارچوب و درب تابلو باید برابر ضخامت تعیین شده برای جعبه تابلو باشد (به بند الف مراجعه شود). درب تابلو از نظر استقامت باید دارای پشت‌بند بوده و دورتادور آن دارای خم‌های به شکل یو (U) باشد. چارچوب درب تابلوهای روکار باید از هر چهار طرف حداقل دو سانتی متر بیشتر از ابعاد جعبه تابلو ساخته شود.

- کلیه اجزای تابلو فوق‌الذکر باید پس از زیر سازی شامل زنگ‌زدایی، چربی‌گیری و فسفاته‌کاری، با یک دست رنگ آستری و یک دست رنگ اصلی پوشیده شود.

omoorepeyman.ir

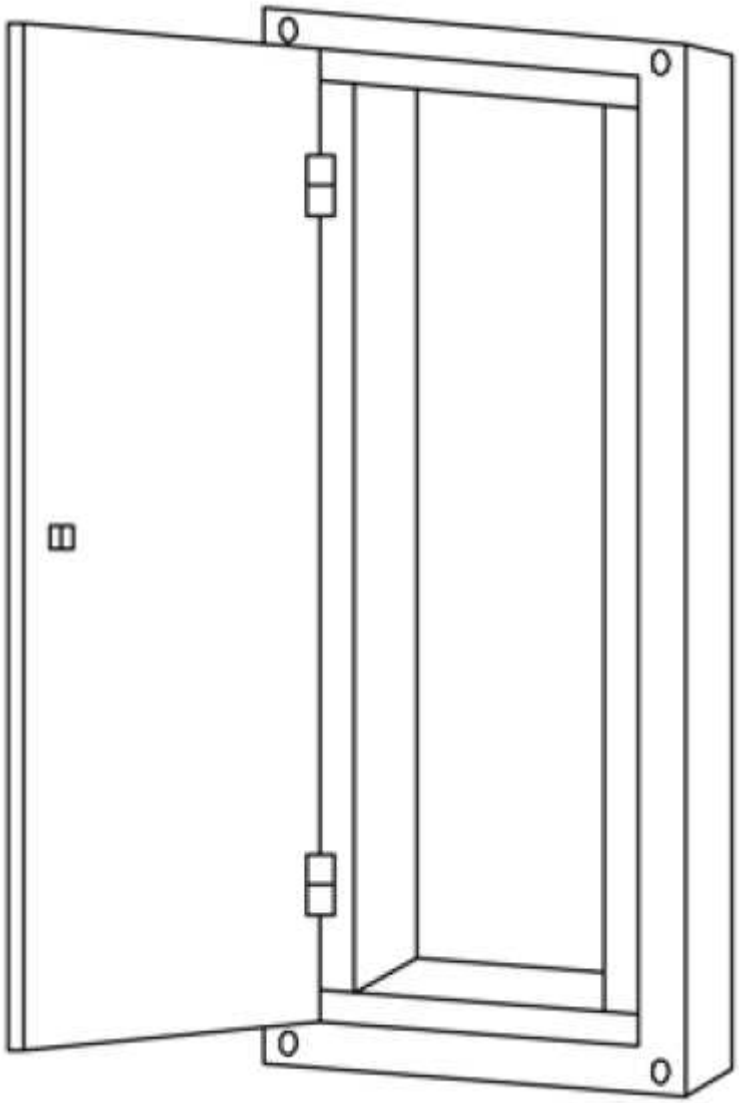


شکل ۳—۹ جعبه و اسکلت تابلوی دیواری



شکل ۳—۱۰تابلوی دیواری توکار

omoorepeyman.ir



شکل ۳—۱۱ تابلوی دیواری روکار

۳ـ ۳ ـ ۲ـ ۴ـروش نصب

تابلوهای روکار باید پس از تکمیل نقاشی ساختمان، به وسیله چهار عدد پیچ و رول پلاگ مناسب بر روی سطح دیوار نصب شود.

برای نصب تابلوهای توکار باید پس از اجرای گچ و خاک یا کاه‌گل دیوار محل نصب تابلو، ابتدا فقط جعبه تابلو هم‌طراز با سطح تمام شده دیوار به وسیله حداقل چهار عدد پیچ و رول پلاگ مناسب نصب شود و سپس سایر اجزای تابلو از قبیل اسکلت، چارچوب و درب آن قبل از شروع نقاشی نصب شود.

ارتفاع نصب برای کلیه تابلوهای دیواری ۲۱۰ سانتی‌متر از بالای تابلو تا کف تمام شده خواهد بود.

omoorepeyman.ir

۳ ـ ۳ـ ۳-لوازم، وسایل و تجهیزات داخل تابلو

- لوازم، وسایل و تجهیزاتی که در داخل تابلو نصب می شود و یک تابلو کامل را تشکیل می دهد شامل اقلام زیر است:

✓ وسایل اندازه‌گیری مانند ولتمتر، آمپرمتر، فرکانس‌متر، کسینوس‌فی‌متر، واتمتر، ولتمتر، آمپرمتر، ترانسفورماتور جریان، دور شمار، ساعت شمار، فشارسنج و غیره.

✓ لوازم و وسایل حفاظت و فرمان مانند فیوزهای فشنگی و چاقویی، کلیدهای مینیاتوری، کلیدهای خودکار حفاظت خط یا موتوری، کنتاکتورهای مجهز به رله محافظ (بی - متال) یا بدون رله محافظ، کلید فیوز، کلید گردان، کلید چاقویی، رله ها و تایمرهای مختلف، کلید فرمان ولت متر و آمپرمتر و غیره.

✓ وسایل سمعی و بصری اعلام خطر، چراغ سیگنال و غیره

✓ مقره ها و شینه ها

- تابلوی فشار ضعیف مورد استفاده در تاسیسات برق باید مجهز به یک کلید جداکننده و یک وسیله حفاظتی به شرح زیر باشد :

✓ کلید اصلی جداکننده باید قابل قطع و وصل زیر بار بوده و جریان نامی آن حداقل برابر جریان نامی کل تابلو یا مصرف کل آن باشد و جریان ایستادگی کلید در برابر اتصال کوتاه کمتر از جریان اتصال کوتاه احتمالی در محل نصب نباشد.

✓ وسیله حفاظتی تابلو (کلید خودکار یا فیوز) باید دارای جریان نامی حداکثر برابر با جریان نامی تابلو باشد. در مواردی که تابلو به وسیله مدار اختصاصی تغذیه می‌شود، وسیله حفاظتی مدار، در صورتی که جریان نامی آن از جریان نامی تابلو بیشتر نباشد، ممکن است وسیله حفاظتی تابلو نیز محسوب شود و نیازی به وسیله حفاظتی جداگانه نخواهد بود.

✓ در مواردی که وسیله حفاظتی اصلی تابلو از انواع کلیدهای خودکاری که دارای مشخصات کلید جداکننده نیز می‌باشد انتخاب شود، ممکن است از چنین کلیدهایی برای هر دو منظور حفاظت و جداکردن استفاده شود.

- مدار تغذیه کننده وسایل کنترل و اندازه‌گیری مورد تغذیه از سیستم برق تابلو باید دارای نوعی وسیله حفاظتی مانند فیوز باشد.

- در مواردی که از کلیدهای مینیاتوری در تابلو استفاده می‌شود، با توجه به اینکه قدرت قطع این گونه کلیدهای در اتصال کوتاه کم است، باید به وسیله فیوز بالادست در تابلو مورد نظر و یا در تابلوی اصلی به شرح زیر حفاظت شود :

omoorepeyman.ir

- ✓ در مواردی که توان نامی قطع یک یا چند کلید مینیاتوری تا ۱,۵ کیلوآمپر باشـــد، فیوز حفاظتی باید دارای جریان نامی ۶۳ آمپر باشد.
- ✓ در مواردی که توان نامی قطع کلید مینیاتوری ۳ کیلوآمپر یا بیشتر باشد، فیوز حفاظتی باید دارای جریان نامی ۱۰۰ آمپر باشد.

- چنانچه تابلو مجهز به کلیدهای کنترل روشـــنایی و یا فرمان و نظایر آن باشـــد، مکانیزم‌های قطع و وصـــل، فرمان، کنترل و غیره می‌توانند موقع قفل بودن در تابلو در دسترس باقی بمانند و از محل نصب آنها نباید امکان دسترسی به ترمینال آنها و یا داخل تابلو، وجود داشته باشد.
- برای کمک به خنک شـــدن لوازم داخلی تابلو می‌توان آن را به منافذ عبور هوای خنک‌کننده و یا فن مجهز به ترموســـتات، تجهیز کرد، مشـــروط به اینکه قســـمت‌های برقدار تابلو در مقابل نفوذ آب محافظت شـــده و تابلو دارای درجه حفاظت مناسب در محل نصب آن باشد.
- در مناطقی که احتمال تعریق تابلوها وجود داشـــته باشـــد، تمهیدات لازم برای جلوگیری از تعریق تابلوها پیش‌بینی گردد.
- کلیه تابلوها، اعم از یک فاز و ســـه فاز، علاوه بر شـــینه‌ها یا ترمینال‌های مربوط به قســـمت‌های برقدار (فاز و خنثی)، باید برای وصـــل هادی های حفاظتی (PE) یک شـــینه یا ترمینال داشـــته باشـــد. قابلیت هدایت الکتریکی شـــینه یا ترمینال هادی حفاظتی باید نظیر هادی‌های برقدار باشد. شینه و ترمینال هادی حفاظتی باید با نوعی قطعه اتصال دهنده قابل پیاده کردن هم اندازه شینه، به شینه یا ترمینال خنثی قابل وصل باشد. چنانچه مدار تغذیه کننده تابلو دارای هادی مشترک حفاظتی-خنثی باشد، این هادی به شینه حفاظتی وصل و سپس به کمک قطعه اتصال دهنده یاد شده به شینه یا ترمینال خنثی اتصال داده می‌شود.
- کلیه ســـیم‌کشـــی‌های داخلی تابلو باید با هادی‌های مســـی عایق‌دار مناســـب با ولتاژ و جریان نامی و مجاز وســـایل حفاظتی و مطابق استانداردهای مربوط به ساخت تابلو انجام شود. چنانچه شینه‌ها محکم و ثابت نصب شده باشند، می‌توانند بدون عایق بندی باشند، ولی ترجیح که رنگ آمیزی شده باشند.
- شینه ها و ترمینال ها باید دارای علامت گذاری مناسب، مشخص و دائمی زیر باشند :
  - ✓ فازها : L1, L2, L3
  - ✓ خنثی : N
  - ✓ حفاظتی - خنثی : PEN
  - ✓ حفاظتی : PE

omoorepeyman.ir

مدارهای خروجی، کلیدها، فیوزها و دیگر تجهیزات نصب شده باید دارای برچسب‌های مشخص و دائمی باشند تا بتوان آنها را شناسایی کرد.

- بدنه تابلو باید مجهز به ترمینال علامت گذاری شده اتصال زمین باشد و این ترمینال به شینه یا ترمینال حفاظتی (PEN یا PE) وصل شود.

در تابلوهایی که کلیه مدارهای ورودی و خروجی آن دارای هادی مشترک حفاظتی-خنثی (PEN) هستند، می توان از نصب شینه حفاظتی (PE) صرف‌نظر کرد.

۳ ـ ۳ـ ۴-اجزای داخلی تابلوهای اصلی

در تابلوهایی که برای توزیع نیروی برق اصلی به کار برده می شود، کلید ورودی (اصلی) باید الزاماً از نوع خودکار بوده و کلیدهای توزیع فرعی، در صورتی که برای تغذیه تابلوهای نیم اصلی یا فرعی سیستم‌های موتوری به کار رود، باید از نوع خودکار، و چنانچه برای تغذیه تابلوهای نیم اصلی یا فرعی سیستم های روشنایی مورد استفاده قرار گیرد، باید از نوع کلید فیوز و یا کلید گردان یا چاقویی با فیوز جداگانه، باشد. (توضیح اینکه، چنانچه بار متصله بیش از ۶۰ آمپر باشد، باید از ترانس جریان و آمپرمتر مخصوص با ضریب مناسب استفاده شود.)

در مواردی که از کلید و فیوز جداگانه استفاده می‌شود، کلید باید قبل از فیوز قرار گیرد به طوری که با خاموش کردن کلید، برق فیوز نیز قطع شود.

۳ ـ ۳ـ ۵-تابلوهای فرمان وسایل موتوری

در تابلوی فرمان وسایل موتوری کلید اصلی باید از نوع خودکار حفاظت موتوری بوده و مجهز به سه دستگاه آمپرمتر و یک دستگاه ولت متر و کلید تبدیل ولت متر از نوع هفت حالتی باشد.

مدارهای فرعی فرمان وسایل موتوری باید الزاماً دارای کنتاکتور و رله محافظ باشد مگر در مورد دستگاه‌های مجهز به تابلوی فرمان و راه‌اندازی جداگانه، که در این صورت مدار مزبور باید به وسیله کلید فیوز یا کلید گردان و فیوز جداگانه، محافظت شود.

برای آگاهی از روشن و خاموش بودن کلید اصلی یا هر یک از کنتاکتورها باید برای هر مدار دو عدد چراغ سیگنال به رنگ های قرمز و سبز (قرمز برای حالت روشن و سبز برای حالت خاموش) پیش‌بینی شود.

هر مدار، در صورت لزوم، باید مجهز به آمپرمتر متناسب با شدت جریان آن باشد و در مدارهایی که شدت جریان آن بیش از ۶۰ آمپر می‌باشد باید از ترانس جریان و آمپرمتر مخصوص با ضریب متناسب استفاده شود. ظرفیت آمپرمتر انتخابی نباید، از حدود ۲۵ درصد حداکثر بار بیشتر در نظر گرفته شود. به طور مثال، در صورتی که حداکثر بار ۴۰۰ آمپر باشد، امپرمتر و ترانس جریان انتخابی باید با نسبت تبدیل ۵۰۰/۵ باشد.

omoorepeyman.ir

۳ ـ ۳ـ ۶-تابلوهای فرعی روشنایی

در تابلوهای فرعی روشنایی تک فاز و سه فاز، کلید اصلی باید حتی الامکان از نوع گردان بوده و برای محافظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه نیز از فیوز فشنگی متناسب با ظرفیت کلید اصلی استفاده شود.

کلیه مدارهای خروجی که برای رو شنایی، پریزها و غیره به‌کار می رود، باید ترجیحاً به و سیله کلیدهای مینیاتوری یا فیوز فشنگی با ظرفیت اسمی زیر محافظت گردد :

- برای مدارهای زنگ اخبار و احضار حداکثر ۴ آمپر
- برای مدارهای روشنایی حداقل ۱۰ آمپر
- برای مدارهای پریزها حداقل ۱۶ آمپر

کلیه سیم‌کشی‌های داخل تابلو از کلید اصلی به فیوز اصلی و از فیوز اصلی به شینه توزیع و از شینه توزیع به کلیدهای مینیاتوری یا فیوزها و از کلیدهای مینیاتوری یا فیوزها به ترمینال، باید با سیم مسی تک‌لا (مفتولی) با عایق حداقل ۱۰۰۰ ولت و با سطح مقطع مناسب (حداکثر ۴ آمپر برای هر میلی‌مترمربع سطح مقطع سیم) انجام شود.

سطح مقطع ترمینال‌های مورد کاربرد باید با سطح مقطع هادی‌های داخلی تابلو یکسان باشد و به علاوه به هر ترمینال باید فقط یک هادی وصل شود و اتصال دو یا چند هادی به یک ترمینال تک سوراخ مجاز نمی‌باشد.

۳ ـ ۳ـ ۷-شرایط بهره‌برداری عادی

- در مواردی که اجزای داخل تابلو مانند رله‌ها، دستگاه‌های اندازه‌گیری، تجهیزات الکترونیکی و غیره برای شرایط داده شده (مانند گرمایش یا تهویه) طراحی نشده باشد باید اقدامات مناسبی برای حصول اطمینان نسبت به کار صحیح لوازم یاد شده به عمل آید.
- در صورتی که تابلوها در داخل ساختمان نصب می شود دمای هوای محیط نباید از ۴۰ درجه سانتی گراد متجاوز بوده و میانگین آن نیز در ۲۴ ساعت نباید از ۳۵ درجه سانتی گراد بیشتر باشد. حداقل دمای محیط در این گونه موارد ۵- درجه سانتی گراد خواهد بود.
- شرایط جوی برای نصب تابلو در داخل ساختمان شامل تمیزی هوا و رطوبت نسبی آن می‌باشد. رطوبت نسبی در این گونه موارد باید در حداکثر دمای ۴۰+ درجه سانتی گراد از ۵۰ درصد بیشتر نباشد، لیکن افزایش آن در دماهای پایین تر (مانند رطوبت ۹۰ در صد در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد) مجاز است. در مواردی که به علت تغییرات دما تجمع قطرات آب در داخل تابلو تشکیل می‌شود باید پیش‌بینی‌های لازم صورت گیرد.
- تابلوهای فشار ضعیف باید متناسب با درجه آلودگی محیط مورد مصرف طراحی شده و مورد بهره‌برداری قرار گیرد.
- ارتفاع محل نصب تابلو از سطح دریا در شرایط عادی برابر استاندارد IEC 60439-1 نباید از ۲۰۰۰ متر متجاوز باشد.

omoorepeyman.ir

- برای تجهیزات الکترونیکی که در ارتفاع بالاتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا مورد استفاده قرار می‌گیرد، لازم است کاهش استقامت دی الکتریکی و اثر خنک‌کنندگی هوا در نظر گرفته شود. این گونه تجهیزات باید برابر توافق بین سازنده تابلو و استفاده‌کننده طراحی، ساخته و مورد استفاده قرار گیرد.

۳ ـ ۳ـ ۸-شرایط بهره‌برداری خاص

در مواردی که هر یک از شرایط ویژه بهره‌برداری زیر وجود داشته باشد، باید شرایط مخصوص مربوط به هر یک برابر دستورالعمل‌های مندرج در استاندارد IEC مربوط یا یکی از استانداردهای بین المللی مشابه رعایت شود.

- مقادیر دما و رطوبت نسبی و یا ارتفاع از سطح دریا با مقادیر مندرج در بخش شرایط بهره‌برداری عادی تفاوت داشته باشد.
- موارد ا ستفاده‌ای که در آن تغییرات دما و یا تغییرات در ف شار هوا چنان سریع ا ست که امکان ایجاد تجمع قطرات غیرعادی در داخل تابلو وجود داشته باشد.
- آلودگی شدید هوا توسط گرد و غبار، دود، ذرات خورنده یا رادیواکتیو، بخارات یا نمک موجود باشد.
- قرار گرفتن تابلو در معرض میدان‌های مغناطیسی یا الکتریکی قوی.
- قرار گرفتن تابلو در معرض دماهای خیلی بالا مانند اشعه آفتاب، کوره‌ها و مانند آن.
- قرار گرفتن تابلو در معرض حمله قارچ‌ها یا موجودات زنده کوچک.
- نصب در محل‌هایی که خطر بروز حریق یا انفجار وجود داشته باشد.
- قرار گرفتن تابلو در معرض ضربه یا لرزش‌های شدید.
- نصب تابلو به نحوی که تاثیری نامطلوب بر جریان مجاز حرارتی یا قدرت قطع اتصال کوتاه به وجود آید، مانند نصب تابلو در داخل تجهیزات و ماشین‌آلات یا در داخل دیوارها.
- نصب در محیط‌هایی که دارای اغتشاش‌های EMC خارج از موارد زیر باشد :
  - ✓ محیط ۱ : مواردی مانند تاسیسات خانگی، تجاری و صنایع سبک (برابر بند ۵ از استاندارد EN 50081-1)
  - ✓ محیط ۲ : مواردی مانند تاسیسات صنعتی سنگین یا بارهای خازنی که به طور متناوب قطع می شود (برابر بند ۵ از استاندارد EN 50081-2)

omoorepeyman.ir

۳ ـ ۳ـ ۹-پلاک‌های مشخصات و نشانه گذاری تابلو

۳ـ ۳ ـ ۹ـ ۱ـپلاک‌های مشخصات تابلو

هر تابلو باید دارای یک یا چند پلاک مشخصات باشد، نوشته‌ها و علامت‌گذاری‌های روی آنها باید به صورت ماندگار و خوانا بوده و در محلی نصب شود که قابل رویت باشد.

