

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

ضوابط طراحی ایستگاه‌های قطار شهری و حومه (جلد سوم – ضوابط تاسیسات عمومی)

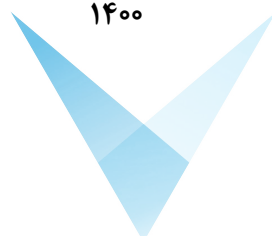
ضابطه شماره ۳ – ۸۰۴

آخرین ویرایش ۱۴۰۰/۰۴/۱۷

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

nezamfanni.ir

۱۴۰۰



shaghool.ir



shaghool.ir

شماره:	۱۴۰۰/۴۲۲۷۷۵
تاریخ:	۱۴۰۰/۰۸/۳۰

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران

موضوع: ضوابط طراحی ایستگاه‌های قطار شهری و حومه

در چارچوب ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور موضوع نظام فنی و اجرایی یکپارچه، ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، به پیوست ضابطه شماره ۸۰۴ امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران، با عنوان «**ضوابط طراحی ایستگاه‌های قطار شهری و حومه**» در قالب ۳ جلد زیر و از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود:

جلد اول : ضوابط معماری

جلد دوم : ضوابط سازه

جلد سوم: ضوابط تاسیسات عمومی

رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۴۰۱/۰۱/۰۱ الزامی است.

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


 سید مسعود میرزاظمی

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایراد و اشکال نیست.

از این رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر

گزارش فرمایید:

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
 - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
 - ۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
 - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.
- پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه - مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی

Email: nezamfanni@mporg.ir

web: nezamfanni.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

کارکرد اصلی ضوابط طراحی، پدید آوردن ساختارهایی است که بواسطه قوانین و الزامات موجود در آن محصول فرایند طراحی را به سمت تحقق اهداف بالادست و اولویت‌ها راهبری و این امر را در دستگاه‌های اجرایی ساماندهی و هماهنگ کند. آنچه در این میان اهمیت دارد تابعیت ضوابط طراحی بخش‌های گوناگون یک پروژه از اهدافی مشخص و شفاف است و به این واسطه یکپارچگی و انسجام در فصول مختلف ضوابط حفظ خواهد شد و مجموعه نهایی می‌تواند راهنمای طراحان و تصمیم‌گیران در پیشبرد طرح مربوط باشد.

از این رو، امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور در چارچوب ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه و ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه، پس از تهیه «شرح خدمات مطالعات جامع حمل و نقل شهری و حومه» (ضابطه شماره ۳۱۴) و «شرح خدمات مطالعات تفصیلی حمل و نقل همگانی و امکان‌سنجی حمل و نقل ریلی شهری و حومه» (ضابطه شماره ۷۷۷)، «**ضوابط طراحی ایستگاه‌های قطار شهری و حومه**» را در قالب سه جلد تهیه نموده است:

جلد اول : ضوابط معماری

جلد دوم : ضوابط سازه

جلد سوم: ضوابط تاسیسات عمومی

علی‌رغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این ضابطه 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 اطلاع‌رسانی 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 شده است 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.

حمیدرضا عدل

معاون فنی، امور زیربنایی و تولیدی

پاییز ۱۴۰۰

تهیه و کنترل «ضوابط طراحی ایستگاه‌های قطار شهری و حومه
(جلد سوم- ضوابط تاسیسات عمومی) » [ضابطه شماره ۳-۸۰۴]

اعضای گروه تهیه‌کننده:

فوق لیسانس مهندسی مکانیک	شرکت مهندسين مشاور پژوهش	وحید علی اکبر
لیسانس مهندسی برق	شرکت مهندسين مشاور پژوهش	محمد امین ستوده حقیقی فرد
لیسانس مهندسی مکانیک	شرکت مهندسين مشاور پژوهش	مئده بابانیانوری

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

معاون امور راه و ترابری و مدیریت عمران شهری و روستایی	وحید سعیدیان
معاون امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران	علیرضا توتونچی
رئیس گروه امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران	فرزانه آقارمضانعلی
کارشناس امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران	زینب سقایی نوش آبادی

فهرست مطالب

بخش اول: تاسیسات الکتریکی.....	أ
۱- مقدمه.....	۱
۲- تاسیسات الکتریکی ویژه.....	۱
۳- تاسیسات الکتریکی ناویژه.....	۱
۴- مبانی طراحی تاسیسات الکتریکی.....	۳
۵- سطوح ولتاژ.....	۴
۶- درجه حفاظت (مطابق با IEC 60529).....	۵
۷- شرح برخی از کدهای مورد استفاده در گزارش.....	۵
فصل ۱: سیستم روشنایی.....	۷
۱-۱- کلیات.....	۹
۲-۱- مشخصات کلی سیستم روشنایی.....	۹
۳-۱- چراغ‌های روشنایی.....	۱۱
۴-۱- نحوه آرایش چراغ‌ها در فضاهای مختلف.....	۱۱
۵-۱- سیستم روشنایی اضطراری.....	۱۲
۶-۱- روشنایی ایمنی.....	۱۲
۷-۱- حفاظت و کنترل روشنایی.....	۱۳
۸-۱- عکس‌ها و علایم شب تاب.....	۱۴
۹-۱- لوله‌ها، سیم‌ها و مدارات سیستم روشنایی.....	۱۴
۱۰-۱- طراحی و محاسبات روشنایی.....	۱۴
۱۰-۱-۱- ضریب بهره‌برداری با توجه به شرایط فضا از نظر وجود آلودگی.....	۱۵
۱۰-۱-۲- ضریب یکنواختی نور.....	۱۵
۱۱-۱- انتخاب نوع چراغ از نقطه نظر منبع نور.....	۱۶
۱۲-۱- سایر مشخصات چراغ.....	۱۶
فصل ۲: همبندی.....	۱۹
۱-۲- کلیات.....	۲۱
۲-۲- روش طراحی و اجرا.....	۲۱
۱-۲-۲- ترسیم نقشه‌های همبندی.....	۲۱
۲-۲-۲- جزییات ایجاد شبکه همبندی.....	۲۲
۳-۲-۲- سطح مقطع هادی همبندی.....	۲۴

فصل ۳: الزامات طراحی زیرساخت‌های توزیع نیرو ۲۵

۲۷	..... کلیات	۱-۳
۲۷	..... لوله کشی برق	۲-۳
۳۲	..... سینی و لدر کابل	۳-۳
۳۶	..... سیم کشی و کابل کشی	۴-۳
۳۸	..... کلید و پریزها	۵-۳

فصل ۴: محاسبات سطح مقطع سیم و کابل ۴۱

۴۳	..... کلیات	۱-۴
۴۳	..... محاسبه جریان بار (IFLA)	۲-۴
۴۳	..... مدارهای روشنایی	۱-۲-۴
۴۳	..... مدارهای پریر	۲-۲-۴
۴۳	..... بارهای مکانیکی	۳-۲-۴
۴۴	..... جریان نامی تابلوهای توزیع	۴-۲-۴
۴۴	..... جریان نامی فیدرهای پریر	۵-۲-۴
۴۵	..... جریان نامی فیدر بارهای مکانیکی	۶-۲-۴
۴۵	..... جریان نامی کلید اصلی تابلو توزیع	۷-۲-۴
۴۵	..... جریان نامی فیدر بارهای الکتریکی متفرقه	۸-۲-۴
۴۵	..... انتخاب سطح مقطع کابل یا سیم بر اساس جریان نامی کلید بالادست	۳-۴
۴۸	..... محاسبه افت ولتاژ در انتهای مسیر	۴-۴
۵۰	..... محاسبه حداقل جریان اتصال کوتاه در انتهای مسیر	۵-۴

فصل ۵: سیستم توزیع نیرو ۵۱

۵۳	..... کلیات	۱-۵
۵۴	..... تابلو M.D.B(S&N)	۲-۵
۵۴	..... تابلو M.L.P(S&N)	۳-۵
۵۴	..... تابلوهای L.P(1...N)	۴-۵
۵۴	..... تابلوهای M.M.P(S&M)	۵-۵
۵۵	..... تابلوهای M.P(1...N)	۶-۵
۵۵	..... تابلو ETLPI&2	۷-۵
۵۵	..... برخی از الزامات طراحی تابلوهای برق ایستگاه‌های مترو	۸-۵
۵۷	..... نمونه برگه اطلاعاتی تابلو ایستاده و دیواری	۹-۵

فصل ۶: سیستم مخابرات ۵۹

سیستم تلفن.....	۶-۱-	۶۱
سیستم تلفن داخلی در ایستگاه.....	۶-۱-۱-	۶۲
سیستم تلفن‌های عمومی	۶-۱-۲-	۶۲

بخش دوم: تاسیسات مکانیکی..... ۶۳

مقدمه	۶۵
-------------	----

فصل ۱: تهویه و تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی در ایستگاه‌های قطار شهری..... ۶۷

کلیات و حدود کاربرد و الزامات عملکردی.....	۱-۱-	۶۹
کدها و استانداردها	۱-۱-۱-	۶۹
روش طراحی	۱-۲-۱-	۷۰
الزامات تعمیرات و نگهداری	۱-۳-۱-	۷۱
کیفیت مصالح و تجهیزات	۱-۴-۱-	۷۲
طراحی تهویه مطبوع.....	۲-۱-	۷۳
الزامات کلی طراحی.....	۱-۲-۱-	۷۳
نرخ تهویه.....	۲-۲-۱-	۷۴
هوای تازه- فضاهای با حضور نیروی انسانی	۳-۲-۱-	۷۵
شرایط آسایش کارکنان.....	۴-۲-۱-	۷۵
هوای خروجی (تخلیه هوا).....	۵-۲-۱-	۷۵
هوای جبرانی.....	۶-۲-۱-	۷۶
جانمایی سیستم‌ها.....	۷-۲-۱-	۷۶
فشار هوای اتاق (Room Pressurization).....	۸-۲-۱-	۷۶
تجهیزات تهویه مطبوع و مصالح.....	۳-۱-	۷۷
مشخصات فنی تجهیزات اصلی سیستم‌های تهویه.....	۱-۳-۱-	۷۸
فیلتراسیون	۴-۱-	۸۰
کانال کشی.....	۵-۱-	۸۱
شفت‌های تهویه و تجهیزات	۶-۱-	۸۲
سرعت هوا در شفت‌های تهویه	۷-۱-	۸۳
کنترل سطح صدا و ارتعاش.....	۸-۱-	۸۴
سطح صدا	۱-۸-۱-	۸۴
ارتعاش.....	۲-۸-۱-	۸۵
الزامات تعمیر و نگهداری	۹-۱-	۸۶