اطلاعات ارایه شده در ردیف‌های (الف) و (ب) باید روی پلاک مشخصات درج شود.

اطلاعات ارایه شده در ردیف‌های (پ) تا (ظ)، در صورت مورد داشتن، باید بر روی پلاک مشخصات یا مدارک فنی تهیه شده به وسیله سازنده مشخص شوند.

الف) نام یا علامت تجاری سازنده

ب) نشانه مشخصه نوع تابلو یا مشاوره سریال یا هر نوع روش شناسایی دیگر، به نحوی که با استفاده از آن بتوان اطلاعات مربوط را از سازنده به دست آورد.

پ) شماره استاندارد ملی ایران ISIRI 12103-1 و یا شماره استاندارد کمیته بین المللی الکترونیک IEC 60439-1 (در صورت مطابقت با استانداردهای مزبور)

ت) نوح جریان و فرکانس در مورد جریان متناوب

ث) ولتاژهای بهره‌برداری

ج) ولتاژهای عایق‌بندی اسمی

چ) ولتاژ ضربه‌ای ایستادگی اسمی

ح) ولتاژهای اسمی مدارهای کمکی (در صورت مورد داشتن)

خ) محدوده کاربرد

د) جریان اسمی هر مدار

ذ) توان ایستادگی در برابر اتصال کوتاه

ر) درجه حفاظت IP

ز) اقدامات انجام شده برای حفاظت افراد

omoorepeyman.ir

س) شرایط استفاده از نظر نصب در داخل یا خارج ساختمان یا شرایط ویژه

ش) نوع اتصال زمین سیستم، که تابلو برای آن طراحی شده است

ص) ابعاد تابلو (از چپ به راست : ارتفاع، عرض و عمق)

ض) وزن

ط) فرم جداسازی داخلی

ظ) نوع اتصالات الکتریکی واحدهای عامل (Functional Unit)

ع) محیط ۱ یا ۲

۳ـ ۳ ـ ۹ـ ۲ـنشانه‌گذاری‌ها

در داخل هر تابلو باید بتوان تک تک مدارها و وسایل حفاظتی آنها را شناسایی کرد. این گونه نشانه‌گذاری‌ها باید همانند نشانه‌های استفاده شده در نقشه سیم‌کشی تابلو بوده و با استاندارد IEC 60750 مطابقت نماید.

۳ ـ ۳ـ ۱۰-آزمایش تابلوهای فشار ضعیف

کلیه تابلوهای فشار ضعیف باید پس از ساخت در کارخانه و همچنین پس از نصب در محل و قبل از راه اندازی مورد آزمون‌های نوعی و معمولی (تک به تک) قرار گیرد.

آزمون‌های نوعی شامل حدود افزایش دما، ویژگی‌های دی‌الکتریکی، توانایی ایستادگی در برابر اتصال کوتاه، موثر بودن مدار حفاظتی، فواصل هوایی و خزشی، نحوه عملکرد مکانیکی و درجه حفاظت می‌باشد.

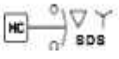
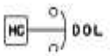
آزمون‌های معمولی مشتمل بر بررسی سیم‌کشی‌ها و نحوه کارالکتریکی، آزمون دی‌الکتریکی، بررسی اقدامات حفاظتی و پیوستگی الکتریکی مدار حفاظتی خواهد بود. این گونه آزمون‌ها باید بر اساس مفاد بند ۱۱ از ضابطه شماره ۱-۱۲۱۰۳ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شود.

۳ ـ ۳ـ ۱۱-نشانه های ترسیمی الکتریکی در نقشه تابلوهای فشار ضعیف

نشانه های ترسیمی الکتریکی استفاده شده در نقشه های تابلوهای فشار ضعیف در (**جدول ۳ـ۳**) ارائه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۳—۳نشانه های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار ضعیف

شرح و مشخصات	نشانه
فیوز فشنگی (خطوط نشان‌دهنده تعداد فاز می‌باشد)	
فیوز چاقویی(خطوط نشان‌دهنده تعداد فاز می‌باشد)	
کلید مینیاتوری تک‌پل	
کلید مینیاتوری دوپل	
کلید مینیاتوری سه‌پل	
کلیدگردان تابلویی تک‌پل	
کلیدگردان تابلویی سه‌پل	
کلید چاقویی یک‌طرفه تابلویی دسته رکابی سه‌پل	
کلید فیوز تابلویی سه‌پل	
کلید اتوماتیک تابلویی سه‌پل با محافظ قطع‌کننده حرارتی وسریع فزونی جریان	
کلید اتوماتیک تابلویی سه‌پل با محافظ قطع‌کننده سریع فزونی جریان	
کلید اتوماتیک ستاره مثلث	
کنتاکتور خشک سه‌پل	
رله محافظ حرارتی سه‌پل(بی‌متال)	
چراغ سیگنال تابلویی قطر ۳۰/۵ و یا ۲۲/۵ میلی‌متر	
دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل نوع تابلویی ویا با جعبه پلاستیکی	
دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل، نوع تابلویی با چراغ سیگنال	

omoorepeyman.ir

شرح و مشخصات	نشانه
کنتور اکتیو	KWHM
کنتور راکتیو	KVARM
ساعت فرمان	
آمپرمتر	A
ولت‌متر	V
کسینوس فی‌متر	COS
فرکانس‌متر	~
ترانس جریان نوع عبوری (خطوط نشان‌دهنده تعداد می‌باشد)	
کلید تبدیل ولت‌متر	VS
کلید تبدیل آمپرمتر	AS
کلیدگردان تابلویی تک‌پل سه حالته (خودکار – خاموش – دستی)	OFF HAND AUT
دستگاه فتوالکتریک سل جهت فرمان روشنایی محوطه	PH C
کلید مخصوص بین شمش‌های تابلوهای اصلی	
رله ثانوی فرمان	E
اتصال نول در تابلو	N
اتصال زمین در تابلو	G
مولد برق	G

۳ـ ۴ ـتحویل گیری

۳ ـ ۴ـ ۱-سیستم برق‌رسانی و تابلوهای برق

در هر ایستگاه دو دستگاه ترانسفورماتور ۲۰/۰,۴ کیلو ولت در اتاق‌های LPS جهت تأمین برق کلیه تجهیزات ایستگاه نصب گردیده این ترانسها تابلوهای اصلی LV واقع در LPS ها را تغذیه می‌نمایند و این تابلوها قابلیت کوپلاژ و تغذیه از هر یک از ترانس‌ها را در مواقع بروز اشکال و یا قطعی تغذیه هر یک از ترانس‌ها را دارا می‌باشند.

برق مورد نیاز سیستم روشنائی و توزیع نیرو در ایستگاه از این تابلوها تأمین و تغذیه می‌گردد. در کنار هر یک از اتاق های LPS اتاق برق توزیع نیرو و رو شنائی قرار دارد که در هر یک از این اتاق‌ها تابلوهای اصلی رو شنائی عادی و تابلوی

omoorepeyman.ir

رو شنائی ا ضطراری و اینورتر نصب می‌گردد که هر یک از این دو تابلو مستقر در اتاق‌های برق در سطح سکو رو شنائی نیمی از کلیه فضاهای عبوری مسافرین (سکو و راه‌پله های ا صلی د ستر سی به سکو) را تأمین خواهد نمود. رو شنائی فضاهای LPS، اتاق برق، زیر سکو، نیمی از پله‌های فرار اضطراری، رکتیفایر و نیم تونل و سایر اتاق‌های واقع در هر سکو از تابلوی منصوبه در اتاق برق همان سکو تغذیه خواهند شد. جهت تغذیه مدارات رو شنائی LPS و اتاق های مجاور آن و نیز رکتیفایر تابلوهای مربوطه به صورت مجزا طراحی و نصب خواهد گردید.

در سالن فروش بلیط نیز دو د ستگاه تابلوی توزیع نیرو و رو شنائی با حداقل فا صله ۵۰ متر از هم دیگر و در اتاق‌های مجزا منظور و فضاهای ورودی ایستگاه، سالن فروش بلیط و سایر فضاهای تجهیزاتی ایستگاه را تغذیه خواهد نمود. نیمی از روشنائی تمامی فضاهای عبوری مسافرین بایستی از هر یک از این دو تابلو تغذیه نماید. تا در صورت بروز اشکال در هر یک از تابلوها در کلیه فضاهای عبوری مسافرین نیمی از روشنائی تأمین گردد.

تغذیه روشنائی راه‌پله‌های اضطراری که در هر سکو طراحی می‌گردد از برق اضطراری انجام می‌شود و هر کدام از یکی از تابلوهای اصلی روشنایی اضطراری سطح سکو خواهد بود.

تنها در ایستگاه‌های تقاطعی، تابلوهای اصلی روشنایی و توزیع نیرو نرمال در سطح سکو دارای تغذیه دو سویه می‌باشند یک تغذیه از LPS مجاور در همان سکو و یک تغذیه از پست LPS شماره دو ایستگاه خط تقاطعی). در هریک از پ ست های LPS این ای ستگاه نیز یک خروجی جهت یکی از تابلو های ا صلی رو شنایی و توزیع نیرو ا صلی در سطح سکوی ایستگاه تقاطعی منظور می‌گردد. این ورودی‌ها در تابلوهای اصلی روشنایی و توزیع نیرو دارای اینترلاک الکتریکی و مکانیکی می‌باشند و در صورت قطع یکی از ورودی‌ها، از ورودی مربوط به پست LPS ایستگاه تقاطعی تغذیه انجام می‌گیرد. لذا هر تابلو مصارف روشنایی و پریز در محدوده خود را همانند سایر ایستگاه‌ها تغذیه می‌کند.

۳ ـ ۴ـ ۲-تابلوهای برق فشار ضعیف

تابلوهای برق در ایستگاه های مترو به جز تابلوهای اصلی توزیع فشار ضعیف واقع در LPS عبارتند از :

- تابلوهای برق هوارسان‌ها
- تابلوهای برق هواکش‌های میان تونلی طرفین ایستگاه
- تابلوی برق پست تخلیه آب و فاضلاب (DWP)
- تابلوی برق پمپ‌های آتش نشانی (FFP)
- تابلوی برق تهویه اتاق‌های اداری و بلیط فروشی و تغذیه اسپلیت یونیت‌ها (در صورت وجود)
- تابلوهای برق تهویه اتاق رکتیفایر

omoorepeyman.ir

- تابلوهای برق آسانسورها و پله برقی
- تابلوی اصلی و فرعی روشنائی عادی
- تابلوهای اصلی و فرعی روشنائی اضطراری

در برق ر سانی به تابلوهائی که تو سط هر دو LPS تغذیه می‌گردند باید ستی م سیرهای کابل‌ک شی کاملاً در ف ضاهائی جداگانه انجام پذیرند و تنها نقطه اشتراک، مسیرهای کابل‌کشی خروجی از LPS و ورودی تابلوهای مربوطه خواهد بود.

مشخصات تابلوهای اصلی و فرعی روشنائی و ایستگاه پست تخلیه آب و فاضلاب و تابلوی برق پمپ‌های آتش‌نشانی به شرح ذیل می‌باشد :

۳ـ ۴ ـ ۲ـ ۱ـتابلوی اصلی روشنایی

از نوع ایســـتاده دارای کلید اتوماتیک کمپکت با رله‌های حرارتی و مغناطیســـی به عنوان مدار ورودی و کلیدهای اتوماتیک مجهز به رله‌های حفاظتی به عنوان مدار خروجی می‌باشـــد. به جز تجهیزات فوق الذکر تابلو مجهز به لوازم اندازه‌گیری و ترمینال‌های لازم برای کنترل مدارات روشنائی توسط سیستم BAS می‌باشد.

در طراحی مدارات روشـــنایی و پریز بایســـتی کلیه نیازهای ایســـتگاه پیش بینی و مدارات مربوطه طراحی گردد. در تابلوهای روشنایی و توزیع نیرو بایستی تعداد مناسبی مدار خروجی (در حدود ۲۰٪) با قدرت و مشخصات مدارات موجود در تابلوها به عنوان جایگزین منظور گردد تا در صـــورت بروز حادثه و یا عیب در مدارات مورد اســـتفاده جایگزین این خروجی‌ها شـــوند. این مدارهای جایگزین (ذخیره) در مجموع بار مصـــرفی تابلو لحاظ نشـــده و صـــرفاً به عنوان جایگزین طراحی و نصب می‌گردند.

شینه‌های فرعی تابلوی روشنائی اصلی عبارتند از شینه مصارف (روشنائی و پریز) تحت کنترل سیستم BAS که این شینه مدارات رو شنائی طرفین تونل، راه‌پله‌های ورودی سکو، ف ضای سکو، پریزهای تبلیغاتی سطح سکو و رو شنایی راه‌پله‌های اضطراری را تغذیه خواهد نمود. شینه روشنائی خارج از کنترل BAS که این شینه پریزها و پریزهای روشنائی تابلوهای تبلیغاتی و پریزهای واقع در سطح سکو و نیز روشنائی زیر سکوها را تغذیه خواهد نمود.

تغذیه سی ستم BAS و FAS & FES در صورت عدم پیش‌بینی فیدر در تابلوی LV و نیز تغذیه تابلوهای رو شنائی فرعی از شینه اصلی این تابلو خواهد بود.

۳ـ ۴ ـ ۲ـ ۲ـتابلوی فرعی روشنایی

تابلوی فوق الذکر از نوع دیواری توکار یا روکار به تعداد مورد نیاز ایستگاه مربوطه دارای کلید اتوماتیک کمپکت مجهز به رله حرارتی و مغناطیسی به عنوان مدار ورودی و کلیدهای مینیاتوری تک پل و سه پل به عنوان مدارات خروجی

omoorepeyman.ir

می‌باشد. این تابلوها به جز تجهیزات فوق الذکر دارای کنتاکتور روشنائی، رله‌های ضربه جریان و کلیدهای کنترل سه حالته و شاستی‌های فشاری جهت مدارات روشنائی می‌باشد.

تابلوهای فرعی در ایستگاه جهت سالن فروش بلیط دو دستگاه و جهت بخش اداری و اتاق‌های فروش بلیط و رئیس ایستگاه نیز در صورتی که فضاهای اخیر در محلی جداگانه قرار گرفته باشند یک دستگاه نصب می‌شود. جهت فضاهای هوارسان‌ها نیز تابلوی جداگانه منظور می‌گردد. جهت LPS ها و نیز اتاق رکتیفایر تابلوی (APP : AUXILIARY POWER PANEL) نصب می‌گردد. لازم به توضیح است که رعایت Discrimination بین کلیدهای اتوماتیک الزامی می‌باشد. در سالن فروش بلیط دو تابلوی برق اضطراری نصب می‌شود که هر یک از آنها از یکی از تابلوهای اصلی روشنایی اضطراری سطح سکو تغذیه می‌شوند و جهت روشنایی اضطراری فضاهای هواسازها و فضاهای فرعی دیگر تابلوی جداگانه روشنایی اضطراری طراحی نشده و برای تغذیه چراغ های روشنایی اضطراری این فضاها از تابلوهای اصلی روشنایی اضطراری سطح سالن فروش بلیط سر خط در نظر گرفته می‌شود.

۳ـ ۴ ـ ۲ـ ۳ـتابلوی DWP (Dewatering Post)

تابلوی فوق الذکر دارای مدار ورودی دوگانه (Change Over Switch)، کلیدهای اتوماتیک حفاظت شینه و اینترلاک الکتریکی و مکانیکی بوده و خروجی های لازم جهت تغذیه پمپ‌های تخلیه فاضلاب و مصارف دیگر این سیستم (و نه سیستم روشنایی و پریز در این فضا) بر اساس مشخصات هر یک از این مصارف مجهز به رله حرارتی و مغناطیسی و کنتاکتورهای سه‌پل می‌باشد.

مدارات ورودی به تابلوی فوق الذکر از تابلوهای LV منصوب در LPS ها خواهد بود. برای مدارات ورودی جهت اینترلاک اتوماتیک سیستم می‌توان از کنتاکتورهای با قدرت مناسب استفاده نمود، به نحوی که فقط یکی از دو مدار فعال باشد. مدارات خروجی در تابلوی فوق الذکر شامل راه اندازی D.O.L و یا ستاره مثلث متناسب با قدرت پمپ‌های فاضلاب و تخلیه آب‌های سطحی می‌باشد. این تابلو مجهز به ترمینال‌هائی جهت اتصال تجهیزات کنترل سطح آب، و دارای هیتر و ترموستات بوده و دارای ترمینال‌های لازم جهت دریافت و ارسال سیگنال به سیستم BAS می‌باشد.

توضیح اینکه مدارات بیش از ۱۱ کیلووات دارای راه اندازی ستاره مثلث و مدارات ۱۱ کیلووات و کمتر دارای راه انداز مستقیم می‌باشند. در تابلوها امکان زیر بار بردن پمپ های رزرو در حالت اضطراری و تغییر تقدم زمان کار پمپ‌های اصلی پیش‌بینی می‌گردد.

۳ـ ۴ ـ ۲ـ ۴ـتابلوی FFP (Fire Fighting Panel)

تابلوی فوق الذکر دارای مدار ورودی دوگانه (Change Over Switch)، کلیدهای اتوماتیک حفاظت شینه و اینترلاک الکتریکی و مکانیکی بوده و خروجی‌های لازم جهت تغذیه بوستر پمپ‌های آتش‌نشانی و مصارف دیگر این سیستم (ونه

omoorepeyman.ir

سیستم روشنایی و پریز در این فضا) بر اساس مشخصات هر یک از این مصارف مجهز به رله حرارتی و مغناطیسی و کنتاکتورهای سه‌پل می‌باشد.

مدارات ورودی به تابلوی فوق الذکر از تابلوهای LV منصوبه در LPS ها خواهد بود. در رابطه با جهت اینترلاک اتوماتیک مدارات ورودی تابلو می‌توان از کنتاکتورهای با قدرت مناسب استفاده نمود، به نحوی که فقط یکی از دو مدار فعال باشد. راه‌اندازی پمپ‌های آتش نشانی صرف نظر از قدرت آنها بصورت مستقیم D.O.L می‌باشد.

مدارات خروجی در تابلوی فوق‌الذکر شامل راه‌انداز پمپ‌های آتش‌نشانی می باشد. این تابلو مجهز به ترمینال‌هائی جهت اتصال هیتر و ترموستات بوده و دارای ترمینال‌های لازم جهت دریافت و ارسال سیگنال از و به سیستم‌های BAS & FAS می باشد.

۳ـ ۴ ـ ۲ـ ۵ـتابلوی تهویه اتاق‌های اداری، بلیط فروشی و تغذیه اسپلیت یونیت‌ها

تابلوی فوق‌الذکر نیز دارای مدار ورودی دوگانه (Change Over Switch)، کلیدهای اتوماتیک حفاظت شینه و اینترلاک الکتریکی و مکانیکی بوده و خروجی های لازم جهت تغذیه دستگاه پکیج یونیت و نیز اسپلیت یونیت‌ها در صورت وجود می‌باشد.

مدارات ورودی به تابلوی فوق الذکر از تابلوهای LV منصوبه در LPS ها خواهد بود. در رابطه با جهت اینترلاک اتوماتیک مدارات ورودی تابلو می‌توان از کنتاکتورهای با قدرت مناسب استفاده نمود، به نحوی که فقط یکی از دو مدار فعال باشد. این تابلو مجهز به ترمینال‌هائی جهت اتصال هیتر و ترموستات بوده و دارای ترمینال‌های لازم جهت دریافت و ارسال سیگنال از و به سیستم‌های BAS & FAS می باشد.

۳ـ ۴ ـ ۲ـ ۶ـتابلوی برق آسانسورها و پله‌های برقی

با توجه به اینکه اغلب آسانسورهای منصوبه در ایستگاه‌ها به صورت دوقلو نصب می شوند در صورت پیش‌بینی یک تابلو برای یک مجموعه آسانسورهای دو قلو توسط سازنده فقط یک کابل تغذیه جهت این آسانسورها منظور می شود، تغذیه این تابلو از LPS همان سمت انجام خواهد گرفت. در غیر اینصورت جهت هر یک از این آسانسورها یک تغذیه از پست های LPS منظور می‌گردد. جهت هر یک از پله‌های برقی یک کابل تغذیه از پست LPS منظور می‌شود، پست LPS تغذیه کننده هر پله‌برقی بر اساس موقعیت محل نصب پله‌برقی و مد نظر قراردادن برقراری تعادل در تقسیم بار بین پست‌های LPS انتخاب می‌شود.