۱۰-۱-	الزامات ویژه فضاها به تفکیک.....	۸۶
۱-۱۰-۱-	سرویس‌های بهداشتی مخصوص کارکنان.....	۸۶
۲-۱۰-۱-	اتاق فروش بلیت و نظارت بر گیت.....	۸۷
۳-۱۰-۱-	اتاق باتری.....	۸۷
۴-۱۰-۱-	فضاهای تجاری و استیجاری.....	۸۸
۵-۱۰-۱-	اتاق جمع‌آوری زباله.....	۸۸
۶-۱۰-۱-	اتاق رئیس ایستگاه.....	۸۹
۷-۱۰-۱-	اتاق‌های اداری.....	۸۹
۸-۱۰-۱-	اتاق‌های سیگنالینگ و مخابرات.....	۸۹
۹-۱۰-۱-	اتاق LPS.....	۸۹
۱۰-۱۰-۱-	اتاق UPS.....	۹۰
۱۱-۱۰-۱-	غذاخوری کارکنان.....	۹۰
۱۲-۱۰-۱-	پست تخلیه فاضلاب.....	۹۰
۱۳-۱۰-۱-	تهویه و تخلیه گاز اطفای حریق اتوماتیک گازی (در صورت وجود).....	۹۰
۱۴-۱۰-۱-	اتاق تهویه چهارم.....	۹۱

فصل ۲: تأسیسات آبرسانی در ایستگاه‌های قطار شهری..... ۹۳

۱-۲-	لیست استانداردها.....	۹۵
۲-۲-	شبکه توزیع آب سرد مصرفی.....	۹۵
۳-۲-	شبکه توزیع آب گرم.....	۹۸
۴-۲-	منبع ذخیره آب.....	۱۰۰
۵-۲-	مبانی تعیین میزان مصرف آب.....	۱۰۲
۱-۵-۲-	مصارف آبگرم بهداشتی.....	۱۰۳
۲-۵-۲-	مصارف دستگاه‌های تأسیساتی.....	۱۰۳
۳-۵-۲-	مصارف آب آتشنشانی.....	۱۰۳
۶-۲-	تامین و توزیع آب مصرفی.....	۱۰۳
۷-۲-	انتخاب مصالح.....	۱۰۴
۸-۲-	فهرست نیازمندی‌های آبرسانی و دفع فاضلاب فضاها در ایستگاه.....	۱۰۴

فصل ۳: جمع‌آوری و دفع فاضلاب و پساب در ایستگاه‌های قطار شهری..... ۱۰۷

۱-۳-	کلیات.....	۱۰۹
۲-۳-	شبکه هواکش فاضلاب.....	۱۱۲
۳-۳-	انواع و مقدار فاضلاب.....	۱۱۳

۱۱۴.....	شبکه جمع‌آوری فاضلاب سنگین.....	۱-۳-۳-
۱۱۵.....	شبکه جمع‌آوری فاضلاب سبک.....	۲-۳-۳-
۱۱۵.....	جمع‌آوری و دفع فاضلاب.....	۳-۳-۳-
۱۱۵.....	بررسی مصالح و مشخصات فنی اجزای سیستم فاضلاب.....	۴-۳-
۱۱۷.....	فصل ۴: سیستم اطفای حریق در ایستگاه‌های قطار شهری.....	
۱۱۹.....	کلیات.....	۱-۴-
۱۱۹.....	استانداردهای طراحی.....	۲-۴-
۱۲۰.....	استانداردهای تجهیزات.....	۳-۴-
۱۲۰.....	کلیات طرح.....	۴-۴-
۱۲۰.....	سیستم اطفاء حریق توسط آب.....	۵-۴-
۱۲۰.....	جعبه‌های آتش‌نشانی (لوله قائم و شلنگ).....	۱-۵-۴-
۱۲۲.....	سیستم اطفاء حریق با کپسول‌های دستی.....	۶-۴-
۱۲۳.....	روش‌های محاسباتی سیستم‌های آتش‌نشانی.....	۷-۴-
۱۲۳.....	برق اضطراری پمپ آتش‌نشانی.....	۸-۴-
۱۲۴.....	حجم مخزن ذخیره.....	۹-۴-
۱۲۴.....	مشخصات فنی اجزای سیستم آتش‌نشانی.....	۱۰-۴-
۱۲۴.....	بررسی مصالح سیستم آتش‌نشانی.....	۱۱-۴-
۱۲۵.....	پیوست‌ها.....	
۱۲۷.....	پیوست ۱: شرایط طرح داخل (بسته به مشخصات هر پروژه بایستی تدقیق گردد).....	
۱۳۰.....	پیوست ۲: الگوی ضوابط طراحی تهویه و تهویه مطبوع به تفکیک کاربری فضاها.....	
۱۳۱.....	پیوست ۳: دیاگرام سیستم اطفای حریق آبی نمونه یک ایستگاه.....	

فهرست جدول‌ها

بخش اول: تاسیسات الکتریکی

جدول ۱-۱- میانگین شدت روشنایی برحسب لوکس	۱۰
جدول ۲-۱- نوع چراغ متناسب با ماهیت هر فضا	۱۱
جدول ۳-۱- شدت روشنایی (لوکس) روشنایی اضطراری	۱۲
جدول ۴-۱- ضرایب انعکاس سطوح مختلف	۱۵
جدول ۵-۱- ضرایب کاهشی بهره‌برداری	۱۵
جدول ۶-۱- درجه حفاظت چراغ‌ها براساس محل نصب آنها	۱۷
جدول ۱-۳- انتخاب سائز لوله برق براساس تعداد هادی‌های داخل لوله	۲۸
جدول ۲-۳- مشخصات ابعاد سینی‌های کابل	۳۲
جدول ۳-۳- رنگ‌بندی سیم‌ها	۳۸
جدول ۱-۴- برآورد بار تابلوهای برق توزیع	۴۴
جدول ۲-۴- جریان مجاز کابل‌های XLPE	۴۶
جدول ۳-۴- ضریب کاهش دمای محیط	۴۷
جدول ۴-۴- ضریب کاهش همجواری کابل‌ها	۴۷
جدول ۵-۴- محدوده افت ولتاژ مجاز بر اساس مقررات مبحث ۱۳	۴۹
جدول ۶-۴- محاسبه افت ولتاژ براساس سطح مقطع کابل	۴۹
جدول ۷-۴- محاسبه حداکثر طول مدارهای محافظت شده توسط مینیاتوری‌های Type C	۵۰
جدول ۸-۴- محاسبه حداکثر طول مدارهای محافظت شده توسط مینیاتوری‌های Type B	۵۰
جدول ۱-۵- برگه اطلاعاتی تابلو ایستاده	۵۷
جدول ۲-۵- برگه اطلاعاتی تابلو دیواری	۵۸

بخش دوم: تاسیسات مکانیکی

جدول ۱-۱: حداکثر سرعت مجاز هوا در شرایط عادی	۸۴
جدول ۲-۱: حداکثر سطح مجاز صدا در شرایط عادی	۸۵
جدول ۱-۲: حداقل قطر نامی لوله‌هایی که به لوازم بهداشتی آب می‌رسانند.	۹۵
جدول ۲-۲: سرعت مناسب آب در لوله	۹۶
جدول ۳-۲: حداقل مقدار جریان و فشار آب در پشت شیرهای لوازم بهداشتی	۹۶
جدول ۴-۲: حداکثر فشار و مقدار مصرف آب در لوازم بهداشتی	۹۷
جدول ۵-۲: جنس قطعات شیرها	۹۷
جدول ۶-۲: حداقل ضخامت عایق براساس دامن دمای کاری و قطر نامی لوله	۹۹
جدول ۷-۲: قطر لوله تخلیه مخازن ذخیره آب	۱۰۱
جدول ۸-۲: میزان مصرف بهداشتی و آشامیدنی در یک ایستگاه تیپ	۱۰۲
جدول ۹-۲: میزان مصرف آبگرم در یک ایستگاه تیپ	۱۰۳
جدول ۱۰-۲: جنس قطعات شیرها	۱۰۴

جدول ۱۱-۲: شرح نیازمندی‌های آبرسانی و دفع فاضلاب فضاهای داخلی ایستگاه	۱۰۵
جدول ۱-۳: حداقل شیب لوله‌های افقی فاضلاب	۱۰۹
جدول ۲-۳: اندازه‌گذاری لوله اصلی افقی و شاخه‌های فرعی آن	۱۱۰
جدول ۳-۳: اندازه‌گذاری لوله‌های قائم فاضلاب و هواکش قائم	۱۱۱
جدول ۴-۳: حداقل اندازه سیفون‌های لوله‌ای برای لوازم بهداشتی	۱۱۱
جدول ۵-۳: اندازه‌گذاری لوله‌های فرعی هواکش (قائم فرعی یا افقی)	۱۱۳

فهرست شکل‌ها

بخش اول: تاسیسات الکتریکی

- شکل ۲-۱- دستورالعمل طرح و اجرای همبندی در ساختمان‌ها ۲۳
- شکل ۳-۱- نحوه مهار لوله‌های برق روکار با استفاده از بست اسپیت ۳۰
- شکل ۳-۲- نحوه مهار لوله‌های برق روکار با استفاده از بست چنگکی ۳۰
- شکل ۳-۳- نحوه عبور لوله‌های برق روکار از درز انبساط ۳۰
- شکل ۳-۴- نحوه برق‌رسانی به چراغ‌ها به روش انشعابی ۳۱
- شکل ۳-۵- نحوه برق‌رسانی به تجهیزات مکانیکی دارای لرزش ۳۱
- شکل ۳-۶- نحوه برق‌رسانی به چراغ‌ها به روش انشعابی ۳۱
- شکل ۳-۷- نمونه اتصالات استاندارد مربوط به سینی و نردبان کابل ۳۴
- شکل ۳-۸- نحوه ساپورت‌گیری سینی کابل ۳۵
- شکل ۵-۱: بلوک دیاگرام توزیع نیرو در سطح ایستگاه ۵۳

بخش دوم: تاسیسات مکانیکی

- شکل ۲-۱: نمودار میزان واقعی مصرف ۱۰۲
- شکل ۴-۱: شماتیک شبکه آتش‌نشانی نیم تونل‌های ایستگاه ۱۲۲

بخش اول:

تاسیسات الکتریکی

۱- مقدمه

هدف از تدوین این گزارش ارایه برخی الزامات و یا توصیه‌هایی است برای طراحی بهینه سیستم‌های الکتریکال در ساختمان مترو به منظور آرامش و آسایش بصری و نیز تامین ایمنی کارکنان و مسافران در برابر برق گرفتگی و سلامت ساختمان و تجهیزات، تاسیسات و محتویات آن از خطر آتش‌سوزی به نحوی که کلیه تجهیزات و دستگاه‌های مورد استفاده به نحو صحیح و رضایت بخش کار کند.

در طراحی تاسیسات الکتریکی ایستگاه‌ها می‌بایست به اصول بنیادی طرح (Design Criteria) توجه شده و رعایت این اصول در طراحی همواره مد نظر قرار گیرد.

بطور کلی تاسیسات الکتریکی در ایستگاه‌های مترو به دو بخش، تاسیسات الکتریکی ویژه و ناویژه تقسیم می‌گردد.