قدرت پله‌های‌برقی و آسانسورها را برحسب ارتفاع و ظرفیت آنها به عنوان مرجع می توان به شرح (جدول ۳-۴) در نظر گرفت :

omoorepeyman.ir

جدول ۳—۴قدرت پله‌برقی و آسانسورها براساس ارتفاع و ظرفیت آنها

آسانسور		پله‌برقی		
ظرفیت	قدرت (KW)	از ارتفاع	تا ارتفاع	قدرت (KW)
۸ نفره	۵	۲	۳	۷,۵
۱۰ نفره	۶	۳	۵	۱۱
۱۳ نفره	۸	۵	۸	۱۵
۱۵ نفره	۹	۸	۱۲	۲۲
۱۷ نفره	۱۱	۱۲	۱۴	۳۰
۲۱ نفره	۱۵	۱۴	۱۶	۳۷

۳ـ ۵ ـبهره‌برداری و نگهداری

۳ ـ ۵ـ ۱-علل کاهش ایمنی

تابلوها در مترو ممکن است به علل زیر در طول زمان ایمنی خود را از دست بدهد :

الف- کلیه بخش‌های تابلو یا قسمت‌هایی از آن در اثر مرور زمان یا در اثر عوامل محیطی فرسوده شود.

ب- در تجهیزات داخل تابلوها دخل و تصرف هایی، بدون داشتن اطلاعات لازم و کافی، انجام شود.

پ- تعمیرات یا جابجائی‌هایی انجام شود که سبب ایجاد تغییراتی در تجهیزات داخل تابلو شود.

برای اطمینان از ایمنی تابلوها باید پس از پایان کار یا انجام هرگونه تغییرات و در فواصل زمانی معینی، تابلوها به همراه کلیه تجهیزات داخل آن مورد بازرسی قرار گرفته و عملکرد آنها کنترل شود.

۳ ـ ۵ـ ۲-مدارک زمان اجرا

لازم است ترتیبی اتخاذ شود که کلیه اطلاعات مربوط به تابلوها و تجهیزات داخل آن در زمان اجرای کار ثبت و نگهداری شده و در زمان بهره‌برداری در اختیار بهره‌بردار قرار داده شود.

این مدارک باید در بازرسی های دوره ای مورد استفاده قرار گیرند.

omoorepeyman.ir

مدارک لازم برای این منظور عبارتند از :

- نقشه های چون ساخت تابلوها.
- مشخصات و کاتالوگ وسایل و تجهیزات به کار برده شده در تابلوها.
- دستور العمل نصب تابلوها.

۳ ـ ۵ـ ۳-مطابقت با استانداردها

کلیه تابلوها به همراه وسایل و تجهیزات داخل آن باید با استانداردهای ملی ایران یا با استانداردهای معتبر بین المللی مطابقت داشته باشد. در صورت عدم تطابق با استانداردهای معتبر، تجهیزات داخل تابلوها باید تعویض یا اقدامات دیگری برای تأمین ایمنی لازم به عمل آید.

۳ ـ ۵ـ ۴-ضوابط نصب

کلیه تابلوها و وسایل و تجهیزات داخل تابلوها، باید مطابق استانداردهای اشاره شده در بخش مربوطه انتخاب و نصب شده باشد.

۳ ـ ۵ـ ۵-عملیات بازرسی

عملیات بازرسی تابلوها در هر دوره شامل بازدید عینی، انجام آزمون‌ها و تهیه گزارش بازرسی می‌باشد.

۳ ـ ۵ـ ۶-بازدید عینی از تابلوها

بازدیدهای عینی به منظور مشاهده میدانی و اطمینان از سالم بودن تابلوها و تجهیزات داخل آن به‌عمل می‌آید و باید به طور کامل ثبت شوند. بازدید عینی باید قبل از عملیات مربوط به آزمون‌ها و بخش به بخش بوده و با رعایت کامل نکات ایمنی و دقت بالا انجام شود. کلیه تابلوها به همراه تجهیزات داخل آن، مطابق الزامات این سند، باید مورد بازرسی قرار گیرند و شامل موارد زیر بوده ولی محدود به آنها نمی‌شوند.

الف- کلیه تابلوها و اجزای داخلی آنها.
ب- دستورالعمل‌ها، نقشه‌ها، مدارک و کاتالوگ‌ها.
پ- کلیه برچسب‌ها اعم از برچسب مدارها، فیوزها، کلیدها، ترمینال‌ها و برچسب‌های هشدار در محل‌های مورد نیاز.
ت- چگونگی و نحوه نصب تابلوها، تجهیزات، کابلها، سیم‌ها و اتصالات آنها
ث - شرایط محیطی و محل نصب و متناسب بودن تجهیزات با آن شرایط.
ج- کنترل وجود لوازم جداکننده، قطع و وصل و جداسازی مناسب در مدارها

omoorepeyman.ir

چ- مطابقت کامل مشخصات فنی و ایمنی کلیه تابلوها و تجهیزات داخل آن با استانداردهای مربوطه.

۳ ـ ۵ـ ۷-انجام آزمون‌ها

تاسیسات برقی را باید قبل از شروع بهره‌برداری و یا پس از هر تغییر عمده در آن مورد کنترل و آزمایش قرارداد و تنظیم های لازم در تجهیزات و لوازم بر اساس شرایط طرح، کارکرد آنها و بهره برداری انجام تا نسبت به صحت کارهای انجام شده طبق این مدرک اطمینان حاصل شود. برای این منظور لازم است آزمایش‌ها و کنترل‌های زیر، انجام گیرد (استاندارد شماره IEC 60364-6) :

الف) آزمایش‌های عمومی تاسیسات برقی از قبیل راه‌اندازی، آزمایش و قطع و وصل کردن کلیدها و ....

ب) کنترل تاسیسات برقی اجرا شده و تطابق آن با نقشه های طرح تاسیسات برقی.

انجام آزمون‌ها برای تشخیص سالم بودن و عملکرد تابلوها بوده و در آنها باید موارد زیر رعایت شود :

- حداقل ۱۰٪ از لوازم و تجهیزات قطع و وصل باید بازشده و قطعات برقی و مکانیکی آنها از نظر آسیب، سائیدگی و نفوذ مایعات به داخل محفظه، بازدید و نتیجه آن گزارش شود. اگر تعداد موارد ایراد از ۳٪ کل، تجاوز کند، باید همه لوازم و تجهیزات قطع و وصل، کنترل و نتیجه گزارش شود.

- حفاظت در برابر تماس مستقیم باید با توجه به وجود عایق‌بندی، مانع و حفاظ‌های مستقر در خارج از دسترس کنترل شوند و در صورت وجود اشکال، مراتب گزارش شود. لازم است توجه شود که نباید از وسیله حفاظتی جریان باقیمانده به عنوان تنها وسیله حفاظت در برابر تماس مستقیم استفاده شود.

- روش حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم باید مشخص و ثبت شود. حفاظت از طریق قطع تغذیه به صورت خودکار و هم‌بندی برای هم‌ولتاژ کردن و وصل هادی حفاظتی به زمین باید دقیقاً کنترل شده و هر گونه کاستی گزارش شود.

آزمون‌هایی که در زیر اشاره شده‌اند، باید تا حد امکان به ترتیب فهرست انجام شوند تا ایمنی افراد آزمون‌کننده در آنها حفظ شود. در برخی موارد ممکن است انجام بعضی آزمون‌ها لازم نبوده، که در این صورت باید دلایل کافی برای عدم انجام آنها ارائه شود.

۳ـ ۵ ـ ۷ـ ۱ـآزمون تداوم هادی حفاظتی و هم‌بندی‌های اصلی و اضافی

آزمون تداوم هادی حفاظتی و اندازه‌گیری امپدانس حلقه اتصال کوتاه معمولاً با هم انجام می‌شود و حتی در بسیاری موارد فقط به اندازه‌گیری حلقه اتصال کوتاه بسنده می‌گردد و تنها در صورت بروز اشکالاتی که ممکن است به هادی حفاظتی مربوط باشد به اندازه‌گیری آن پرداخته می‌شود.

omoorepeyman.ir

۳ـ ۵ ـ ۷ـ ۲ـآزمون مقاومت الکتریکی عایق‌بندی تأسیسات برقی

آزمون مقاومت الکتریکی عایق‌بندی تأسیسات برقی در دو مرحله و به صورت زیر انجام می شود :

الف- بین هادی‌های برق‌دار و خنثی به صورت دو به دو آزمون مقاومت الکتریکی انجام می‌شود. انجام این آزمون تنها قبل از آن که لوازم مصرف کننده ثابت و وصل شده به پریزها، لوازم حساس به ولتاژ، دیمرهای الکترونیکی و دیگر وسایل مشابه، نصب شده باشد عملی است.

ب- بین هر یک از هادی‌های برق‌دار و زمین به صورت دو به دو آزمون مقاومت الکتریکی انجام می‌شود. لازم به یادآوری است که در سیستم TN-C هادی PEN قسمتی از زمین به حساب می‌آید. همچنین در این آزمون می‌توان همه فازها و هادی خنثی را در هر مدار به یکدیگر وصل کرد. این آزمون زمانی قابل قبول تلقی می‌شود که مقاومت اندازه‌گیری شده از مقادیر استاندارد کمتر نباشد. توجه شود که آزمون باید با ولتاژ مستقیم انجام شده و دستگاه آزمون باید بتواند ولتاژ مشخص شده مطابق استاندارد را هنگامی که مصرف آن یک میلی‌آمپر است، حفظ کند.

همچنین در مواردی که مدار دارای لوازم الکترونیکی می‌باشد، لازم است اندازه‌گیری‌ها بین هادی‌های فاز و خنثی متصل به هم از یک طرف و هادی زمین از طرف دیگر انجام شود تا به لوازم الکترونیکی صدمه وارد نشود.

۳ـ ۵ ـ ۷ـ ۳ـآزمون مقاومت الکتریکی عایق‌بندی اعمال شده در کارگاه

آزمون عایق‌بندی اعمال شده در کارگاه باید به صورت زیر انجام شود:

هادی‌های برق‌دار پس از عایق‌بندی به یکدیگر وصل شده و یک ورق فلزی (فویل) روی سطح خارجی آنها محکم پیچانده شود. ولتاژ متناوب با فرکانس شبکه و ولتاژ ۳۷۰۰ ولت به مدت یک دقیقه بین هادی‌های وصل شده به هم و فویل، اعمال شود. در این مدت نباید شکست عایق‌بندی یا جرقه به وجود آید. برای این آزمون باید از دستگاهی که مخصوص این کار است استفاده شود.

۳ـ ۵ ـ ۷ـ ۴ـآزمون صحت قطب‌بندی

آزمون صحت قطب‌بندی برای حصول اطمینان از عبور فاز از کلید قطع و وصل و اتصال فاز به وسط سرپیچ می‌باشد.

۳ـ ۵ ـ ۷ـ ۵ـآزمون کنترل قطع به موقع تغذیه، به صورت خودکار

برای احراز اطمینان نسبت به این که قطع به موقع مدار در اثر تماس غیرمستقیم، مؤثر عمل می‌کند، لازم است به ترتیب زیر عمل شود:

برای کنترل قطع به موقع مدار در صورت بروز اتصالی بین هادی فاز و بدنه هادی، اندازه گیری امپدانس حلقه اتصال کوتاه لازم خواهد بود. کل امپدانس اتصال کوتاه را می توان به ۳ بخش تقسیم نمود :

omoorepeyman.ir

الف- امپدانس حلقه اتصال کوتاه مدار نهایی بین مصرف کننده و تابلوی مربوطه.

ب- امپدانس حلقه اتصال کوتاه مدار اصلی تابلو و کابل تغذیه تابلو، در صورت وجود.

پ- امپدانس حلقه اتصال کوتاه سیستم شبکه که نسبت به تأسیسات برقی، خارجی به حساب می‌آید.

تبصره: رعایت ضوابط مربوط به سیستم TN از انواع TN-C-S یا TN-S مطابق ضابطه شماره ۱۱۰ الزامی است.

۳ـ ۵ ـ ۷ـ ۶ـاندازه گیری جریان‌های اتصال کوتاه هادی فاز با هادی‌های خنثی و اتصال زمین

در هر سیستم برقی ممکن است دو گونه اتصال کوتاه اتفاق افتد که بستگی به برخورد هادی فاز با یکی از دو هادی وصل شده به زمین، هادی خنثی یا هادی حفاظتی دارد. تفاوت بین دو اتصال کوتاه یعنی دو شدت جریان اتصال کوتاه در تفاوت سطح مقطع دو هادی و نحوه اجرای هادی خنثی و هادی حفاظتی خلاصه می شود.

در اندازه‌گیری جریان اتصال کوتاه باید موارد زیر رعایت شوند :

الف- در هر نقطه ای که وسایل حفاظتی اتصال کوتاه نصب می‌شود باید هر دو نوع شدت جریان اتصال کوتاه اندازه‌گیری شود. از دو اتصال کوتاه اندازه‌گیری شده، عدد بزرگتر برای کنترل حداکثر توانایی ایستادگی وسیله حفاظتی استفاده می‌شود، اما برای کنترل قطع به موقع مدار برای جلوگیری از برق گرفتگی، در همه موارد از اتصال کوتاه فاز با هادی حفاظتی استفاده می‌شود.

ب- در مواردی که شدت جریان اتصال کوتاه برای سه فاز لازم باشد، مانند کنترل حداکثر ایستادگی وسایل قطع جریان در مدار، کافی است عدد به دست آمده برای اتصال کوتاه تک فاز را در عدد ۲ ضرب کرده و از آن برای سه فاز که ضریب اطمینان بالاتری است استفاده کرد.

۳ـ ۵ ـ ۷ـ ۷ـآزمون ارزیابی نحوه کار تجهیزات و فرمان‌ها، کنترل عملیاتی

همه مدارهای عملیاتی قطع و وصل انواع راه‌اندازها از قبیل کولرها، دیمرها و غیره باید کنترل و نحوه عمل آنها دیده شود. در مورد لوازم و کلیدهای جریان باقیمانده باید دکمه آزمون نصب شده روی دستگاه را نادیده گرفت و آزمون مجزایی اجرا نمود تا صحت کار وسیله یا کلید، محرز شود و پس از آن دکمه آزمون دستگاه نیز کنترل شود.

۳ ـ ۵ـ ۸-تجهیزات آزمون

تجهیزاتی که برای انجام آزمون‌ها به کار می رود باید با استانداردهای بین المللی معتبر مطابقت نماید.

omoorepeyman.ir

۳ ـ ۵ـ ۹-گزارش بازرسی

کلیه اطلاعات حاصل از بازدید عینی، آزمون‌ها و اقداماتی که برای رفع نواقص احتمالی انجام شده است، باید به صورت گزارشی تنظیم و در پرونده نگهداری ساختمان بایگانی شود. در این گزارش باید موارد زیر ثبت شوند :

الف- کلیه بازدیدهای عینی انجام شده.

ب- آزمون‌های انجام شده و نتایج آن.

پ- شرح کلیه نواقص مشاهده شده.

ت- شرح عملیات مربوط به رفع نواقص.

نتیجه نهایی عملیات بازرسی باید به صورت گزارش ثبت و در پرونده نگهداری بایگانی شوند.

تبصره: کلیه عملیات مربوط به بازرسی‌های عنوان شده در این بخش باید توسط افراد حقیقی یا حقوقی ذیصلاح که صلاحیت آنها به تأیید مقام مسئول بهره‌بردار رسیده باشد، انجام شود.

۳ ـ ۵ـ ۱۰-نشانه‌گذاری و نصب اطلاعیه‌های هشدار دهنده

در تأسیسات برقی باید در نقطه شروع هر تأسیسات یا انشعاب، در کلیه نقاط اتصال به الکترودهای زمین و هم‌بندی‌ها و بدنه‌های هادی بیگانه و در کلیه نقاطی که از وسائل حفاظت جریان باقیمانده استفاده می‌شود، اطلاعیه‌ها و پلاک‌های هشدار دهنده، از جنسی که دارای دوام کافی باشد، نصب شود.

۳ ـ ۵ـ ۱۱-دوره تناوب بازرسی

دوره تناوب بازرسی تابلوهای برق، رله‌های حفاظتی و کلیدهای اتوماتیک سالانه می‌باشد. لذا باید سالانه حداقل یک بار بازرسی انجام شود. در تأسیسات برقی باید توجه داشت که نمی توان تأسیسات را به مدت طولانی رها کرده و مورد بازدید قرار نداد، چرا که فرسودگی ناشی از گذشت زمان ممکن است آثاری در آن ایجاد کند و خطرآفرین شود. در این تأسیسات لازم است در دوره‌های تناوب کوتاه‌تر، بازرسی‌های مختصری به عمل آورده شود. ولی برای این بازدیدها لازم نیست از افراد متخصص و یا انجام آزمون‌ها کمک گرفته شود بلکه افراد آشنا به امور برقی و حتی افراد عادی که دانایی فنی اندکی دارند نیز می توانند از عهده کار برآیند.

بدیهی است چنانچه مشکلی وجود داشته باشد، افراد متخصص باید به آن رسیدگی کنند.

omoorepeyman.ir

۳ ـ ۵ـ ۱۲-تجهیزات الکتریکی با کاربرد عمومی

به دلیل اهمیت ویژه و استفاده متداول برخی از تجهیزات الکتریکی بازرسی مربوط به آنها به طور اختصاصی ارائه شده است.

۳ـ ۵ ـ ۱۲ـ ۱ـتابلوهای برق

بازرسی مربوط به تابلوهای برق به شرح زیر باید انجام شود :

الف- سالم بودن بدنه، درب و سازه تابلو مطابق با توصیه سازنده کنترل شود.

ب- درحالت بی برق، فضای داخل تابلو با استفاده از مکنده از غبار و ذرات خارجی تمیز شود. به کارگیری هوای فشرده جهت انجام تمیزکاری، چون ممکن است باعث نفوذ و ماندگاری ذرات خارجی در عایق‌بندی تجهیزات برقی شود، توصیه نمی‌شود. هرگونه آلودگی باقی‌مانده در داخل تابلو باید با استفاده از پارچه بدون پرز آغشته به محلول‌های توصیه شده زدوده شود.

پ- تمامی دریچه‌های هوا و شبکه‌های هواکش از وجود گرد و خاک و آلودگی تمیز شده و مانعی در مقابل آنها نباشد.

ت- در صورت وجود واشرهای آب بندی و گلند، این اجزاء مورد بازرسی قرار گرفته و در صورت نیاز، تعمیر یا تعویض شوند.

ث- در صورت نصب گرمکن در تابلو، این وسیله باید تمیز شده و به منظور اطمینان از صحت عملکرد آن آزمایش شده و قطعات معیوب گرمکن تعمیر یا تعویض شوند.

ج- ایزولاتورها و نگهدارنده هادی‌ها از نظر ترک، شکستگی یا صدمات فیزیکی دیگر بازدید شوند.

چ- تمامی پیچ و مهره ها و قطعات اتصال دهنده از نظر خرابی، خوردگی یا دمای زیاد کنترل شوند. از محکم بودن پیچ‌ها و قطعات اتصال دهنده اطمینان حاصل شود. اتصال بین مس و آلومینیوم موجود در تابلوها باید از نظر ترکیب گالوانیک کنترل شده و تمامی اتصالات مسی آلومینیومی با ترکیبات آنتی اکسید محافظت شوند.

ح- هادی‌های موجود در تابلو از نظر ترک، شکستگی، داغ شدن و تمیزی کنترل شوند.

omoorepeyman.ir

۳ـ ۵ ـ ۱۲ـ ۲ـرله‌های حفاظتی

نگهداری، تست و بازرسی رله‌ها باید طی برنامه منظمی به طور سالیانه انجام گیرد. وضعیت فیزیکی رله و متعلقات شامل فنر مارپیچ، فاصله دیسک‌ها و کنتاکت‌ها و استحکام محل استقرار باید کنترل شده و تست‌های الکتریکی مطابق توصیه سازنده یا استانداردهای مربوطه بر روی رله‌ها انجام شود.