۲- تاسیسات الکتریکی ویژه

تاسیسات الکتریکی ویژه شامل پست‌های برق ۲۰ کیلو ولت به ۴۰۰ ولت، ترانسفورماتورهای کاهنده، تابلوهای ۲۰ کیلوولت و تابلو اصلی ۴۰۰ ولت، کلیه تجهیزات مرتبط با تامین برق قطارها، آسانسورها و پله برقی‌ها و تابلوهای تغذیه آنها، سیستم‌های جریان ضعیف (تلویزیون مدار بسته، سیستم اعلام حریق، سیستم اعلام خبر، سیستم صوتی، مرکز تلفن، سیستم ساعت مرکزی و غیره) و همچنین سیستم ارتینگ می‌باشد که طرح و اجرای آن خارج از حدود مطالب نگارش شده در این مبانی طراحی می‌باشد.

بر اساس استاندارد IEC 60038 سطوح ولتاژ فشار متوسط (MV) در محدوده ولتاژی 1KV تا 35KV است و گروه ولتاژ فشار متوسط در ایران دارای مقادیر 3KV, 6.6KV, 11KV, 20KV, 33KV می‌باشد. در این گزارش، مبانی طراحی در حوزه فشار متوسط با مقدار 20KV که رایج ترین سطح ولتاژ فشار متوسط در کشور است بیان می‌گردد.

۳- تاسیسات الکتریکی ناویژه

آنچه که در این مبانی طراحی مورد بررسی قرار گرفته است موضوعات و مشخصات فنی سیستم‌های ذیل می‌باشد:

- روشنایی عادی و اضطراری ایستگاه
- پریزهای عمومی برق ایستگاه
- نیرورسانی به هواکش‌های میان تونلی و هواسازهای نیم تونل‌ها
- طراحی الکتریکال سیستم تخلیه فاضلاب و تابلوهای D.W.P و نیرورسانی به تجهیزات مکانیکی

- طراحی تابلو و نیرورسانی به سیستم بوستر پمپ‌های آتش‌نشانی
 - شبکه توزیع برق از LPS به تابلوهای روشنایی
 - شبکه تلفن داخلی ایستگاه (از جمله پریزهای تلفن)
 - سیستم همبندی (Bonding)
 - برق‌رسانی به آسانسورها و پله‌های برقی
- طراحی سیستم‌های ذیل و تمرکز بر آن‌ها خارج از حدود مطالب نگارش شده در این مبانی طراحی می‌باشد.
- برق‌رسانی به تجهیزات ویژه (به استثناء موارد فوق)
 - پست‌های توزیع برق و تجهیزات آن (LPS) از جمله تابلو اصلی فشار ضعیف و سیستم اصلاح ضریب قدرت
 - سیستم‌های برق‌رسانی به ریل‌ها شامل تجهیزات رکتی فایر و غیره
 - سیستم‌های ساعت، تلویزیون مدار بسته، سیگنالینگ و مخابرات (TSC)، رادیویی، اینترکام و غیره
 - سیستم اعلام حریق^۱ (FAS)
 - سیستم حفاظت اتصال زمین شامل پست‌های برق (فشارقوی و ضعیف) و اتاق رکتی فایر (از جمله چاه‌های ارت و شبکه اصلی زمین)
 - شبکه‌های کامپیوتری
 - سیستم کنترل و هوشمندسازی^۲ (BAS)
 - سیستم صوتی
- نیازهای مشخص شده بخش تاسیسات ناویژه در ایستگاه‌های مترو از نظر مهندسی برق، پیچیدگی خاصی ندارند و به سیستم‌هایی همانند نیرورسانی، سیستم روشنایی، تلفن محدود می‌شوند. اما تدارکاتی باید فراهم شوند که در هر ایستگاه مترو لازم‌الاجرا می‌باشند. برای نمونه تأمین روشنایی اضطراری برای بعضی از فضاها و تجهیزات، تدارکات لازم برای سیستم ارتینگ و رعایت پاره ای نکات در طراحی سیستم روشنایی و غیره از جمله چنین مواردی هستند.
- برای تهیه گزارش مهندسی نه فقط استانداردها، کدها و توصیه‌های معتبری که بدان اشاره خواهد شد به عنوان شالوده و مبانی طراحی منظور می‌گردد بلکه نیازها و خواسته‌های مطرح شده در یک ایستگاه مترو نیز در نظر گرفته می‌شود.
- به بیان دقیق‌تر سیستم‌ها و روش‌هایی در طراحی انتخاب خواهند شد که ضمن حفظ استانداردها و مقررات مهندسی، با تجربیات جاری در راه آهن شهری همخوانی داشته باشد. این امر خصوصاً در دوره بهره‌برداری، به عنوان یک عامل مثبت عمل می‌کند و مشکلات احتمالی را در زمان بهره‌برداری و نگهداری، به حداقل می‌رساند.
- باتوجه به اهمیت خاص مترو، شبکه برق مورد نیاز آن بصورت انحصاری در اختیار مترو قرار می‌گیرد که قدرت مورد نیاز توسط فیدرهای اختصاصی فشار قوی در اختیار قرار می‌گیرد و امکان تغذیه دوسویه از این فیدرها موجود می‌باشد.

^۱ FAS: Fire Alarm System^۲ Building Automation System

برق فشار قوی پس از تبدیل به برق فشار متوسط (۲۰ کیلوولت) وظیفه تغذیه ایستگاه‌های مختلف خطوط مترو را بصورت رینگ به عهده خواهند داشت.

سیستم توزیع فشار متوسط از دو بخش شبکه «روشنایی-نیرو» و شبکه نیروی متحرکه تشکیل می‌گردد. کلیه تأسیسات الکتریکی ثابت از طریق شبکه «روشنایی-نیرو» یا LPS تغذیه می‌گردند. پست‌های LPS وظیفه تغذیه کلیه تأسیسات عمومی ایستگاه را به عهده دارند. در هر ایستگاه به طور معمول دو پست کامل LPS طراحی و مورد استفاده قرار می‌گیرد و دو خط کامل 20 kv موجود است.