۳ـ ۵ ـ ۱۲ـ ۳ـکلیدهای اتوماتیک

الف- حائل‌های مابین تیغه‌های کلید از محل خارج شده و تمیز شود. عایق‌بندی‌ها با استفاده از مکش و یا پارچه بدون پرز تمیز شود. عایق‌بندی‌ها از نظر پدیده کرونا، قوس الکتریکی، صدمات حرارتی یا فیزیکی بازدید شوند.

ب- کنتاکت‌ها، کنترل شده و از تمیز بودن و تنظیم آنها اطمینان حاصل شود. فشار فنر کنتاکت‌ها با مشخصات سازنده کنترل شود. کلید با دست بسته و باز شده تا از فشار فنرها، تنظیم بودن کنتاکت‌ها و همزمان بسته شدن آنها اطمینان حاصل شود.

پ- کنتاکت‌ها با استفاده از الکل و پارچه نرم تمیز شوند.

omoorepeyman.ir

پیوست الف– چیدمان آزمون (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد)

omoorepeyman.ir

الف-۱ کلیات

بهترین شرایط اندازه‌گیری زمانی رخ می‌دهد که جریان در مقطع اندازه‌گیری دارای شرایط زیر باشد:

- توزیع سرعت متقارن در جهت محور؛
- توزیع فشار استاتیکی یکنواخت؛
- هنگامی که جریان چرخشی ناشی از نصب اتصالات وجود نداشته باشد.

به منظور جلوگیری از توزیع سرعت ناهمگون یا جریان چرخشی باید از خمیدگی یا ترکیب خمیدگی‌ها و هرگونه انبساط یا ناپیوستگی در مجاورت مقطع نصب وسایل اندازه‌گیری (حداقل فاصله‌ای برابر چهار برابر قطر) امتناع کرد.

عموماً اثر شرایط جریان ورودی با افزایش K عدد مشخصهٔ پمپ افزایش می‌یابد. برای حالت $K > 1,2$ توصیه می‌شود شرایط نصب، شبیه‌سازی شود.

یادآوری- توصیه می‌شود برای شرایط اندازه‌گیری استاندارد که هدایت از طریق حوضچه باز یا یک منبع بزرگ ساکن در یک مدار بسته است، حداقل طول لولهٔ مستقیم ورودی به پمپ، L (به ویژه برای رتبه ۱)، از رابطهٔ زیر محاسبه شود:

$$L/D = K + 5$$

که در آن D قطر لوله است.

رابطهٔ فوق برای مداری که در فاصلهٔ L در بالادست جریان دارای یک خمیدگی ساده ۹۰ درجه که به تیغه‌های راهنما مجهز نیست، قابل اعمال است. تحت این شرایط در لولهٔ حد فاصل پمپ و زانویی، نیازی به مستقیم کنندهٔ جریان نیست. با این حال، در مدار بسته‌ای که بلافاصله در بالادست پمپ یک حوضچه باز یا یک مخزن ساکن وجود ندارد، باید مطمئن شد که جریان ورودی به پمپ عاری از چرخش ناشی از نصب اتصالات بوده و دارای توزیع سرعت نرمال متقارن است.

با انجام مراحل زیر می‌توان از اغتشاش قابل ملاحظهٔ سیال جلوگیری کرد:

- طراحی دقیق مدار آزمون بالا دست مقطع اندازه‌گیری جریان؛
- استفادهٔ موثر از مستقیم کنندهٔ جریان؛
- اتخاذ روش مناسب در استفاده از انشعاب فشار[1] برای به حداقل رساندن اثرات آنها برروی آزمون.

توصیه می‌شود که از شیر خفگی در لولهٔ مکش استفاده نشود. با وجود این، در صورت اجبار، مثلاً در هنگام آزمون کاویتاسیون، توصیه می‌شود طول لولهٔ مستقیم بین شیر و ورودی پمپ به اندازه ای باشد که از پرشدن کامل لوله توسط مایع و یکنواخت بودن توزیع سرعت و فشار در مقطع اندازه‌گیری ورودی اطمینان حاصل شود. این کار می‌تواند با استفاده از دستگاه مناسب مستقیم کننده جریان و یا لوله مستقیم بلند با طولی حداقل ۱۲ برابر قطر دهانه ورودی پمپ انجام شود.

omoorepeyman.ir

الف-۲ اصول اندازه‌گیری

ارتفاع کل پمپ مطابق تعریف آن در بند ۳-۲-۱۵ محاسبه و به صورت ارتفاع ستون مایع پمپ شده که بیانگر انرژی انتقال یافته توسط پمپ است.

کمیت‌های متعددی که در تعریف ارتفاع کل پمپ در بند ۳-۲-۷ به‌آنها اشاره شد باید به عنوان یک قاعده در مقطع ورودی پمپ S_1 و مقطع خروجی پمپ S_2 (یا در مجموعه پمپ و اتصالاتی که مورد آزمون قرار می‌گیرند) تعیین شوند. در عمل، برای راحتی کار و دقت در اندازه‌گیری، اندازه‌گیری‌ها عموماً در مقاطع $S_{1'}$ و $S_{2'}$ که در آن $S_{1'}$ کمی از S_1 بالادست‌تر و $S_{2'}$ کمی از S_2 پایین‌دست‌تر است صورت می‌گیرد (به شکل الف-۱ مراجعه کنید) . بدین ترتیب باید به تلفات اصطکاکی در لولهٔ H_{J1} بین $S_{1'}$ و S_1 و H_{J2} بین S_2 و $S_{2'}$ (و به احتمال به تلفات موضعی) نیز باید توجه ویژه‌ای کرد و ارتفاع کل را از رابطهٔ زیر بدست آورد:

$$H = H_{2'} - H_{1'} + H_{J1} + H_{J2}$$

که در آن $H_{1'}$ و $H_{2'}$ ارتفاع کل در مقاطع $S_{1'}$ و $S_{2'}$ هستند.

بند الف-۴، مقطع اندازه‌گیری در انواع گوناگون تأسیسات و روش‌های تخمین‌زدن تلفات ارتفاع را توصیف می‌کند.

الف-۳ روش‌های گوناگون اندازه‌گیری

بسته به شرایط نصب پمپ و نحوه قرارگیری مدار، می‌توان ارتفاع کل پمپ را به وسیلهٔ اندازه‌گیری ارتفاع‌های کلی ورودی و خروجی تعیین کرد یا اینکه آنرا از طریق اندازه‌گیری اختلاف فشار ورودی و خروجی و در صورت وجود، با اضافه کردن اختلاف ارتفاع دینامیکی به آن، محاسبه کرد (به شکل الف-۱ مراجعه کنید).

همچنین، ارتفاع‌های کل را می‌توان از اندازه‌گیری‌های فشار در مجراها یا اندازه‌گیری سطح آب در حوضچه‌ها[1] استنتاج کرد. برای چنین مواقعی، شکل‌های الف-۳ و الف-۴، نحوهٔ انتخاب و چیدمان مقطع اندازه‌گیری را ارائه می‌کنند.

الف-۴ پمپی که تحت شرایط استاندارد آزمون می‌شود

الف-۴-۱ مقطع اندازه‌گیری ورودی

هنگامی‌که پمپی تحت شرایط استاندارد مشروح در بند الف-۱ مورد آزمون قرار می‌گیرد، اگرطول لولهٔ ورودی اجازه بدهد، مقطع اندازه‌گیری ورودی باید به فاصله دو برابر قطر بالادست فلنج ورودی پمپ قرار گیرد. در صورت مهیا نبودن چنین طولی (برای نمونه یک دهانه قیفی کوتاه[2]) و در صورت نبود هیچگونه توافق قبلی، طول لولهٔ مستقیم موجود باید چنان تقسیم شود که بتوان بهترین استفاده را از شرایط موجود بخش‌های بالادست و پایین‌دست مقطع اندازه‌گیری کرد (برای مثال نسبت ۲ برای بالا دست به ۱ برای پایین دست).

مقطع اندازه‌گیری ورودی باید در یک مقطع مستقیم‌الخط از لوله با قطر یکسان با فلنج ورودی پمپ و هم محور با آن باشد و به گونه‌ای قرار گرفته باشد که شرایط جریان تا اندازهٔ ممکن به شرایط پیشنهادی بند الف-۱ نزدیک باشد. اگر یک زانویی در فاصلهٔ کمی از بالادست مقطع اندازه‌گیری قرار داشته باشد و اگر تنها

omoorepeyman.ir

یک یا دو انشعاب اندازه‌گیری فشار مورد استفاده قرار گیرد (آزمون‌های رتبه ۲و ۳) ، توصیه می‌شود این انشعاب‌ها عمود بر صفحهٔ زانویی باشند..

برای آزمون‌های رتبه ۲و ۳، اگرنسبت ارتفاع دینامیکی به ارتفاع کل پمپ خیلی پایین باشد (کمتر از ۰/۵ درصد) و اگردانستن ارتفاع کل ورودی مهم نباشد (این مورد دربارهٔ آزمون NPSH صدق نمی‌کند) کافی است که انشعاب اندازه گیری فشار (به بند الف-۴-۳ مراجعه شود) در ورودی فلنج و نه در فاصلهٔ دو برابر بالادست جریان قرار گیرد.

ارتفاع کل ورودی پمپ، از ارتفاع نسبی اندازه‌گیری شده نسبت به ارتفاع نقطه اندازه‌گیری بالای سطح مبنا و نیز از ارتفاع دینامیکی با فرض اینکه یک توزیع سرعت یکنواخت در لوله ورودی حاکم است، به دست می‌آید. خطاهای اندازه‌گیری ارتفاع ورودی پمپ می‌تواند در جریان جزیی ناشی از پیش چرخش اتفاق بیفتد. این خطاها قابل ردیابی و رفع هستند.

الف- اگر پمپ، مکش را از یک حوضچه باز انجام دهد و سطح آب و فشار حاکم در حوضچه ثابت باشند، تلفات ارتفاع بین مخزن و مقطع اندازه‌گیری ورودی، در صورت نبود پیش چرخش[1] مایع، متناسب با مربع گذر جریان است. مقدار ارتفاع کل ورودی نیز باید از این قانون پیروی کند. در گذر جریان‌های پایین، هنگامی‌که اثر پیش چرخش سبب فاصله گرفتن از این قانون می‌شود، مقدار ارتفاع کل ورودی اندازه‌گیری شده باید برای احتساب این اختلاف تصحیح شود. (به شکل الف-۲ مراجعه کنید) .

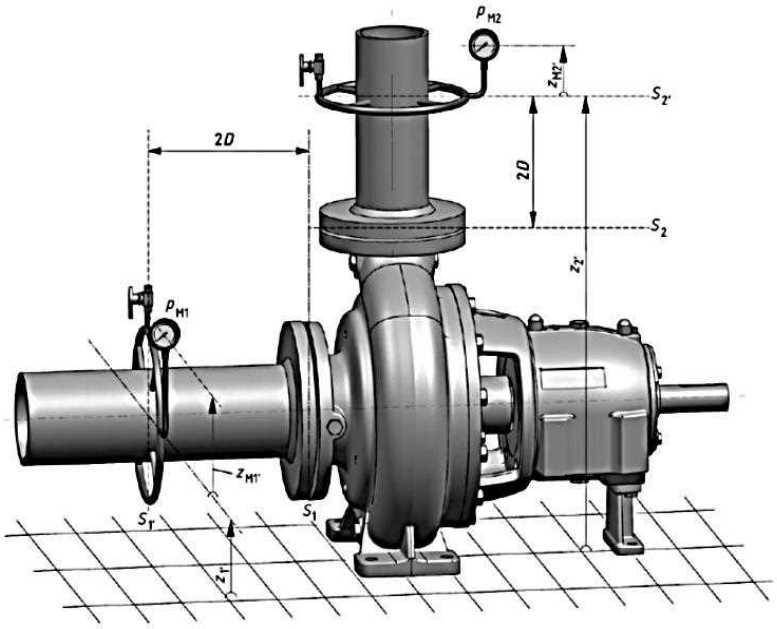
ب- اگر پمپ عمل مکش را از یک حوضچه باز با سطح و ارتفاع ثابت انجام ندهد، باید مقطع اندازه‌گیری دیگری به اندازهٔ کافی بالادست انتخاب شود که در آن پیش چرخش دیده نشود و در اینصورت می‌توان تلفات ارتفاع بین مقاطع را (ولی نه مستقیماً حدود ارتفاع کل ورودی) به طریقی مشابه با آنچه در بالا آمده، حدس زد.

$$H = H_2 - H_1$$

$$H = z_2 - z_1 + \frac{p_2 - p_1}{\rho.g} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} \qquad \text{(الف-۱)}$$

$$H = z_2 - z_1 + z_{M2} - z_{M1} + \frac{p_{M2} - p_{M1}}{\rho.g} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} + H_{J2} + H_{J1} \qquad \text{(الف-۲)}$$

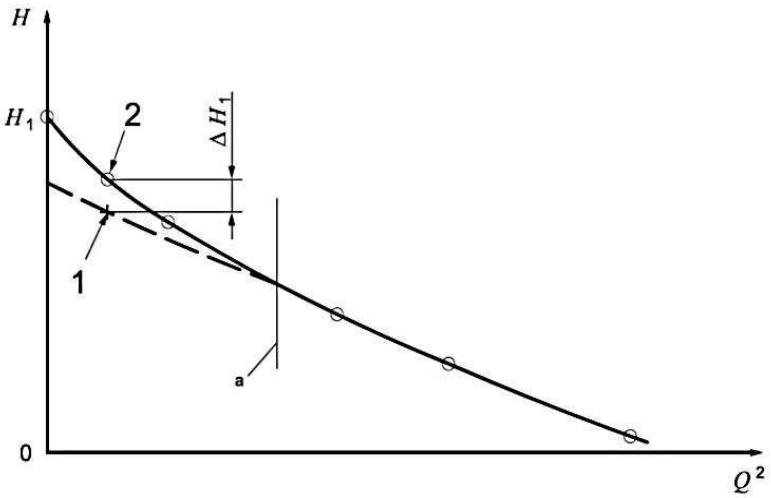
omoorepeyman.ir



راهنما

راهنمایی دراین حالت برای محور افقی $z_1=z_D=z'_1$

شکل الف-۱ نمایش ایزومتری تعیین ارتفاع کل پمپ



راهنما

۱ مقدار واقعی

۲ مقدار H_1 تحت تاثیر پیش چرخش

a بدون پیش چرخش

شکل الف-۲ تصحیح ارتفاع کل ورودی

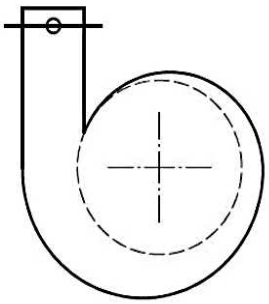
omoorepeyman.ir

الف-۴-۲ محل مقطع اندازه‌گیری خروجی

مقطع اندازه‌گیری خروجی باید در مقطعی مستقیم از لوله، هم محور با فلنج خروجی پمپ و با همان قطر قرار داشته باشد. هنگام استفاده از فقط یک یا دو انشعاب فشار (آزمون رتبه ۲ و ۳) ، توصیه می‌شود محل سوراخ‌های اندازه‌گیری فشار باید عمود بر صفحهٔ حلزونی یا خمیدگی موجود در بدنه پمپ باشند(به شکل الف-۳ مراجعه کنید).

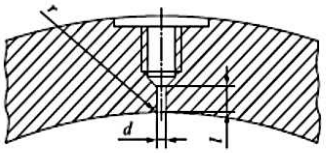
توصیه می‌شود محل مقطع اندازه‌گیری خروجی در فاصله‌ای معادل دو برابر قطر از فلنج خروجی پمپ قرار داشته باشد. در پمپ‌های دارای ارتفاع دینامیکی خروجی کمتر از پنج درصد ارتفاع کل پمپ، می‌توان مقطع اندازه‌گیری خروجی را برای آزمون رتبه ۲ و ۳ در محل فلنج خروجی قرار داد.

ارتفاع کل خروجی پمپ، از ارتفاع نسبی اندازه‌گیری شده نسبت به ارتفاع نقطه اندازه‌گیری بالای سطح مبنا و نیز از ارتفاع دینامیکی با فرض اینکه یک توزیع سرعت یکنواخت در مقطع خروجی پمپ حاکم است، به دست می‌آید. تعیین ارتفاع کل ممکن است به دلیل چرخش جریان که به وسیله پمپ یا سرعت غیرعادی یا توزیع فشار بوجود می‌آید، لطمه ببیند. در این شرایط، انشعاب فشار را می‌توان در فاصلهٔ دورتر در پایین‌دست جریان قرار داد. تلفات ارتفاع بین فلنج خروجی و مقطع اندازه‌گیری باید به حساب آورده شود (به بند الف-۴-۹ مراجعه کنید) .



شکل الف-۳ انشعاب فشار عمود بر صفحهٔ مارپیچ یا صفحهٔ خم

الف-۴-۳ انشعاب فشار



$l \geq 2{,}5\,d$ $r \leq d/10$

که در آن d = ۳ الی ۶ mm یا 1/10 قطر لوله، هرکدام که کوچک تر باشد

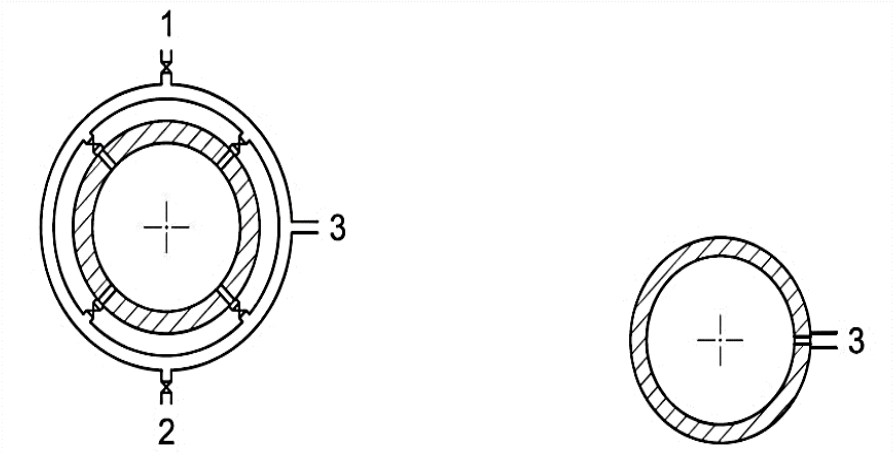
ب) دیواره نازک **الف) دیواره ضخیم**

شکل الف-۴ الزامات انشعاب فشار استاتیک

omoorepeyman.ir

برای آزمون‌های رتبه ۱، لازم است ۴ انشعاب اندازه‌گیری فشار استاتیک که به صورت متقارن در روی محیط هر یک از مقاطع اندازه‌گیری قرار می‌گیرند، مهیا شود. نمونه‌ای از این ترکیب در شکل الف-۵- الف آمده است.

برای آزمون‌های رتبه ۲و۳، معمولاً مهیا ساختن یک انشعاب اندازه‌گیری فشار استاتیک در هر یک از مقاطع اندازه‌گیری کافی است، اما اگر احتمال چرخش یا عدم تقارن جریان وجود داشته باشد، تعداد دو انشعاب یا بیشتر ممکن است لازم باشد (به شکل الف ۵ ب مراجعه کنید) .



الف) رتبه ۱: ۴ انشعاب فشار که توسط یک حلقه چند راهه به هم متصل شده‌اند

ب) رتبه۲و۳: یک انشعاب فشار (یا ۲ انشعاب روبروی هم)

راهنما

۱ هواگیری

۲ تخلیه

۳ اتصال لوله به دستگاه اندازه‌گیری فشار

شکل الف-۵ انشعاب‌های اندازه‌گیری فشار برای رتبه۱، ۲ و۳

به جز در شرایط خاص که موقعیت انشعاب‌های اندازه‌گیری فشار برحسب نحوهٔ قرارگیری اجزای مدار تعیین می‌شود، در دیگر موارد، انشعاب‌های اندازه‌گیری فشار نباید در محل بالاترین نقطه یا پایین‌ترین نقطهٔ سطح مقطع و یا در نزدیکی آنها قرار گیرد.

انشعاب‌های اندازه‌گیری فشار استاتیک باید از الزامات نشان داده شده در شکل الف-۴ تبعیت کنند و باید عاری از هرگونه پلیسه، ناهمگونی سطحی و مجراهای[1] جانبی بوده و بر دیوارهٔ درونی لولهٔ عمود باشند.

قطر انشعاب‌های فشار باید بین سه تا شش میلیمتر یا برابر ۰٫۱ قطر لوله باشد (هرکدام کوچکتر است) طول سوراخ اندازه‌گیری فشار *(l)* نباید از ۲٫۵ برابر قطر آن کمتر باشد.

omoorepeyman.ir

بخش داخلی لولهٔ دارای انشعاب اندازه‌گیری فشار باید تمیز، هموار و در برابر واکنش شیمیایی با سیال پمپ شونده مقاوم باشد. هرگونه پوششی نظیر رنگ موجود روی پوشش داخلی باید دست نخورده باشد. اگر لوله دارای درزجوش طولی باشد، انشعاب اندازه‌گیری فشار باید تا حد امکان دور از جوش قرارگیرد.

هنگام استفاده از چند انشعاب اندازه‌گیری فشار، آن‌ها باید از طریق شیرهای مسدودکننده به یک چندراهه حلقه‌ای متصل شوند که سطح مقطع آن از مجموع سطح مقطع‌های انشعاب‌های اندازه‌گیری فشار کمتر نباشد تا بتوان فشار درهر انشعاب را در صورت نیاز اندازه‌گیری کرد. پیش از هرگونه قرائتی لازم است درشرایط عادی پمپ، فشار در هر یک از انشعاب‌های فشار خوانده شود. اگر یکی از قرائت‌ها اختلافی به اندازهٔ ۰/۵ درصد ارتفاع کل یا بیشتر نسبت به میانگین عددی چهار قرائت داشته باشد یا اگر اختلافی به اندازهٔ بیش از یک برابر ارتفاع دینامیکی در مقطع اندازه‌گیری نشان دهد، علت آن باید مشخص شود و شرایط اندازه‌گیری پیش از آزمون واقعی[1] اصلاح شود.

هنگام استفاده از همان انشعاب‌های اندازه گیری فشار برای اندازه‌گیری *NPSH*، این انحراف نباید از یک درصد مقدار *NPSH* یا یک برابر ارتفاع دینامیکی ورودی بیشتر شود.

قطر داخلی لوله‌هایی که انشعاب‌های اندازه‌گیری فشار را به وسایل میراکننده (به بند ۴-۳-۲ مراجعه کنید) یا ابزارآلات اندازه‌گیری متصل می‌کنند باید حداقل برابر با قطر داخلی انشعاب‌های اندازه‌گیری فشار باشد. سیستم نباید نشتی داشته باشد.

در محل نقاطی که از لوله‌های اتصال که بالاتر قرار گرفته‌اند باید شیر هواگیری فراهم شود تا از حبس شدن حباب‌های هوا در هنگام اندازه‌گیری جلوگیری شود.

در صورت امکان، توصیه می‌شود که از لولهٔ شفاف جهت تعیین وجود هوا در لوله‌ها استفاده شود. در استاندارد ISO 2186 مشخصات لوله‌های اتصال ارائه شده‌اند.

الف-۴-۴ تصحیح اختلاف ارتفاع

تصحیح قرائت فشار p_M برای اختلاف ارتفاع $(z_M - z)$ بین خط مرکز مقطع اندازه‌گیری و سطح مبنای ابزار اندازه‌گیری فشار بایداز رابطه زیر بدست آید.

$$p = p_M + \rho_f g(z_M - z) \qquad \text{(الف-۳)}$$

که در آن ρ_f چگالی سیال موجود در لوله است.

الف-۴-۵ چیدمان‌های آزمون شبیه‌سازی شده

هنگامی که به دلایل ذکر شده در بندهای الف-۱ تا الف-۴-۴، آزمون پمپ‌ها با استفاده از شبیه‌سازی شرایط محل نصب صورت می‌گیرد، این نکته حائز اهمیت است که در ورودی به مدار شبیه‌سازی شده، جریان تا حد امکان عاری از چرخش قابل ملاحظه‌ی ناشی از نصب اتصالات بوده و دارای توزیع سرعت متقارن باشد. تمامی تمهیدات باید برای اطمینان از حصول این شرایط مهیا گردند.

در صورت لزوم، برای رتبه ۱، توزیع جریان ورودی به مدار شبیه‌سازی شده، باید به نصب دقیق لولهٔ پیتو تعیین شود تا اطمینان حاصل شود که مشخصهٔ جریان مورد نیاز وجود دارد. وگرنه با نصب اجزای مناسب

omoorepeyman.ir

نظیر یک مستقیم کنندهٔ جریان که برای تصحیح خطای موجود در جریان مناسب باشد (چرخش یا عدم تقارن)، می‌توان به مشخصهٔ جریان مورد نیاز رسید. مشخصات پراستفاده‌ترین انواع مستقیم کننده‌های جریان را می‌توان در استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۰۱۸پیدا کرد. باید مطمئن شد که شرایط آزمون، تحت تأثیر افت فشار این اجزاء قرار نمی‌گیرد.

الف-۴-۶ پمپ‌هایی که همراه با اتصالات مربوطه آزمون می‌شوند

اگر در قرارداد مشخص شده باشد که آزمون‌های استاندارد باید با ترکیبی از پمپ و بخش‌های (اتصالات) مشخص شده در بندهای زیر انجام شود:

الف)اتصالات بکار رفته در محل نصب نهایی؛ یا

ب) رعایت دقیق شرایط بهره‌برداری در محل نصب؛ یا

پ) اتصالاتی که برای آزمون معرفی شده و به عنوان بخش‌هایی از خود پمپ فرض می‌شوند.

اندازه‌گیری‌ها باید مطابق بند الف-۱ انجام شود.

اگر آزمون روی پمپ به همراه تمامی یا بخشی از اتصالات بالادستی و پایین‌دستی آن انجام شود، با احتساب این بخش‌ها به عنوان بخش‌های یکپارچه با پمپ، مقررات بند الف-۱ به جای فلنج‌های ورودی و خروجی پمپ برای فلنج‌های ورودی و خروجی اتصالات بکار می‌روند. این روش کلیهٔ تلفات ارتفاع را که به وسیلهٔ اتصالات بوجود می‌آیند به حساب پمپ می‌گذارد.

با این وجود اگر ضمانت تنها بر عملکرد پمپ تعهد کند، تلفات اصطکاکی ارتفاع و احتمالاً تلفات محلی اصطکاک بین مقطع اندازه‌گیری ارتفاع کل ورودی و فلنج ورودی ، H_{J1}، و بین فلنج خروجی و مقطع اندازه‌گیری ارتفاع کل خروجی ، H_{J2}، باید مطابق روش تشریح شده در بند الف-۴-۹ تعیین شود و در محاسبهٔ ارتفاع کل پمپ به حساب آورده شود.

الف-۴-۷ نصب پمپ در شرایط غوطه‌وری

وقتی یک پمپ یا ترکیبی از پمپ و اتصالات آن در شرایطی نصب یا آزمون شود که ساخت اتصالات اندازه‌گیری استاندارد، همانطور که در بند الف-۱ شرح داده شده، بخاطر عدم دسترسی یا غوطه‌ور بودن انجام‌پذیر نباشد، اندازه‌گیری باید بر طبق الزامات زیر انجام شود.

پمپ‌هایی از این دست را نمی‌توان مطابق بند الف-۱ در مدارهای استاندارد آزمون کرد؛ شرایط نصب آنها در شکل الف-۶ نشان داده شده است.

ارتفاع کل ورودی معادل حاصل‌جمع ارتفاع سطح آزاد مایعی که پمپ، مکش را از آن انجام می‌دهد نسبت به سطح مبنا، بعلاوه ارتفاع معادل فشار نسبی وارده بر این سطح است.

بسته به شرایط، می‌توان ارتفاع کل خروجی را به وسیلهٔ اندازه‌گیری فشار در لولهٔ خروجی تعیین کرد (به بند الف-۴-۲ مراجعه شود) یا اگر پمپ عمل تخلیه را به داخل یک حوضچه باز انجام می‌دهد، به وسیله اندازه‌گیری سطح سیال در این حوضچه محاسبه کرد. در این شرایط، و با این شرط که مایع واقعاً در نزدیکی نقطهٔ اندازه‌گیری حالت سکون داشته باشد، ارتفاع خروجی برابر است با ارتفاع سطح آزاد مایعی که پمپ عمل تخلیه را به درون آن انجام می‌دهد، نسبت به سطح مبنا بعلاوهٔ ارتفاع معادل فشار نسبی وارد بر این سطح.

omoorepeyman.ir

این روش تمامی تلفات ارتفاع را که در بین مقاطع اندازه‌گیری بوجود می‌آید، در عملکرد پمپ لحاظ می‌کند. در صورت لزوم، تلفات اصطکاکی ارتفاع بین مقطع اندازه‌گیری و حدود قراردادی پمپ را می‌توان مطابق روش تشریح شده در بند الف-۴-۹ تعیین کرد. تلفات محلی ارتفاع ناشی از مدار و اتصالات گوناگون (فیلتر ورودی، شیر یکطرفه، زانویی تخلیه[۱]، شیر، انبساط دهنده‌ها [۲] و غیره) باید حتی‌الامکان در زمان نوشتن قرارداد توسط طرفی که این اتصالات را فراهم می‌کند تعیین گردند. اگر چنین امری غیرممکن به نظر می‌رسد، خریدار و تولیدکننده باید در مورد مقداری قابل قبول پیش از آزمون پذیرش توافق کنند.

با توجه به اینکه پمپ‌های چاه عمیق[۳] (به شکل الف-۶ الف مراجعه کنید) معمولاً با تمامی لوله‌های عمودیشان مورد آزمون قرار نمی‌گیرند (مگر در شرایطی که آزمون پذیرش در محل نصب صورت گیرد) لازم است تلفات اصطکاکی ارتفاع در بخش‌های حذف شده، تخمین زده شود و توسط تولیدکننده برای خریدار تعیین شود. اگر لازم باشد که خواص تعیین شده از طریق آزمون در محل نصب تحقیق شود، این مورد باید از پیش در قرارداد قید شده باشد.

برای آزمون پمپ‌هایی از این دست، ممکن است ضمانت شامل اتصالات نیز باشد.

$$H_1 = z_{1'} + \frac{p_{M1}}{\rho g} + \frac{\rho_{f1}}{\rho}(z_{M1} - z_{1'}) \qquad \text{(الف- ۴)}$$

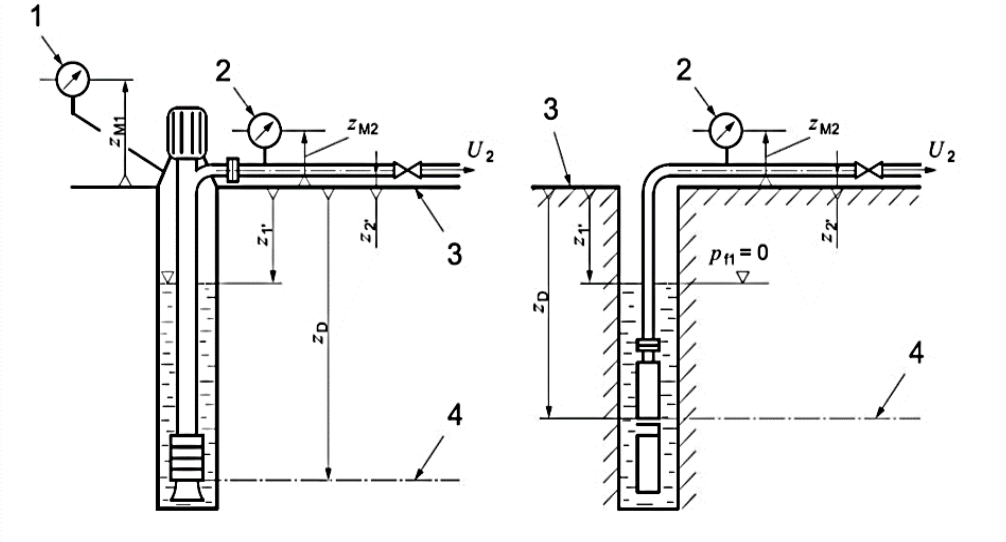
$$H_2 = z_{2'} + \frac{p_{M2}}{\rho g} + \frac{\rho_{f2}}{\rho}(z_{M2} - z_{2'}) + U_2^2/2g \qquad \text{(الف- ۵)}$$

یادآوری- پمپ‌های چاه عمیق و درون لوله ای[۴]، معمولاً نمی‌توانند به همراه تمام طول لوله خروجی آزمون شوند و بنابراین افت ارتفاع در این قسمت و توان جذب شده توسط محور و غلاف (یاتاقان بندی سیستم انتقال قدرت) در آن نمی‌تواند اندازه‌گیری شود. همچنین در طول آزمون، در مقایسه با وضعیت نهایی نصب، به یاتاقان‌های کف گرد، نیروی کمتری وارد می‌شود.

الف-۴-۸ پمپ‌های خودمکش[۵]

اصولاً، قابلیت مکش این نوع پمپ‌ها در شرایطی که لوله‌کشی ورودی پمپ معادل با وضعیت نهایی نصب است و ارتفاع استاتیکی مکش برابر با مقدار قید شده در قرارداد است، تحت بررسی قرار می‌گیرد. اگرانجام آزمون بدین نحو مقدور نباشد، مدار آزمونی که برای آزمون باید بکار رود، باید در قرارداد مشخص شود.

omoorepeyman.ir



راهنما

۱ قرائت فشار p_{M1}

۲ قرائت فشار p_{M2}

۳ سطح مبنا

۴ سطح مبنای $NPSH$

$$H_1 = z_{1'}$$

$$H_2 = z_{2'} + \frac{p_{M2}}{\rho g} + \frac{\rho_{f2}}{\rho}(z_{M2} - z_{2'}) + \frac{U_2^2}{2g}$$

شکل الف-۶ اندازه‌گیری ارتفاع کل پمپ H برای انواع مختلف پمپ‌های غوطه‌ور

الف-۴-۹ تلفات اصطکاکی در ورودی و خروجی

ضمانت‌های موجود در بند ۴-۴ مربوط به فلنج‌های ورودی و خروجی پمپ هستند و نقاط اندازه‌گیری فشار عموماً از این فلنج‌ها فاصله دارند (به بند الف-۱ تا الف-۴-۷ مراجعه کنید). در اینصورت لازم است که مقادیر تلفات اصطکاکی ارتفاع (H_{J1} و H_{J2}) بوجود آمده بین نقاط اندازه‌گیری و فلنج‌های پمپ به ارتفاع کل اندازه‌گیری شدهٔ پمپ اضافه شود.

چنین تصحیحی تنها زمانی انجام می‌شود که

برای رتبه ۲ و ۳ یا $H_{J1} + H_{J2} \geq 0{,}005H$

برای رتبه ۱ $H_{J1} + H_{J2} \geq 0{,}002H$

omoorepeyman.ir

اگر لولهٔ بین نقاط اندازه‌گیری و فلنج‌ها، بدون مانع و گرفتگی[1]، مستقیم، دارای سطح مقطع مدور ثابت و طول L باشد:

$$H_J = \lambda \frac{L}{D} \frac{U^2}{2g} \qquad \text{(الف-۶)}$$

مقدار λ از فرمول مقابل محاسبه می‌شود:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log_{10}\left[\frac{2,51}{\mathrm{Re}\sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,7D}\right] \qquad \text{(الف-۷)}$$

که در آن:

K زبری یکنواخت معادل لوله؛

D قطر لوله؛

$\frac{K}{D}$ زبری نسبی (عدد بدون واحد) است.

جدول الف- ۱ زبری یکنواخت معادل k برای لوله‌ها

جنس لوله‌های تجاری (نو)*	زبری یکنواخت معادل k سطح (mm)
شیشه، برنج کشیده شده، مس یا سرب	صاف
فولاد	۰/۰۵
چدن قیراندود	۰/۱۲
آهن گالوانیزه	۰/۱۵
چدن	۰/۲۵
بتن	۰/۳۰ تا ۳/۰
فولاد پرچ شده آجدار	۱/۰ تا ۱۰/۰
* –New	

اگر لوله بدون مانع و گرفتگی، مستقیم و دارای سطح مقطع مدور ثابت نباشد، ضریب تصحیح قابل انجام باید قبلاً مورد توافق قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

پیوست ب– چیدمان آزمون NSPH (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد)

ب-۱ کلیات

آزمون‌هایی که در بند ۵-۸-۲ تشریح شد را می‌توان با هر یک از روش‌های تعیین شده در جدول ۱۰ و با هر یک از تأسیسات معرفی شده در بندهای زیر به انجام رساند.

می‌توان دو پارامتر کنترل را تغییر داد به گونه‌ای که گذر جریان در طی یک آزمون ثابت بماند، اما این کار معمولاً دشوارتر خواهدبود.

ب-۲ مشخصه‌های مدار

مدار باید بگونه‌ای باشد که هنگام پدید آمدن کاویتاسیون در پمپ، کاویتاسیون در محل‌های دیگر به مقداری ایجاد نشود که بر پایداری یا کارکرد رضایتبخش تأسیسات یا اندازه‌گیری عملکرد پمپ تأثیر بگذارد.

باید مطمئن شد که کاویتاسیون و حباب‌ها و گاز جدا شده‌ای که توسط کاویتاسیون در پمپ بوجود می‌آید، بر عملکرد ابزارآلات ، به ویژه وسایل اندازه‌گیری جریان تاثیر نگذارد.

در هر صورت اگر شرایط اندازه‌گیری حاکم بر وسایل و ادوات آزمون کاویتاسیون با شرایط اندازه‌گیری حاکم برای تعیین منحنی راندمان یکی باشد یا نباشد، باید از شرایط تعیین شده در بندهای الف-۱ و ۵-۸ تبعیت شود.

انواع تأسیسات موصوف در بند ب-۵ ممکن است ایجاب کند که جهت جلوگیری از کاویتاسیون (که می‌تواند در نتایج تأثیر بگذارد) شیرهای تنظیم کننده در ورودی و خروجی آنها بکار رود.

بعضی مواقع با استفاده از دو یا چند وسیلهٔ خفگی که به صورت سری به هم متصل شده‌اند یا با تعبیه شیر خفگی به گونه‌ای که سیال خروجی از آن به یک مخزن بسته یا یک مخزن با سطح مقطع بزرگ که حایل بین شیر خفگی و ورودی پمپ است تخلیه شود می‌توان از کاویتاسیون در جریان موجود در شیر خفگی جلوگیری کرد. ممکن است در این شرایط، بویژه وقتیکه $NPSH$ پایین است، به تیغه‌ها[1] و وسایل خارج کردن هوا از مخزن نیاز باشد.

هنگامیکه یک شیر خفگی نیمه بسته است، لازم است از پر بودن لوله و یکنواخت بودن توزیع سرعت و فشار در مقطع اندازه‌گیری ورودی مطمئن شد. این مهم از طریق استفاده از یک وسیلهٔ مستقیم‌کنندهٔ جریان مناسب یا یک لولهٔ مستقیم بلند با طولی حداقل ۱۲ برابر قطر دهانه ورودی پمپ حاصل می‌آید.

ب-۳ خواص مایع آزمون

تا حد امکان باید پیش از آزمون، گاز آزاد از درون مایع خارج شود. در مواقعی که لازم است از گاز زدایی سیال در هر یک از بخش‌های پمپ اجتناب شود، توصیه می‌شود آب موجود در مدار، فوق اشباع نشود.

omoorepeyman.ir

ب-۴ تعیین فشار بخار

فشار بخار مایع آزمون که وارد پمپ می‌شود باید با عدم قطعیت مناسب مطابق با جدول ۳ تعیین شود. اگر فشار بخار از داده‌های استاندارد و اندازه‌گیری دمای مایع ورودی به پمپ بدست آید، باید دقت لازم برای اندازه‌گیری دما اعلام شود.

منبع داده‌های استاندارد بکار رفته باید مورد توافق خریدار و تولیدکننده قرار گیرد.

بخش فعال پروب اندازه‌گیری دما نباید کمتر از یک هشتم قطر لولهٔ ورودی، داخل لوله شده باشد. اگر غوطه‌وری المان[1] اندازه‌گیری دما در جریان ورودی کمتر از آن مقداری باشد که توسط سازندهٔ ابزار اندازه‌گیری لازم دانسته شده، کالیبراسیون در عمق غوطه‌وری، مورد نیاز است.

باید مطمئن شد تا پروب‌های اندازه‌گیری دمایی که درون لولهٔ ورودی پمپ قرار می‌گیرند، تأثیری بر اندازه‌گیری فشار ورودی نمی‌گذارند.