تجهیزات موجود در ایستگاه به لحاظ اهمیت تداوم تغذیه در طول مدت بهره‌برداری در دو گروه زیر دسته‌بندی می‌شوند: گروه اول تجهیزاتی خواهند بود که از دو پست تغذیه می‌گردند که عبارتند از: تجهیزات انتقال از راه دور و مخابرات، سیگنالی‌نگ و D.W.P، تأسیسات تهویه، سیستم تجهیزات اعلام و اطفای حریق. گروه دوم تجهیزاتی هستند که از یک پست تغذیه می‌گردند، مانند: تابلوهای روشنایی عمومی ایستگاه و نیم تونل، آسانسورها و پله‌های برقی و تغذیه سیستم باطری‌های DC و همچنین روشنایی پست‌های LPS و TSS (امکان تغییر در روش‌های طراحی گروه دوم به درخواست کارفرمای محترم وجود خواهد داشت).

۴- مبانی طراحی تأسیسات الکتریکی

در تدوین این گزارش از استانداردها، مقررات، آئین‌نامه‌های معتبر همچنین نشریه‌های قابل استناد به شرح زیر استفاده شده است:

- مقررات ملی ساختمان ایران - به ویژه مبحث ۱۳ (طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمانی) و مبحث ۱۵ (آسانسورها و پله‌های برقی).
- نشریه ۱۱۰/۱ از انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی. (مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی).
- آیین‌نامه مربوط به سیستم‌های مسافری ریلی NFPA130. (استاندارد برای سیستم‌های 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)
- آئین‌نامه بین‌المللی برق IEC 60346 (استاندارد تأسیسات برقی ساختمانی).
- IEC 60364-5-52 (Low-voltage electrical installations - Selection and erection of electrical equipment - Wiring systems)

- IEC 60364-5-54 (Low-voltage electrical installations – Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors)
- آئین‌نامه بین‌المللی برق IEC 60529 (استاندارد درجه حفاظت بدنه وسایل و تجهیزات برقی).
- مبانی و ضوابط طراحی و مهندسی روشنایی، نشریه ۶۵۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی.
- EN 12464-1 Light and Lighting of Work Places-Part 1: Indoor Work Places
- IEC 61439-1 (Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules)
- IEC 61439-2 (Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies)
- IEC 60502-1 (Power cables with extruded insulation and their accessories- Part 1: Cables for rated voltages of 1 Kv ($U_m = 1,2 \text{ kV}$))
- IEC 60898-1 (Electrical accessories– Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 1:Circuit-breakers for a.c. operation)
- IEC 60947-2 (Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers)
- IEC 60947-3 (Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches,disconnectors, switch disconnectors and fuse-combination units)
- IEC 60947-4 (Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters)
- IEC 61537 (Cable management — Cable tray systems and cable ladder systems)
- IEC 62040 (Uninterruptible power systems (UPS))
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
- ISIRI 4835-1~8 (Low-Voltage switchgear and controlgear)
- ISIRI 3082 (Fire resisting characteristics of electric cables)
- ISIRI 3569 (Power cables with extruded insulation and their accessories- Part 1: Cables for rated voltages of 1 Kv ($U_m = 1,2 \text{ kV}$))
- ISIRI 5920-1~2 (Luminaires- General Rules)
- BS 7671 (The IET Wiring Regulations)
- VDE 0100 (ELECTRICAL INSTALLATIONS OF BUILDINGS)
- INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS (IEEE)

۵- سطوح ولتاژ

- سیستم فشار متوسط – 20 (KV)
- شبکه‌های فشار متوسط عمومی در ایران، با ولتاژهای ۳۳، ۲۰ و ۱۱ کیلوولتی کار می‌کنند که در این میان ولتاژ 20 (KV) رایج‌ترین آنها است.
- سیستم فشار ضعیف – 230-400 (V)
- سیستم جریان ضعیف – (سیستم‌های منتخب).

۶- درجه حفاظت (مطابق با IEC 60529)

- فضاهای با رطوبت و گرد و خاک مانند موتورخانه - IP44
- فضاهای باز با احتمال ریزش آب مانند فضاهایی که از سقف آنها لوله‌های آب می‌گذرد - IP54
- فضاهای بسته مانند مناطق اداری - IP42
- درجه حفاظت در ایستگاه‌های متروی زیر زمینی برای تابلوهای برق موجود در فضای اداری IP42 و در فضاهای تاسیساتی IP54 در نظر گرفته خواهد شد.

۷- شرح برخی از کدهای مورد استفاده در گزارش

برای رعایت اختصار در متون از برخی کدهای زیر برای ارایه مفاهیم قید شده استفاده خواهد شد:

- سیستم کنترل و هوشمند سازی - BAS : Building Automation System
- مرکز سیگنالینگ و مخابرات - TSC : Telecommunication & Signaling Center
- مقاومت در مقابل حریق - FR: Fire Resistant (Retardant)
- غیر دودزایی و غیر مولد گازهای سمی - LSHF : Low Smoke & Halogen Free
- کابل Fire Resistant منطبق با IEC331
- کابل موخر آتش (Fire or Flame Retardant) منطبق با IEC332

فصل ۱

سیستم روشنایی

۱-۱- کلیات

آسایش، ایمنی، سلامت و بهداشت حرفه‌ای و صرفه اقتصادی از نظر هزینه‌های اجرا و مصرف انرژی، از مهمترین جنبه‌هایی هستند که باید در کلیه مراحل طراحی، اجرا و بهره‌برداری از سیستم‌های روشنایی مورد توجه قرار گیرند. در تعیین ضوابط اساسی نیازهای روشنایی فضاهای مختلف ایستگاه نیز همین جنبه‌ها باید توسط طراح در مراحل ابتدایی در نظر گرفته شود. این ضوابط عبارتند از:

- شناسایی نیازهای مجموعه به شدت روشنایی در نقاط مختلف، شناسایی حداقل‌ها و مقادیر مناسب.
- میزان انعکاس نور در سطوح مکان نظیر سقف و دیوارها.
- ضریب بهره‌برداری با توجه به شرایط فضا از نظر وجود آلودگی.
- ارائه پیش‌بینی‌های لازم برای پوشش نقاط کور احتمالی در محیط و در نظر گرفتن آنها در تعداد و آرایش چراغ‌ها.
- بررسی مسیر تغذیه منابع روشنایی از منبع توان، موانع و معارضین مسیر تغذیه مانند لوله‌های آب و گاز.
- بررسی موانع و معارضین نصب چراغ‌ها در سقف و دیوارها.
- امکان‌سنجی اتصال انواع چراغ‌ها به سقف و سایر سطوح داخلی فضا با توجه به ابعاد و وزن آنها.
- نیاز به روشنایی در حالت اضطراری، اولویت‌بندی چراغ‌ها برای حالت اضطراری، پیش‌بینی مسیر تغذیه برای چراغ‌های اضطراری.
- امکان خاموش کردن یکی در میان چراغ‌ها در روز برای بهره‌گیری از نور طبیعی روز و مدیریت مصرف انرژی بدون مشکل چشمک چراغ‌ها و حفظ یکنواختی روشنایی.
- امکان‌سنجی محل نصب تجهیزات فرمان و کنترل روشنایی روی سطوح دیوارها و عدم تداخل با سایر تجهیزات پیش‌بینی شده در روی سطوح داخلی فضا.

۱-۲- مشخصات کلی سیستم روشنایی

برای تامین روشنایی فضاها و محدوده‌های مختلف ایستگاه‌های مترو، از دو سیستم روشنایی مستقل و مجزا از یکدیگر استفاده می‌شود 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 شبکه برق تغذیه کننده تابلوهای روشنایی به هر دلیل قطع شود لازم است برای انجام کارهای اضطراری و تخلیه مسافری از ایستگاه‌های مترو روشنایی حداقلی در بخش‌های مورد نیاز 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 گردد.

میزان شدت روشنایی مورد نیاز در هر فضا متناسب با خصوصیات و نوع کاربری آن فضا تعیین و توسط نرم‌افزارهای به روز روشنایی از قبیل Dialux محاسبه خواهد شد. در این راستا ضمن استفاده از plug in های شرکت‌های معتبر داخلی سازنده چراغ، فاکتورهای تاثیرگذار مهم از قبیل ضرائب نگهداری، انعکاس کف و دیوارها و... نیز در نظر گرفته می‌شود. جدول (۱-۱) میانگین شدت روشنایی فضاهای مختلف یک ایستگاه را براساس نوع کاربری آن مشخص خواهد کرد:

شدت روشنایی عمومی مورد نیاز در فضاهای مختلف به شرح جدول زیر پیشنهاد می‌گردد:

جدول ۱-۱- میانگین شدت روشنایی برحسب لوکس

محل نصب روشنایی	شدت روشنایی بر حسب Lux	ارتفاع سطح کار
اماکن عمومی و پرسنلی	۱۰۰-۲۰۰	کف
لبه سکو	۲۰۰-۲۵۰	کف
خروجی از سکو	۱۰۰-۱۵۰	کف
راهروها	۱۰۰-۱۵۰	کف
سالن فروش بلیط	۳۰۰-۲۵۰	کف
دستگاه‌های ورود و خروج	۳۰۰-۲۵۰	ارتفاع سطح میز کار
پله برقی و راه‌پله	۱۰۰-۱۵۰	سطح پله
خروجی به خیابان	۲۵۰-۲۰۰	کف
اتاق پرسنلی	۱۰۰-۱۵۰	ارتفاع سطح میز کار
اداری	۳۰۰-۲۵۰	ارتفاع سطح میز کار
رختکن	۵۰-۱۵۰	کف
راهرو اداری	۲۰۰-۱۵۰	کف
انبار	۱۰۰-۱۵۰	کف
دستشویی	۱۰۰-۱۵۰	کف
اتاق مخابرات	۳۰۰-۲۵۰	ارتفاع سطح میز کار
اتاق اپراتور ایستگاه	۳۰۰-۲۵۰	ارتفاع سطح میز کار
اتاق کنترل	۲۰۰-۲۵۰	ارتفاع سطح میز کار
حفاظ‌ها	۱۵۰-۲۰۰	کف
پست برق - رکتیفایر - RIC	۱۵۰-۲۰۰	ارتفاع سطح میز کار
اتاق تجهیزات	۱۵۰-۲۰۰	کف
اتاق کنترل تجهیزات	۱۵۰-۲۰۰	فضای تابلو
زیرسکو و کانال‌ها	۵۰-۸۰	کف
شفت تاسیساتی	۵۰-۸۰	دیوار
محل توقف ترن	۵۰-۸۰	کف
موتورخانه پله برقی	۵۰-۸۰	کف
شفت آسانسور	۵۰-۸۰	دیوارها
چاله آسانسور	۵۰-۸۰	کف
اتاق ایمنی و آتش‌نشانی	۲۵۰-۲۰۰	ارتفاع سطح میز کار
اتاق پست تخلیه فاضلاب	۱۵۰-۲۰۰	ارتفاع سطح میز کار
اتاق باتری	۱۵۰-۲۰۰	ارتفاع سطح میز کار
فضاهای تاسیساتی	۱۰۰-۱۵۰	ارتفاع سطح میز کار
تونل	۱۰-۱۵	روی ریل

۳-۱ - چراغ‌های روشنایی

در ایستگاه‌ها، چراغ‌ها غالباً از نوع سفارشی و با مشخصاتی خاص دارای شیشه سکوریت (شیشه سند بلاست)، مقاوم در مقابل گرد و خاک و رطوبت (IP54) و با بدنه‌های فلزی و با سیم‌کشی داخلی با سیم‌های مقاوم در برابر حریق، کم دود و عاری از گازهای سمی (LSHF)، ساخته می‌شوند.