ب-۵ انواع تأسیسات

ب-۵-۱ چیدمان مدار بسته

پمپ در یک حلقه بسته نصب شده است که در آن با تغییر دادن فشار، سطح مایع یا دما، *NPSH* بدون تأثیرگذاشتن بر ارتفاع پمپ و گذر جریان تا وقوع کاویتاسیون در پمپ تغییر می‌کند. برای سرمایش و گرمایش مایع درون مدار بسته جهت ثابت نگه‌داشتن دمای مورد نیاز، احتیاج به مدارهایی است، همچنین استفاده از یک مخزن جدایش گاز ضروری بنظر می‌رسد. (برای مثال شکل ب-۱ را ببینید)

لازم است یک مدارگردش مایع جهت جلوگیری از بوجود آمدن اختلاف دمای غیر مجاز در مخزن آزمون مهیا شود.

مخزن باید دارای چنان طراحی و اندازه‌ای باشد که از اختلاط گاز در جریان ورودی پمپ جلوگیری کند. به علاوه، در صورت گذشتن سرعت متوسط از ۰/۲۵ متر بر ثانیه قراردادن شبکه‌های آرام‌کننده جریان[2] در مخزن ضروری است.

یادآوری- تزریق آب سرد روی سطح آزاد مایع و خارج کردن آب گرم شده می‌تواند جایگزین سرمایش از طریق سیم‌پیچ شود.

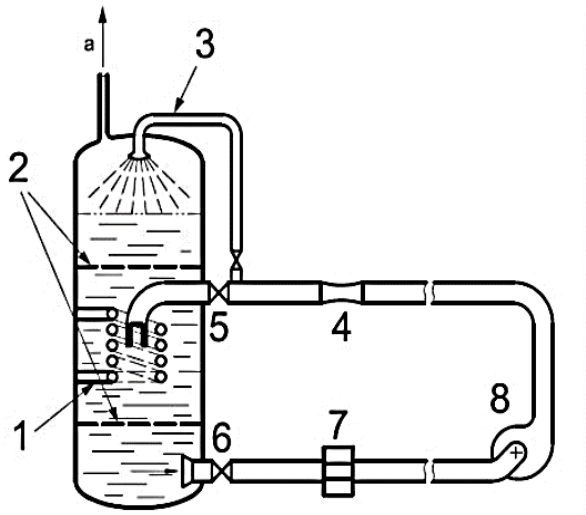
ب-۵-۲ حوضچهٔ باز با کنترل سطح مایع

پمپ، مایع را از طریق لوله مکش بدون مانع، از حوضچه‌ای که سطح آزاد مایع در آن قابل تنظیم است، مکش می‌کند (به شکل الف-۲ مراجعه کنید).

ب-۵-۳ حوضچهٔ باز با شیر خفگی

فشار مایع ورودی به پمپ توسط شیر خفگی که در پایین‌ترین سطح ممکن روی لوله ورودی نصب شده، تنظیم می‌شود (به شکل الف-۳ مراجعه کنید).

omoorepeyman.ir



راهنما:

۱ لوله‌های گرمایش و سرمایش

۲ شبکه آرام کننده جریان

۳ نازل پاشش برای هوازدایی از مایع

۴ گذرسنج

۵ شیر کنترل جریان

۶ شیر جداکننده

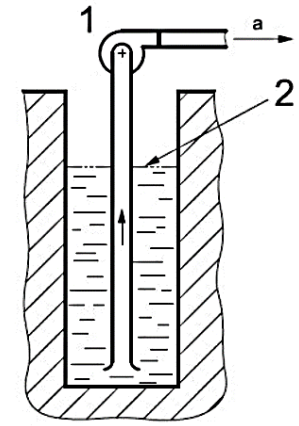
۷ محل اندازه‌گیری محتویات گازی

۸ پمپ آزمون

a به سمت خلاء یا کنترل فشار

شکل ب-۱ آزمون‌های کاویتاسیون- تغییر $NPSH$ از طریق یک حلقه بسته که فشار یا دما را کنترل می‌کند

omoorepeyman.ir



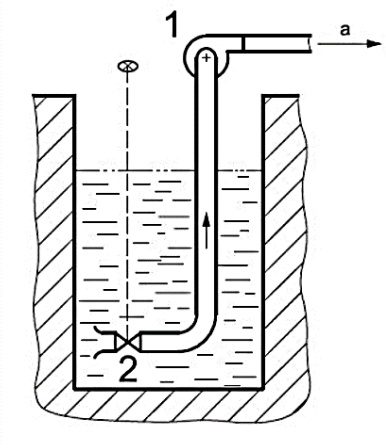
راهنما:

۱ پمپ آزمون

۲ سطح قابل تنظیم آب

a به سمت شیر کنترل جریان و گذرسنج

شکل ب-۲ آزمون‌های کاویتاسیون- تغییر *NPSH* از طریق کنترل سطح مایع در حوضچهٔ ورودی پمپ



راهنما:

۱ پمپ آزمون

۲ شیر کنترل فشار ورودی

a به سمت شیر کنترل جریان و گذرسنج

شکل ب-۳ آزمون‌های کاویتاسیون - تغییر *NPSH* به وسیلهٔ یک شیر کنترل فشار ورودی

omoorepeyman.ir

پیوست پ– فواصل زمانی کالیبراسیون (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد)

omoorepeyman.ir

فواصل زمانی کالیبراسیون تجهیزات به نحوه استفاده و طراحی دستگاه‌ها بستگی دارد. جدول پ-۱ براساس تجربه کاربری عمومی تجهیزات تنظیم شده است. اگر داده‌های ثبت شده از طولانی‌تر شدن فواصل کالیبراسیون پشتیبانی کند، باید مورد توافق همه طرفین باشد. اگر تجهیزی صدمه فیزیکی ببیند یا بیش بار شود، باید پیش از استفاده کالیبره شود.

جدول پ-۱ فواصل زمانی کالیبراسیون ابزار آلات (برحسب سال)

تجهیزات	دوره تناوب	تجهیزات	دوره تناوب
گذر جریان		**توان**	
مخزن توزین	۱	دینامومتر	۰٫۵
مخزن حجمی	۱۰	گشتاور سنج	۱
ونتوری، نازل، اریفیس، سرریز	[a]	موتور کالیبره شده	NR[C]
توربین	1	وات متر	۱
الکترومغناطیسی	1[b]	چرخدنده	۱۰
فوق صوت	۰٫۵	**ارتفاع**	
جریان سنج[۲]	۲	لوله بوردون[۱]	۰٫۳۳
سرعت پمپ		مانومتر وزنی	NR
تاکومتر	۳	مانومتر	NR
الکترونیک (دندانه ای)	NR[C]	ترانسدیوسر	۰٫۳۳
وسایل پاسخ بسامدی		**دما**	
مغناطیسی	۱۰		
نوری	۱۰	الکترونیکی	۲
استروبوسکوپ	۵	جیوه ای	۵

[a] نیازی به کالیبراسیون ندارد مگر در صورت تغییر ابعادی قابل ملاحظه و تردید برانگیز.
[b] ثانویه (پردازنده الکترونیکی). توصیه می‌شود بخش اولیه هر پنج سال یکبار کالیبره شود.
[c] مگر در موارد عیب الکترونیکی یا مکانیکی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

ت-۱ دستگاه اندازه‌گیری ارتفاع

ت-۱-۱ کلیات

سازمان انجام دهنده آزمون مسئول انتخاب تجهیزات اندازه‌گیری است. توصیه می‌شود کلیه تجهیزات اندازه‌گیری انتخاب شده الزامات عدم قطعیت مشخص شده در بند ۴-۳ را برآورده کرده و در فواصل بیان شده در پیوست پ کالیبره شود. روش‌ها و تجهیزات مورد قبول برای اندازه‌گیری مقادیر مورد نظر در آزمون عملکرد در ادامه فهرست شده است.

ت-۱-۲ فشارسنج فنری

این نوع فشارسنج، از تغییر شکل مکانیکی یک حلقه میله‌ای، صفحه‌ای یا مارپیچ (مانومتر مدرج بوردون) و یا یک غشا[1] جهت تعیین فشار استفاده می‌کند.

اگر از این نوع وسایل برای اندازه‌گیری فشار در ورودی یا خروجی استفاده شود، توصیه می‌شود که:

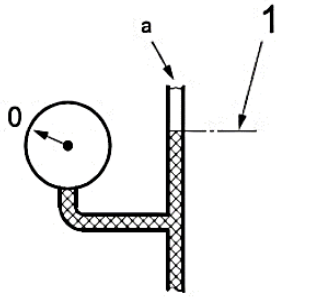
الف) هر دستگاهی در محدودهٔ اندازه‌گیری بهینه مورد استفاده قرارگیرد (بیش از ۴۰ درصد از کل محدوده درجه‌بندی)؛

ب) فاصلهٔ بین دو درجهٔ اندازه‌گیری متوالی بین۱/۵ تا ۳ میلیمتر باشد؛

پ) چنین تقسیماتی به پنج درصد ارتفاع کل پمپ مربوط می‌شوند.

کالیبراسیون این دستگاه اندازه‌گیری باید مرتباً کنترل شود.

شکل ت- ۱ مداری برای تعیین سطح مبنای فشارسنج فنری را نشان می‌دهد.



راهنما

۱ سطح مبنای مانومتر

a در معرض آتمسفر

شکل ت- ۱ مداری جهت تعیین سطح مبنای فشارسنج فنری

omoorepeyman.ir

پیوست ت– تجهیزات اندازه‌گیری (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد)

omoorepeyman.ir

ت-۱-۳ مبدل فشار الکترونیک

انواع گوناگونی از وسایل فشارسنج وجود دارند که به صورت مطلق یا تفاضلی، بر پایهٔ تغییرات خواص الکتریکی و یا مکانیکی گوناگون، به اندازه‌گیری فشار می‌پردازند. از این وسایل می‌توان برحسب دقت، تکرارپذیری و قابلیت اطمینان مورد نیاز استفاده کرد. وسیلهٔ اندازه‌گیری در محدودهٔ بهینهٔ اندازه‌گیری خود مورد استفاده قرار می‌گیرد و به همراه تجهیزات الکتریکی مربوطه، از طریق مقایسه با یک وسیلهٔ فشاری دقیق‌تر و مطمئن‌تر کالیبره می‌شوند.

ت-۲ اندازه‌گیری سرعت دورانی

در صورت امکان، سرعت دورانی را می‌توان با شمارش تعداد دوران‌ها در یک بازهٔ زمانی، از طریق یک سرعت‌سنج بدون واسطه[1] یا به وسیلهٔ یک تناوب دهنده یا دینام تاکومتریک، یا از طریق یک شمارشگر نوری، یا مغناطیسی یا به وسیلهٔ یک استروبوسکوپ اندازه‌گیری کرد.

اگرسرعت دورانی را نتوان مستقیماً اندازه‌گیری کرد (مثلاً در پمپ‌های غوطه‌ور) ، معمولاً کافی است که بسامد شبکه و ولتاژ را کنترل کرد. بعلاوه سرعت را می‌توان با اندازه‌گیری بسامد ارتعاش بدست آورد.

در پمپ‌هایی که با موتور .a.c کار می‌کنند، سرعت دورانی را می‌توان از بسامد تغذیه الکتریکی و داده‌های لغزش موتور تخمین زد.

ت-۳ اندازه‌گیری گذر جریان

ت-۳-۱ کلیات

از هر سامانه ای می‌توان برای اندازه‌گیری گذرجریان پمپ استفاده کرد، به شرطی که:

الف) سیالی که از پمپ عبور می‌کند از این تجهیز عبور کند، و؛

ب) بتوان نشان داد که این وسیله الزامات جدول ۳ و۵ و پیوست پ را برآورده کند.

لوله کشی جریان بالادست باید مستقیم بوده و هم اندازه جریان سنج باشد و طول آن حداقل ۱۰ برابر قطر لوله باشد. لوله کشی پایین دست نیز الزامات مشابه ای دارد بجز آن که طول آن می‌تواند ۵ برابر قطر لوله باشد. طول از فلنج تا فلنج اندازه‌گیری می‌شود.

ت-۳-۲ اندازه‌گیری با روش توزین

استاندارد ISO 4185 تمامی اطلاعات لازم را برای اندازه‌گیری گذر جریان مایعات به روش توزین را ارائه می‌دهد.

روش توزین که در آن تنها مقدار میانگین گذر جریان در طی زمانی‌که طول می‌کشد تا مخزن پر شود، ارائه می‌کند، می‌توان به عنوان دقیق‌ترین روش اندازه‌گیری گذر جریان به حساب آورد. این روش، اصولاً برای کالیبره کردن سایر گذرسنج‌ها استفاده می‌شود.

ت-۳-۳ روش حجمی

استاندارد ISO 8316 تمامی اطلاعات لازم جهت اندازه‌گیری گذر جریان به روش حجمی را ارائه می‌دهد.

omoorepeyman.ir

روش حجمی به دقت روش توزین وزنی نزدیک است و مشابهاً، تنها مقدار میانگین گذر جریان در طی زمان لازم برای پرشدن گذرجریان اندازه‌گیری را ارائه می‌دهد.

ت-۳-۴ روش استفاده از وسایل اندازه‌گیری فشار تفاضلی

در مورد ساختار، نصب و بکارگیری صفحات اریفیس، نازل‌ها و لوله‌های ونتوری در استاندارد ISO 5167-1 بحث، و در استاندارد ISO 2186 مشخصه‌های لوله‌های متصله به مانومتر داده شده است. صفحه‌های اریفیس موضوع استاندارد ISO 5167-2، نازل‌ها و نازل‌های ونتوری برای ISO 5167-3 و لوله‌های پیتو استاندارد ISO 5167-4 هستند

مهم- توصیه می‌شود توجه ویژه‌ای به کوتاهترین لوله مستقیمی که می‌توان به بالادست وسایل اندازه‌گیری فشار تفاضلی متصل کرد، شود. چنین مواردی برای حالت‌های گوناگون لوله‌کشی در استاندارد ISO 5167-1 ارائه شده است. اگر لازم باشد وسیلهٔ اختلاف فشاری در پایین دست جریان پمپ قرار گیرد (که در جداول به آن اشاره‌ای نشده باشد) ؛ برای مقاصد این استاندارد می‌توان چنین تصور کرد که اغتشاش ناشی از حلزونی و یا آخرین طبقه پمپ چند طبقه یا دهانه خروجی این پمپ معادل یک خمیدگی ۹۰ درجه که در گذر جریان اغتشاش بوجود می‌آورد.

باید خاطر نشان کرد که قطر لوله و عدد رینولدز برای هر نوع وسیلهٔ اندازه‌گیری فشار تفاضلی باید در محدودهٔ تعیین شده در استاندارد ISO 5167-1 قرار گیرد.

باید اطمینان حاصل کرد که دستگاه‌های اندازه‌گیری جریان دچار کاویتاسیون یا خروج گاز از مایع که ممکن است برای مثال در یک شیر کنترل اتفاق بیفتد، نشوند. وجود هوا را می‌توان با تعبیه سوراخ‌های تخلیه هوا روی دستگاه اندازه‌گیری مشاهده کرد.

باید بتوان فشارسنج تفاضلی را از طریق مقایسه با دیگر وسایل اندازه‌گیری کنترل کرد.

اگر تمامی الزامات استانداردهای مرتبط رعایت شود، می‌توان ضرایب تخلیهٔ[1] ارائه شده در این استانداردها را بدون کالیبراسیون مورد استفاده قرار داد.

ت-۳-۵ سرریزهای صفحه نازک[2]

مشخصات ساخت، نصب و بکارگیری سرریزهای صفحه نازک مثلثی یا مستطیلی در استاندارد ISO 1438 ارائه شده است و استاندارد ISO 3846 وسیلهٔ اندازه‌گیری سطح مایع را تعیین می‌کند.

مهم- باید توجه ویژه‌ای به حساسیت زیاد این دستگاه‌ها به شرایط جریان بالادست و همچنین پیشگویی مسیر کانال داشت.

برای بکارگیری این استاندارد، کوچکترین تقسیم‌بندی درجهٔ اندازه‌گیری برای ابزارهای بکار رفته، جهت اندازه‌گیری ارتفاع در محل سرریز، نباید از تقسیم‌بندی متناظر با ۱/۵ درصد گذر جریان مورد اندازه‌گیری بیشتر باشد.

omoorepeyman.ir

ت-۳-۶ روش‌های اندازه‌گیری سرعت در مقطع جریان

این روش‌ها، موضوع بحث استاندارد ملی ایران به شماره ۹۶۷۹ و استانداردهای ISO 3354 و ISO 748 است که در مورد اندازه‌گیری خروجی در مجراهای بسته به وسیلهٔ جریان‌سنج‌ها و لوله‌های پیتوت استاتیک بحث می‌کنند. این استانداردها تمامی مشخصات مربوط به شرایط استفاده، انتخاب و کارکرد دستگاه‌ها، اندازه‌گیری سرعت‌های موضعی و محاسبهٔ گذر جریان به وسیلهٔ انتگرال‌گیری توزیع سرعت را ارائه می‌دهد.

پیچیدگی این روش‌ها، استفاده از آنها را در آزمون پمپ‌های رتبه ۲ و ۳ توجیه نمی‌کند، بلکه در بعضی مواقع این روش‌ها تنها روش‌هایی هستند که می‌توان هنگام آزمون پمپ‌های رتبه ۱ با گذر جریان‌های بالا مورد استفاده قرار داد.

بهتر است، بجز در لوله‌های خیلی بلند، مقطع اندازه‌گیری در بالا دست پمپ قرار گیرد تا از اغتشاش فراوان یا چرخش بسیار جریان جلوگیری شود.

ت-۳-۷ روش الکترومغناطیس

الزامات جریان سنج الکترومغناطیس باید مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۸۹۴۹ و استانداردهای ISO9104 و ISO 9213 باشد.

جریان سنج الکترومغناطیس برای اندازه‌گیری گذرجریان سیالی که‌هادی الکتریسیته باشد بکار می‌رود، چه دارای ذرات جامد باشد یا نباشد. برخلاف اغلب روش‌های اندازه‌گیری گذرجریان، این تجهیزات فاقد قطعات متحرک است، بنابراین می‌تواند چنان ساخته شود که تقریبا هر فشاری را بدون نشتی تحمل کند و با پوشش مناسب هر نوع سیالی را عبور دهد. از نظر اینکه افت فشار در عبور از جریان سنج بیشتر از لوله ای با همان طول نیست، مورد توجه است.

برای بیشترین قابلیت اطمینان اندازه‌گیری جریان، توصیه می‌شود جریان سنج به ترتیبی در سامانه لوله کشی نصب شود که همواره پر از سیال باشد. اگر بخشی از لوله پر باشد نتایج قرائت شده صحیح نخواهد بود.

جریان سنج الکترومغناطیسی نمی‌تواند گاز داخل سیال را تشخیص دهد، بنابراین، حباب‌های گاز منجر به عدم دقت جریان سنج می‌شود. اگر دقت در گذرجریان سیال مورد نظر باشد باید به محدود کردن حباب‌های گاز توجه شود.

این نوع گذرسنج در بهترین شرایط، برای سرعت‌های بیش از ۰٫۵ m/s می‌تواند دقتی از ٪۰٫۲۵± تا ٪۱/۰± نرخ گذرجریان داشته باشد. در سرعت‌های پایین‌تر ، خطاهای اندازه‌گیری افزایش می‌یابد، اما قرائت‌ها تکرارپذیر خواهد بود.

ت-۳-۸ روش اولتراسونیک

الزامات جریان سنج اولتراسونیک باید مطابق استاندارد ISO 6416 باشد.

جریان سنج اولتراسونیک حساسیت زیادی به توزیع سرعت دارد و باید در شرایط واقعی عملکرد کالیبره شود.

ت-۳-۹ ردیابی و روش‌های دیگر

این روش‌ها که برای اندازه‌گیری گذر جریان در لوله‌ها بکار می‌روند، موضوع بحث تمام قسمت‌های استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۵۰۹ است که بخش‌های گوناگون آن موضوعاتی چون روش‌های رقیق‌سازی (تزریق

omoorepeyman.ir

ثابت) و روش زمان‌گذر را مورد بحث قرار می‌دهند. در این روش‌ها ردیاب‌های رادیواکتیو یا شیمیایی را بکار می‌گیرند.

برخی دستگاه‌ها چون توربین‌ها، گذرسنج‌های سطح مقطع متغیر[1] یا گردابه‌ای[2] را می‌توان به این شرط که قبلاً به وسیلهٔ روش‌های اولیه مشروح در این پیوست کالیبره شده باشند بکار برد. در صورت نصب دایمی آنها برروی یک وسیلهٔ آزمون باید امکان ارزیابی دوره‌ای کالیبراسیون آنها مورد توجه قرار گیرد.

عمل کالیبراسیون باید روی کل گذرسنج و سیستم اندازه‌گیری مرتبطش انجام شود. کالیبره کردن معمولاً باید تحت شرایط کارکرد واقعی (ارتفاع، دما، کیفیت آب و غیره) حکمفرما در طول آزمون انجام شود. باید از اینکه گذرسنج در خلال آزمون تحت تاثیر کاویتاسیون قرار نگیرد، مطمئن شد.

مانند روش اندازه‌گیری سرعت در مقطع جریان، روش ردیابی نیز فقط برای رتبه ۱ بکار می‌رود.

مهم- توصیه می‌شود روش ردیابی تنها به وسیله کارکنان متخصص بکار گرفته شوند و باید توجه شود که استفاده از ردیاب‌های رادیواکتیو موضوع بسیار بحث برانگیزی است.

ت-۴ اندازه‌گیری توان ورودی پمپ

ت-۴-۱ کلیات

توان ورودی پمپ را باید ازطریق دینامومترها، گشتاورسنج‌ها، موتورهای کالیبره شده و وات مترهای یا دیگر تجهیزاتی که بتوانند الزامات جدول ۵ و پیوست پ را برآورده کنند، تعیین کرد.

اگراز توان ورودی به یک موتور الکتریکی متصل به یک جعبه دنده، یا از سرعت دورانی و گشتاور اندازه‌گیری شده توسط یک گشتاورسنج بین جعبه دنده و موتور به عنوان وسیله‌ای برای تعیین توان ورودی پمپ استفاده شود، روش تعیین تلفات ناشی از جعبه دندهٔ کاهنده باید در قرارداد قید شود.

در صورت لزوم برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد روش‌های تشریح شده در بندهای ت-۴-۲ تا ت-۴-۵ به استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۱۸ مراجعه کنید.

ت-۴-۲ اندازه‌گیری گشتاور

توصیه می‌شود گشتاور توسط یک دینامومتر یا گشتاورسنج مناسب که قادر به تبعیت از الزامات بند ۴-۳ باشد اندازه‌گیری شود. توصیه می‌شود هنگام کار در سرعت آزمون، صفر کردن یا قرائت وزن ظرف برای دینامومتر بدون بار در نظر گرفته شود. توصیه می‌شود اندازه‌گیری گشتاور و سرعت دورانی باید، در صورت عملی بودن، همزمان صورت گیرد.

ت-۴-۳ اندازه‌گیری‌های توان الکتریکی

اگراز توان الکتریکی ورودی به یک موتور الکتریکی که مستقیماً به یک پمپ متصل است، به عنوان وسیله‌ای جهت تعیین توان ورودی پمپ استفاده شود، توصیه می‌شود موتور تنها در شرایطی به کار گرفته شود که راندمان آن با دقت کافی معلوم باشد. توصیه می‌شود راندمان موتور در تطابق با پیشنهادات استانداردهای IEC60034-2-1, IEC 60034-2-2 و IEEE 112, method B تعیین شود و توسط سازندهٔ موتور ارائه شود.

omoorepeyman.ir

در راندمان، تلفات کابل موتور یا یاتاقان‌های کف گرد، (آن قسمت که توسط بارهای محوری خود موتور ایجاد شده باشد) به حساب نمی‌آید.

اگر آزمون با یک موتور کالیبره نشده، انجام شود، فقط راندمان سیم- به – آب می‌تواند دقیقاً گزارش شود. در صورت توافق قبلی بین مشتری و تولیدکننده، موتور کالیبره نشده می‌تواند برای انجام آزمون استفاده شود و توصیه می‌شود راندمان تضمین شده موتور برای تخمین راندمان پمپ استفاده شود.

توان الکتریکی ورودی به موتور .a.c را، باید به روش دو _ واتمتر، سه _ واتمتر یا چندفاز اندازه‌گیری کرد. استفاده از چند واتمتر تک فاز یا استفاده از یک واتمتر که دو یا سه فاز را همزمان اندازه‌گیری می‌کند یا استفاده از وات – ساعت مترهای یکپارچه مجاز شمرده می‌شود. در موتورهای .d.c می‌توان از یک واتمتر یا از یک آمپرسنج و یک ولت سنج استفاده کرد. توصیه می‌شود نوع و رتبه دقت ابزارآلات نشانگر جهت اندازه‌گیری توان الکتریکی مطابق استانداردهای ملی ایران به شماره ۲-۴۰۲۹، ۳-۴۰۲۹، ۵-۴۰۲۹ و ۷-۴۰۲۹ باشد و همچنین توصیه می‌شود الزامات بند ۴-۳ را برآورده کند.

ت-۴-۴ موارد خاص

ت-۴-۴-۱ پمپ‌های دارای بخش‌های انتهایی غیرقابل دسترسی

در صورت داشتن واحد مرکب موتور و پمپ (نظیر پمپ غوطه‌ور یا پمپ یکپارچه یا پمپ موتور جدا با ضمانت راندمان کلی) ، توان دستگاه باید در ترمینال‌های موتور اندازه‌گیری شود (به شرطی که در دسترس باشد). در مورد پمپ غوطه‌ور، اندازه‌گیری باید در انتهای کابل‌های ورودی به دستگاه انجام گیرد؛ تلفات مربوط به کابل‌ها باید تعیین شده و به حساب آید و در قرارداد قید شود. راندمان ارائه شده باید راندمان دستگاه مرکب باشد و تلفات کابل و راه‌انداز در آن به حساب نیامده باشد.

ت-۴-۴-۲ پمپ‌های چاه عمیق

در این مورد، توان جذب شده توسط یاتاقان کفگرد و محور عمودی و دیگر یاتاقان‌ها باید محاسبه شود.

با توجه به اینکه پمپ‌های چاه عمیق معمولاً با تمامی لوله عمودی متصل به آنها مورد آزمون قرار نمی‌گیرند، مگر در شرایطی که آزمون پذیرش در محل نصب انجام شود، تلفات یاتاقان‌های محور عمودی و کفگرد باید تخمین زده شده و توسط تولیدکننده ارائه شود.

ت-۴-۴-۳دستگاه موتور پمپ دارای یاتاقان محوری مشترک (غیر از پمپ‌های موتور سرخود)

در این مورد، اگر لازم باشد توان و راندمان موتور و پمپ جداگانه تعیین شود، باید اثر نیروی محوری و احتمالاً وزن محور گردندهٔ پمپ برروی تلفات یاتاقان کفگرد به حساب آورده شود.

ت-۴-۵ اندازه‌گیری راندمان کلی دستگاه پمپ کننده

برای تعیین راندمان دستگاه پمپ کننده، در حالیکه محرک در شرایط تعیین شده در قرارداد کار کند، تنها توان ورودی و خروجی اندازه‌گیری می‌شود. در این آزمون، مقادیر تلفات بین محرک و پمپ و هرگونه تلفات دیگری که مرتبط به ماشین‌آلات میانی مانند جعبه دنده یا دستگاه‌های سرعت متغیر است منظور نشده است.

omoorepeyman.ir

ج-۱ پیشنهادات گزارش آزمون عملکرد

ج-۱-۱ مثال زیر که حاوی گزارش آزمون عملکرد است، فهرستی از پارامترهایی که لزوماً جامع نیستند، ارائه می‌دهد. توصیه می‌شود جزئیات گزارش بین تولید کننده و مشتری توافق شود.

ج-۱-۲ توصیه می‌شود گزارش آزمون پمپ حاوی جزئیات اطلاعات به منظور شناسایی (تعیین)پمپ آزمون شده و دیگر تجهیزات مورد استفاده در آزمون باشد. توصیه می‌شود گزارش حاوی داده‌های خام آزمون برای تمام نقاط گرفته شده باشد. توصیه می‌شود نمودار، پس از تصحیح نقاط آزمون رسم شود و منحنی عبوری از نقاط برآنها منطبق باشد. توصیه می‌شود نقطه ضمانت شده مشخص شود و معیار پذیرش به شکل یک خط عمود برای محدوده ارتفاع (در نقطه ضمانت شده گذر جریان) و خط افقی برای محدوده گذر جریان (در نقطه ضمانت شده ارتفاع) نشان داده شود (به شکل ۲ و ۳ مراجعه کنید). توصیه می‌شود دو انتهای خط عمودی، نماینده حد بالا و پایین ارتفاع و دو انتهای خط افقی، نماینده حد بالا و پایین جریان باشد. توصیه می‌شود خطوط از نقطه ضمانت شده شروع شوند.

گزارش آزمون، در صورت کاربرد، می‌تواند شامل اطلاعات زیر باشد:

- تاریخ آزمون؛
- تجهیزات آزمون؛
- محل و امکانات آزمون؛
- داده‌های ضمانت شده[1] (گذرجریان، ارتفاع، توان یا راندمان، در صورت کاربرد)؛
- ضمانت داده شده[2]؛
- دمای محیط و آب؛
- فشار هوا؛
- داده‌های محرک؛
- در صورت وجود ناظر، نام و امضای همه آنها
- در صورت تصحیح نقاط آزمون، توصیه می‌شود روش تصحیح مشخص شود؛
- اظهارنظرهای مربوط به هر چیز قابل توجه در مورد آزمون.

ج-۲ توصیه‌های گزارش آزمون NPSH

برای گزارش NPSH، توصیه می‌شود نتایج آزمون NPSH3 روی منحنی عملکرد نشان داده شود.

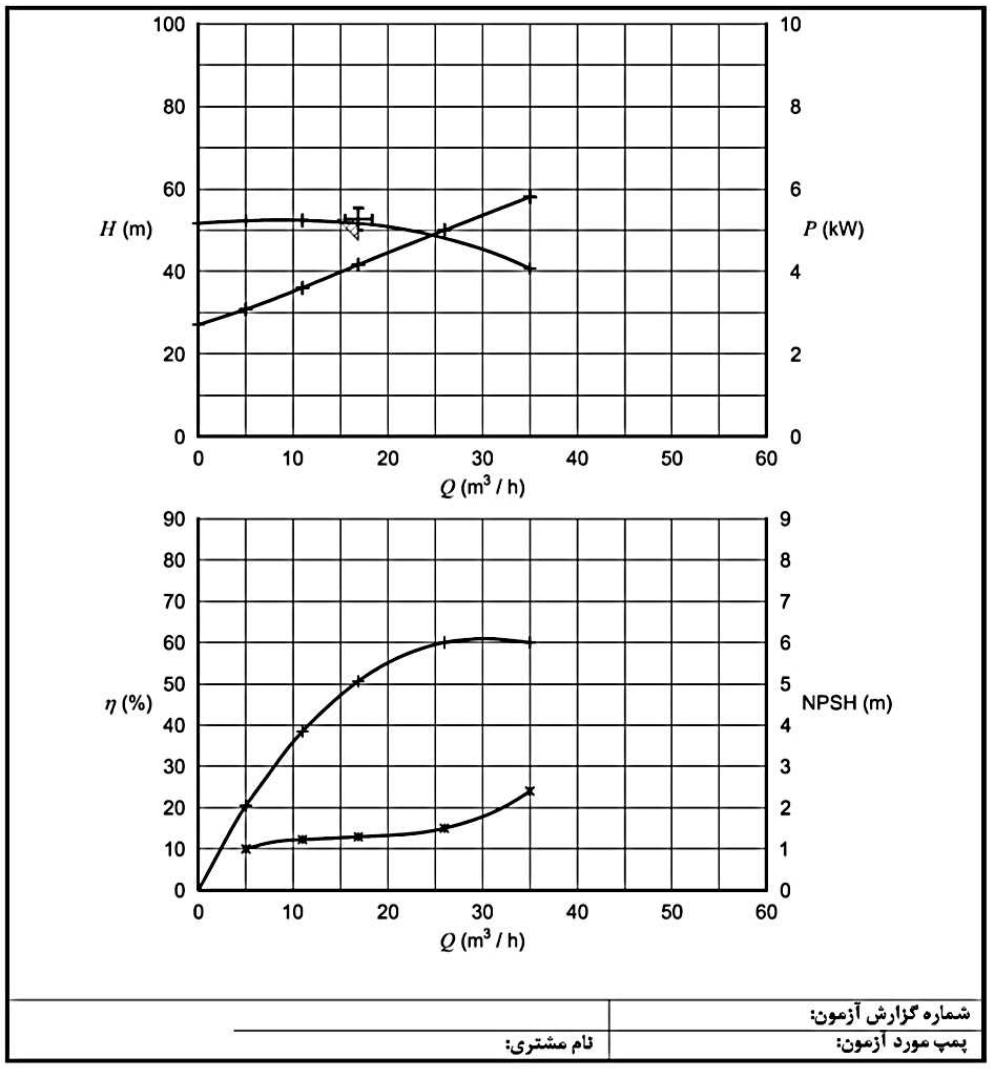
omoorepeyman.ir

پیوست ج– گزارش نتایج آزمون (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد)

omoorepeyman.ir

ج-۳ برگه آزمون پمپ

برگهٔ آزمون پمپی که در این پیوست ارائه شده است، برای راهنمایی جهت بیان نتایج آزمون پمپ و تبیین آنها آورده شده است. این بدان معنا نیست که این برگه، تمامی اطلاعات مورد نیاز برای آزمون پمپ را دربردارد بلکه ممکن است بسته به نوع پمپ، نحوه کاربرد آن و نحوه محاسبات نیاز به اصلاح داشته باشد.



شکل ج-۱ نمونه ای از گزارش آزمون

omoorepeyman.ir

شکل ج-۱ (ادامه)

گزارش آزمون										
داده سفارش	شماره سفارش:			وضعیت سفارش:						
	نوع:			شماره اقلام:						
	رتبه آزمون پذیرش: استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۰۶، رتبه ۲			نقاط اندازه گیری: ۷						
داده های ضمانت شده در سفارش	Q	[m³/h]	۱۶/۸	Q	[l/s]	۴/۶۷				
	H	[m]	۵۲/۵۰	PN	[kW]	۴/۱۶				
	η	[%]	۵۱/۴۰	P_{mot}	[kW]	۶/۳۰				
	n_N	[1/min]	۳۵۰۰	φ	[kg/dm³]	۰/۸۹				
داده های پروانه	قطر پروانه [mm]: ۱۶۳			نوع تراش مجدد: A15						
شرایط آزمون	نوع بستر آزمون:بسته			سیال آزمون: آب سرد						
	قطر دهانه مکش [mm]: ۶۶/۰۵			قطر دهانه رانش [mm]: ۴۰/۳۰						
داده های موتور	شماره موتور آزمون: 22C/60									
مقادیر در سرعت آزمون										
	نقطه اندازه گیری	ابعاد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	
	n	[1/min]	۳۵۸۴	۳۵۸۴	۳۵۷۲	۳۵۶۷	۳۵۹۵	۳۵۹۵	۳۵۸۴	
	H_{in}	[m]	۸/۴۹	۸/۵۱	۸/۲۳	۸/۴۷	۸/۵۵	۹/۰۰	۸/۵۰	
	H_{out}	[m]	۶۱/۶۱	۶۳/۱۵	۵۶/۶۴	۴۸/۱۱	۶۳/۷۰	۶۳/۵۰	۶۱/۷۳	
	$\Delta v^2/2g$	[m]	۰/۶۳	۰/۲۶	۱/۴۷	۲/۶۴	۰/۰۵	۰/۰۰	۰/۵۶	
	H	[m]	۵۳/۷۶	۵۴/۹۰	۴۹/۸۸	۴۲/۲۸	۵۵/۲۰	۵۴/۵۰	۵۳/۷۹	
	Q	[m³/h]	۱۷/۳۶	۱۱/۲۵	۲۶/۶۰	۳۵/۶۳	۵/۱۲	۰/۰۰	۱۶/۴۶	
	Q	[l/s]	۴/۸۲	۳/۱۲	۷/۳۹	۹/۹۰	۱/۴۲	۰/۰۰	۴/۵۷	
	P_{mot}	[kW]	۵/۹۶	۵/۲۵	۷/۰۲	۸/۰۰	۴/۵۹	۴/۱۲	۶/۷۱	
	P_p	[kW]	۵/۰۲	۴/۳۶	۶/۰۰	۶/۸۹	۳/۷۴	۳/۲۹	۵/۶۵	
	η	[%]	۵۰/۶۷	۳۸/۶۴	۶۰/۲۹	۵۹/۵۷	۲۰/۶۲	۰/۰۰	۵۰/۶۰	
مقادیر در سرعت ضمانت شده										
3500 min⁻¹	H	[m]	۵۱/۲۶	۵۲/۳۶	۴۷/۸۹	۴۰/۷۱	۵۲/۳۲	۵۱/۶۶	۵۱/۲۹	
	Q	[m³/h]	۱۶/۹۶	۱۰/۹۸	۲۶/۰۷	۳۴/۹۶	۴/۹۹	۰/۰۰	۱۶/۰۷	
	Q	[l/s]	۴/۷۱	۳/۰۵	۷/۲۴	۹/۷۱	۱/۳۹	۰/۰۰	۴/۴۶	
	P(ρ=0.89)	[kW]	۴/۱۶	۳/۶۱	۵/۰۲	۵/۷۹	۳/۰۷	۲/۷۰	۴/۶۸	
	P_p	[kW]	۴/۶۸	۴/۰۶	۵/۶۴	۶/۵۱	۳/۴۵	۳/۰۴	۵/۲۶	
	η	[%]	۵۰/۶۷	۳۸/۶۴	۶۰/۲۹	۵۹/۵۷	۲۰/۶۲	۰/۰۰	۵۰/۶۰	
اظهار نظر:			شماره ثبت آزمون:							
			آزمون شده:				مشتری:			

omoorepeyman.ir

شکل ج-۱ (ادامه)

گزارش آزمون										
داده سفارش	شماره سفارش:				وضعیت سفارش:					
	نوع:				شماره اقلام:					
	رتبه آزمون پذیرش: استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۰۶، رتبه ۲				نقاط اندازه گیری: ۵					
داده های ضمانت شده در سفارش	Q	[m^3/h]	۱۶/۸	Q	[l/s]	۴/۶۷				
	H	[m]	۵۲/۵۰	PN	[kW]	۴/۱۶				
	η	[%]	۵۱/۴۰	P_{mot}	[kW]	۶/۳۰				
	n_N	[1/min]	۳۵۰۰	φ	[kg/dm^3]	۰/۸۹				
	NPSHR	[m]	۱/۴۰							
داده های پروانه	قطر پروانه [mm]: ۱۶۳				نوع تراش مجدد: A15					
شرایط آزمون	نوع بستر آزمون:بسته				سیال آزمون: آب سرد					
	قطر دهانه مکش [mm]: ۶۶٫۰۵				قطر دهانه رانش [mm]: ۴۰٫۳۰					
داده های موتور	شماره موتور آزمون: 22C/60									
مقادیر در سرعت آزمون	آزمون NPSH			فشار هوا [hPa] ۹۶۲/۵۹؛ [m] ۹/۸۲						
	نقطه اندازه گیری	ابعاد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	
	n	[1/min]	۳۵۷۵	۳۵۸۹	۳۵۸۱	۳۵۶۹	۳۵۶۵			
	H_{in}	[m]	-۸/۱۲	-۸/۳۲	-۸/۱۵	۸/۰۵	-۷/۳۱			
	H_{out}	[m]	۴۴/۴۴	۴۶/۲۴	۴۶/۱۵	۳۹/۳۳	۳۱/۹۷			
	$\Delta v^2/2g$	[m]	۰/۶۱	۰/۰۵	۰/۲۶	۱/۴۷	۲/۶۳			
	H	[m]	۵۳/۱۶	۵۴/۶۲	۵۴/۵۶	۴۸/۸۶	۴۱/۹۰			
	Q	[m^3/h]	۱۷/۰۶	۴/۹۸	۱۱/۲۰	۲۶/۵۹	۳۵/۵۲			
	Q	[l/s]	۴/۷۴	۱/۳۸	۳/۱۱	۷/۳۸	۹/۸۷			
	$\Delta v^2/2g$	[m]	۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۲۴	۰/۴۲			
	θ_w	[°C]	۲۹/۲۸	۲۹/۲۷	۲۹/۲۷	۲۹/۳۲	۲۹/۳۸			
	H_t	[m]	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۳			
	NPSH	[m]	۱/۳۷	۱/۰۸	۱/۲۸	۱/۵۸	۲/۵۰			
مقادیر در سرعت ضمانت شده										
3500 min^{-1}	H	[m]	۵۰/۹۶	۵۱/۹۴	۵۲/۱۲	۴۶/۹۹	۴۰/۳۹			
	Q	[m^3/h]	۱۶/۷۰	۴/۸۶	۱۰/۹۵	۲۶/۰۷	۳۴/۸۷			
	Q	[l/s]	۴/۶۴	۱/۳۵	۳/۰۴	۷/۲۴	۹/۶۹			
	NPSH	[m]	۱/۳۱	۱/۰۲	۱/۲۲	۱/۵۲	۲/۴۱			
اظهار نظر:			شماره ثبت آزمون:							
			آزمون شده:				مشتری:			

omoorepeyman.ir

پیوست چ– روش‌های آزمون ویژه (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد)

omoorepeyman.ir

چ-۱ کلیات

برای برخی شرایط آزمون پذیرش پمپ روش‌های آزمون ویژه ای وجود دارد که بسیار کاربردی تر است. چنین روش‌هایی به شدت تخصصی بوده و برای بدست آوردن نتایج آزمون دقیق به تجربه و اطلاعات بنیادی از فرآیند روش مورد نظر نیاز دارد. دو مثال در این پیوست ارائه می‌شود.

آزمون یک پمپ مدل با ابعاد کوچک تر، در این روش لازم است مدل پمپ کوچک با تشابه هندسی ساخته شود به طوری که ابعاد هندسی اجزای داخلی پمپ به صورت خطی کوچک شود. نتایج آزمون پمپ، شامل راندمان، را می‌توان با روابط تشابه افزایش داد تا به دقت نمایان گر پمپ با ابعاد واقعی شود. مدل را باید تا حد امکان بزرگ ساخت تا بیشترین دقت بدست آید. نمونه ای از یکی از استاندارد موجود، JIS B 8327 است.

می‌توان آزمون راندمان پمپ را با اندازه‌گیری دقیق اختلاف دمای سیال در ورودی و خروجی پمپ معین کرد. این روش را بطور معمول آزمون "ترمودینامیک" می‌نامند. برای شرح جزئیات این روش IEC 60041 را ببینید. در مورد سامانه آزمون دارای محرک اینورتر با استفاده از روش ترمودینامیک برای اندازه‌گیری مستقیم راندمان، عدم قطعیت راندمان پمپ ممکن است کاهش یابد.

omoorepeyman.ir

پیوست ح– آزمون پمپ با ناظر (به نقل از استاندارد ۷۸۱۷ سازمان ملی استاندارد)

omoorepeyman.ir

ح-۱ آزمون پمپ با حضور فیزیکی ناظر

آزمون با شرکت فیزیکی نماینده خریدار انجام می‌شود و او برگه داده‌های خام را امضا می‌کند تا انجام موفقیت آزمون را تائید کند. ممکن است تائید نهایی پذیرش عملکرد پمپ توسط ناظر انجام شود. مفید بودن نظارت بر آزمون تا حد زیادی به تجربه و موثر بودن ناظر بستگی دارد. یک ناظر نه تنها از انجام آزمون مناسب مطمئن می‌شود، بلکه کارکرد پمپ طی آزمون و پیش از حمل پمپ به محل کار را مشاهده می‌کند. یک عیب آزمون با ناظر افزایش زمان تحویل و هزینه بیشتر است. در روش تولید بدون انبار برنامه نظارت باید در مورد مراحل گوناگون انعطاف پذیری داشته باشد و اگر برنامه نظارت سبب تاخیر در تولید باشد می‌تواند منجر به هزینه اضافی شود.

ح-۲ آزمون پمپ با نظارت از دور توسط نماینده خریدار

خریدار می‌تواند مراحل آزمون را از راه دور هم زمان مشاهده کند. داده‌های خام که توسط سیستم گردآری داده ثبت می‌شود را می‌توان در جریان آزمون مشاهده و تحلیل کرد و نتایج می‌تواند مورد بحث قرار گرفته و برای تائید ارسال شود. مزایای این روش صرفه‌جویی در هزینه‌های مسافرت و تسریع در تحویل پمپ است.

omoorepeyman.ir

منابع

1) American Railway Engineering Association (AREA), PART 15, Inspection of Railway Building, 1984.
2) H. A. Russell and J. Gilmore, Inspection policy and procedures for rail transit tunnels and underground structures, vol. 23. Transportation Research Board, 1997.
3) H. Morishima and T. Odaka, "CONCRETE STRUCTURES AND NONDESTRUCTIVE TESTING," JR East Tech. Rev., no. 2, 2003.
   A. N. Bin Ibrahim, P. Bin Ismail, M. Forde, R. Gilmour, K. Kato, A. A. Khan, N. Ooka, S. T. Siong, K. Terada, and H. Wiggenhauser, "Guidebook on non-destructive testing of concrete structures," Int. At. Energy, 2002.
4) http://www.aperio.co.uk.
5) D. G. Aggelis, T. Shiotani, and K. Kasai, "Evaluation of grouting in tunnel lining using impact-echo," Tunn. Undergr. Sp. Technol., vol. 23, no. 6, pp. 629–637, 2008.
6) C. Balaguer, R. Montero, J. G. Victores, S. Martínez, and A. Jardón, "Towards Fully Automated Tunnel Inspection: A Survey and Future Trends."
7) M. Fujita, O. Kotyaev, and Y. Shimada, "Non-destructive remote inspection for heavy constructions," in CLEO: Applications and Technology, 2012, p. ATu2G–3.
8) CNSFARNELL, General Information Page on Ultrasonics, Principles of Testing by Ultrasonic Pulse Velocity Measurement, 2001.
9) T. Suda, A. Tabata, J. Kawakami, and T. Suzuki, "Development of an impact sound diagnosis system for tunnel concrete lining," Tunn. Undergr. Sp. Technol., vol. 19, no. 4, pp. 328–329, 2004.
10) Takenaka Corporation, Drive-Through Tunnel Concrete Inspection and Diagnostic .
11) The Highways Agency, Inspection and Records for Road Tunnels, BD5395, 1995.
12) American Railway Engineering Association(AREA), PART21, Inspection of Concrete and Masonary Structures,1984.
13) International Union of Railways(UIC),Cod779-10, Maintenance of existing railway tunnels.
14) Federal Highway Administration (FHWA) and Federal Transit Administration (FTA), Highway and Rail Transit Tunnel Inspection Manual, 2003.
15) P. (FHWA) William Bergeson, PE and Steve Ernst, "Tunnel Operations, Maintenance, Inspection, and Evaluation," Federal Highway Administration 1200 New Jersey Ave, SE Washington, D.C. 20590.
16) Bowen, W. M.,. (1993). AHP: Multiple Criteria Evaluation in Klosterman. New Brunswick: Center for Urban Policy Research.
17) Korpela, J, Lehmusvaara, A, Nisonen, J, (2007). Warehouse operator selection by combining AHP and DEA methodologies ; Int. J. Production Economics 108١٤ –،١٣ .
18) Perrigot, R., Cliquet, G., Piot-Lepetit, I., (2009). Plural form chain and efficiency: Insights from the French hotel chains and the DEA methodology. European Management Journal, 27, 268–280.
19) Tavana M. and Marbini A.H., (2011). A Group AHP-TOPSIS Framework for Human Spaceflight Mission Planning at NASA, Exp. Syst. Appl., 38, 13588–13603.

omoorepeyman.ir

20) Yang, T., Kuo, C.A., (2003). A hierarchical AHP/DEA methodology for the facilities layout design problem, European Journal of Operational Research 147، 128–136.
21) World Road Association (PIARC), Good Practice for the Operation and Maintenance of Road Tunnels, 2005.
22) Zhuanglin, M.; Chunfu, Sh.; Sheqiang, M.; and Zeng, Ye.; "Constructing road safety performance indicators using Fuzzy Delphi Method and Grey Delphi Method", Expert Systems with Applications 38 1509–1514, 2011.
23) ASTM D6433-11, 1993. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index.

24) Shahin, M.Y.; "Pavement Management for Airports", Roads and Parking Lots, Chapman & Hall, New York & London, 1994.
25) ASTM D6433-11, 1993. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index.
26) https://www.fhwa.dot.gov/bridge/tunnel/maintman05.cfm
27) The Highways Agency, Inspection and Records for Road Tunnels, BD53/95, 1995
28) American Railway Engineering Association (AREA), PART21, Inspection of Concrete and Masonary Structures,1984.
29) American Railway Engineering Association (AREA), PART 15, Inspection ofRailway Building, 1984.
30) San Francisco Bay Area Rapid Transit District, Inter-Office Communication, Summary of BART's Inspection Program, November 1, 1993.
31) Chicago Transit Authority (CTA)
32) Mass Transit Railway Corporation, Manual for Inspection of Railway Structures, Engineering & Railway Extensions Group, Civil Engineering Services Department, 1988.
33) Tokyo Construction Co
34) Maryland Department of Transportation, Mass Transit Administration, Inspection Manual for Baltimore Metro Subway Structures, Gannett Fleming, 1993.
35) https://www.mporg.ir/home
36) " Modern Railway Track", 2nd Edition, Coenraad Esveld, MRT Production, Delft University, 2003.
37) (http://www.esveld.com)
38) RHEDA 2000®on the New High-Speed Rail Line, Dipl.-Ing. Hans Bachmann, Pfleiderer track systems, (https://www.railway-technology.com)

39) "Track geotechnology and substructure management", Selig E.T. and J.M.Waters., Thomas Telford Publications, London, 1994 (https://www.worldcat.org)
40) "Earthworks and Trackbed Layers for Railway Lines", UIC-719 R, 2nd Edition, 1994. (https://uic.org/)
41) "Manual of Railway Engineering", AREMA, 2006.(https://www.arema.org)
42) Track Design Handbook for Light Rail Transit (http://www.trb.org)

omoorepeyman.ir

43) “Innovative Track Systems Technical Construction”, Franz Quante, ProM@in, Findings & Conclusions, 2003.

44) “Modern Track Technologies/State-of-the-Art”, Dipl.-Ing. Hans Bachmann, Pfleiderer track systems, The European Railway Review Conference, Manchester, 16th September 2003.

45) “Metro of Tehran at a glance”, Mohsen Hashemi, Chairman & Managing Director, TUSRC, 2006.

46) “Innovative Track Systems Criteria for their Selection”, Nigel Ogilvie, Franz Quante, ProM@in, Findings & Conclusions, 2003.

47) “Modern Railway Track”, 2nd Edition, Coenraad Esveld, MRT Production, Delft University, 2003.

48) RHEDA 2000®on the New High-Speed Rail Line, Dipl.-Ing. Hans Bachmann, Pfleiderer track systems ,

49) The Fifth Exhibition and Conference for Railway Professionals Taipei, 12th May 2004.

50) http://www.vossloh-fastening-systems.de

51) www.pandroluk.com

52) “Track geotechnology and substructure management”, Selig E.T. and J.M.Waters., Thomas Telford Publications, London, 1994

53) “Fixed Railway Tracks For Railway Lines”, Eisenmann, Leykauf, Journal of Cement Technology, Ernst & Sohn A Wiley Company , 2000.

54) “Earthworks and Trackbed Layers for Railway Lines”, UIC-719 R, 2nd Edition, 1994.

55) “Manual of Railway Engineering (Part 1)”, AREMA, 2006.

56) “NON-CONVENTIONAL TRACK", CT4870, Coenraad Esveld, TU Delft, 2006.

57) Pfleiderer Infrastrukturtechnik, The slab track system Rheda 2000, description of the system. Neumarkt, 2003.

58) Braam, dr. ir. drs. C. R., Bond between Concrete and Reinfocing Steel; State of the art 1989. Delft 1989.

59) “Life Cycle Costs for Railway Infrastructure and Provisions”, Improve Rail Project, 2005.

60) “SLAB TRACK: A Competitive Solution”, Coenraad Esveld, TU Delft, 1999.

61) “MAINTENACE AND RENEWAL", CT4870, Coenraad Esveld, TU Delft, 2006.

62) “Tehran Urban Transportation Long Term Study”, SYSTRA Consulting Engineers, 2006.

omoorepeyman.ir

63) "Maintenance of way Costs, How they are Affected by Car weights and Track Structure", Ahlf, R.E. (1975) Railway Track and Structures, Vol. 71 No. 3, p. 34.

64) "The Development of a steel sleeper system for Heavy Haul Railways", J.H., Skinner, D.H. (1978) The Institution of engineers Australia Heavy Haul Railway Conference, Paper x.3 , ?? September 18-22.

65) "Track Loading Fundamentals", C.W. (1957), the Railway state, Part 1 , 45-48 , Part 2 , 103-107 Part 3, 157 163, Part 4 , 221 , Part5, 274-278 , Part 6 , 333-336 , Part 7 , 479-481.

66) "Stress on the Permanent way due to High Axle Loads", Eisenmann, J., (1969 a), Stahle Eisen, Vol.89, No 7, 373.

67) "stresses in the Rail Acting as a Beam", Eisenmann, J., (1969), Special excerpt from ETR Eisenbahntechische Rundshau, vol. 8, Hestra Darmstadt.

68) "stress Distribution in the Permanent way due to heavy Axle Loads and high speeds", Eisenmann , J., (1970), AREMA Proceedings , Vol71 , 24-59.

69) "Action of Rail Sections", Schuch , P.M. , Frank., M.W. Milskelsen, M,J,(1973) 2nd Progress Report, Civil Eng Portation Series No . 9 Univ. Illinois Project No. 44-22-20 Univ, Illinois, Ubana.

70) "Design of conventional Rail Track Foundations", shenton, M.J., Sparrow, R.W., Waters, J.M. (1972) Proc Inst. Of 1 Engineers (London) , vol.51, 251 – 267.

71) "Beams on Elastic Foundation", Hetenyie. M. (1964), the University of Michigan Press.

72) "On the Stress Analysis of Rails and Ties", Kerr, A.D. (1976) AREMA Proceedings, Vol.78, 19-43.

73) "A Simulation model Ballast Support and the modulus of track Elasticity", Martin, G.C, / Hay, w.w (1970), (Masters Sis) Civil Engineering studies, Transportation Series No.4.

74) "Cooperative Research on wood ties of the railroad", G. (1969), The Association of American Railroads arch and test Department, Second Progress Report, and AAR.

75) "Laboratory Investigation of Railroad Ballast", Okabe, Z. (1961), Japanese Railway civil Eng. Association, Permanent way No13.

76) "Recent developments in slab track", Esveld, C. (2003), European Railway Review, Issue 2, 2003. ISSN

omoorepeyman.ir

a. ۱۵۹۹ - ۱۳۵۱

77) “Developments in High-Speed Track Design”, Esveld, C., Markine, V.L. (2003), Short paper Proceedings
78) of International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE) Symposium on Structures
79) for High-Speed Railway Transport, Antwerp, Belgium, August 27-29, 2003. pp.14-15 ISBN 3-85748–

80) .۹۱-۱۰۹

81) “Use Of Numerical Optimization In Railway Slab Track Design”, Markine, V.L., J.M. Zwarthoed, C. Esveld, (2001), In. O.M. Querin (Ed.): Engineering Design Optimization Product and Process Improvement. Proceedings of the 3rd ASMO UK / ISSMO conference, Harrogate, North Yorkshire, UK,

82) “Slab Track design: Flexural Stiffness Versus Soil Improvement”,9th -10th July 2001. ISBN: 0-85316-219-0 (for text version), ISBN: 0-85316-222-0 (for CD-ROM version). Zwart hoed, J.M. (2001), Proceedings of Rail-Tech Europe 2001 Conference.

83) “Elastic deformation characteristics of the railway super-structure”, Leyland G and Mattner L, Journal: Eisenbahningenieur, 41- pp. 111-119
84) “Further development in the railway super structure the effect of long-term characteristics and body emissions”, Eisenmann, J:, ZEV ..pp. 128-36.

85) “A ballast super-structure for high speeds”, Eisenmann, J and Rump, R, Journal : Eisenbahntechnische
86) Rundschau. pp. 99-107
87) “Measurement of vibrations using ballast measuring stones”,Leykanf G., Mattner L and Steinbei?er L,Journal: Eisenbahntechnische Rundschau 47.ppp 37-41
88) “Sleeper-less and ballast-less superstructure”Birmann, F: Journal : Eisenbahntechnische Rundschau 28...pp 293-305.

89) “The use of the fixed rail track in newly laid lines of the Fed”, Hilliges D: German Rlys. Journal: Eisenbahningenieur 38.pp.347-353.

90) “Fixed Railway Track Constructions”, Hilliges D: The super-structure, the base for new tracks. Hestra Publishers, 1988, pp-25-28.

91) “Vossloh track fixation system 300”, Vorderbrück D : as well as system noise absorbers for fixed railway tracks: Edition ETR. Fixed Railway Track (special publication ETR, Hestra Publishers) 1997 pp. 100-101.

omoorepeyman.ir

92) "Fixed railway Tracks, type Züblin, Edition ETR. Fixed Railway Tracks special publication ETR", Widmann H, Hestra Publishers .pp.106.107.

93) "Recent developments in railway track construction", Eisenmann J., ETR.pp. 601-606.

94) "RAMS Analysis of the RHEDA 2000®. European Railway Re-view", Freudenstein, Stephan, Issue 4, 2003

95) "System comparison: ballasted track - slab track", Henn, W.D., Rail Engineering International 1993 2 pp 6-9.

96) "Ballast less track applications in tunnels, experience on SFR", Hofmann, Ch., SBB/CFF/FFS Permanent way department, 13-06-95.

97) http://mic-ro.com/metro/index.html

۹۸) قارونی نیک، مرتضی.(۱۳۹۷) "مدیریت تعمیر و نگهداری تونل‌های شهری"

۹۸) اصغر پور، محمد جواد(1382) " تصمیم گیری گروهی و نظریه بازی ها با نگرش تحقیق در عملیات"

۹۹) «مشخصات فنی عمومی روسازی بالاستی راه آهن»، ضابطه ۳۰۱ سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۴.

۱۰۰) «مشخصات فنی عمومی زیرسازی راه آهن»، ضابطه ۲۷۹ سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۳.

۱۰۱) «ضوابط طراحی و اجرای روسازی راه آهن بدون بالاست»، مقدس نژاد، فریدون، سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۳۸۳.

۱۰۲) "آئین نامه بتن ایران" ضابطه ۱۲۰ سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۴۰۲.

۱۰۳) «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمان» ضابطه ۵۵ سازمان برنامه و بودجه کشور

۱۰۴) «مشخصات فنی عمومی تاسیسات مکانیکی ساختمان» ضابطه ۱۲۸ سازمان برنامه و بودجه کشور

۱۰۵) «مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی ساختمان» ضابطه ۱۱۰ سازمان برنامه و بودجه کشور

۱۰۶) "مقررات ملی ساختمان" مباحث ۲۲ گانه، وزارت راه و شهرسازی

omoorepeyman.ir

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از پنجاه سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هشتصد عنوان ضابطه و ضابطه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت 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 سال‌های اخیر در سایت اینترنتی nezamfanni.ir قابل دستیابی می‌باشد.

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Delivery, Operation and Maintenance Principles for Urban and Suburban Rail Transportation

Building and Facilities

IR-Code 906

Last Edition: 26-02-2025

Deputy of Technical, Infrastructure and Production

Department of Technical & Executive Affairs

nezamfanni.ir

2025

omoorepeyman.ir

این ضابطه

با عنوان «مبانی تحویل‌گیری، بهره‌برداری و نگهداری در پروژه های حمل و نقل ریلی شهری و حومه» در راستای تحویل و بهره‌برداری ایمن و همچنین نگهداری از تجهیزات و ساختمان ایستگاه‌ها و دپو و محوطه مترو تدوین شده و شامل: تعاریف، اصطلاحات، ضوابط تحویل‌گیری و روشهای نگهداری می‌باشد.

omoorepeyman.ir