در خصوص فضاهای با قابلیت انفجار که در ایستگاه‌ها انحصاراً مربوط به اتاق‌های باتری (باتریخانه‌ها) می‌گردد. چراغ‌های مورد استفاده در این فضا از نوع ضد انفجار مناسب برای نصب در zone 1 انتخاب خواهد شد.

بالاست‌ها بایستی دارای تلفات کم بوده و بدون صدا (نویز) باشند. نوع چراغ‌های هر فضا متناسب با ماهیت هر فضا مطابق جدول (۲-۱) توصیه می‌گردد.

جدول ۲-۱ - نوع چراغ متناسب با ماهیت هر فضا

محل	نوع چراغ
فضاهای اداری	لووردار 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
اتاق‌های برق (L.P.S 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
سرویس‌ها	چراغ سقفی یا دیواری واترپروف مجهز به لامپ کم مصرف و متناسب با سقف کاذب
راهروها	چراغ لووردار یا حبابدار و متناسب با سقف کاذب یا عادی
محوطه	چراغ حبابدار یا دکوراتیو با لامپ کم مصرف
فضاهای مرتفع	پروژکتورهای تخلیه در گاز از نوع ضد گرد و غبار و رطوبت
سکو (در ایستگاه‌های زیرزمینی)	چراغ لووردار یا رفلکتوری با سرپیچ ضد گرد و غبار و یا شیشه سکوریت سند بلاست

۴-۱ - نحوه آرایش چراغ‌ها در فضاهای مختلف

آرایش چراغ‌ها در سکوها می‌بایست در سقف و به شکل خط نور و به موازات دیوار سکو باشد. در نیم تونل‌ها می‌بایست چراغ‌ها بر روی دیوار و در هر دو طرف به صورت ضربدری اجرا گردد، ضمن آنکه ارتفاع نصب به گونه‌ای باشد تا شدت خیرگی برای رانندگان قطار به حداقل ممکن برسد. در تونل‌های تک مسیر، نصب چراغ‌های روشنایی بر روی یک دیوار انجام گردد.

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 چراغ‌ها باید بصورتی باشد که امکان دسترسی برای عملیات سرویس و نگهداری براحتی امکان‌پذیر باشد. با در نظر گرفتن ارتفاع مناسب برای عبور پرسنل تعمیر و نگهداری در سقف‌های کاذب در بعضی مکان‌ها می‌توان مشکل دسترسی به چراغ‌ها را بر طرف نمود.

۵-۱- سیستم روشنایی اضطراری

سیستم روشنایی اضطراری، در زمان قطع روشنایی نرمال، روشنایی حداقل را برای انجام فعالیت‌های ضروری ایستگاه و تخلیه مسافری، تأمین می‌نماید.

برق اضطراری مورد نیاز ایستگاه از منبع ۱۱۰ ولت DC توسط تابلوی DC واقع در LPS تأمین می‌شود. 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 اضطراری و کلیدهای مینیاتوری سائزهای مختلف به همراه کنتاکتورهای روشنایی به عنوان مدارات خروجی مورد نیاز باشد. دستگاه 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 است که تابلوهای روشنایی اضطراری و عادی کاملاً مجزا منظور شود، ولی می‌توان در کنار یکدیگر نصب کرد. این سیستم می‌بایست توسط سیستم BAS قابل کنترل باشد.

شدت روشنایی اضطراری مورد نیاز در این فضاها بشرح جدول (۳-۱) خواهد بود:

جدول ۳-۱- شدت روشنایی (لوکس) روشنایی اضطراری

ردیف	شرح فضا	شدت روشنایی (لوکس)
۱	راهروهای ورودی و خروجی از ایستگاه	۱۰-۲۰
۲	سالن فروش	۱۰-۲۰
۳	بخش‌های اداری و اماکن عمومی	۱۰-۲۰
۴	سکوها	۱۰-۱۵
۵	اتاق‌های اپراتور و رئیس ایستگاه	۱۰-۱۵
۶	اتاق‌های فنی	۸-۱۰
۸	سرویس‌ها	۳-۵
۹	تونل‌ها	۲-۳
۱۰	گالری‌های کابل	۱۰-۱۶

۶-۱- روشنایی ایمنی

برای راهنمای خروج مسافرین از کلیه فضاها مانند سالن فروش بلیط، بخش اداری، راه پله‌ها، فضای انتظار جلوی آسانسور، روشنایی راه‌های خروج به فضای خارج از ایستگاه و جهت خروج ایمن در مواقع خطر به خصوص در هنگام عدم دسترسی به روشنایی عادی و اضطراری، استفاده از چراغ‌های مخصوص باتری‌دار توصیه می‌گردد. به جهت سطح روشنایی بسیار کم و برای اینکه فقط راه‌های خروجی و علائم نیاز به روشنایی ایمنی دارند، شدت روشنایی متوسط ایمنی در مکان‌های اشاره شده نباید از ۱۰ لوکس کمتر باشد ضمن آنکه معیار جانمایی مناسب چراغ برای خروج مسافرین از فضاهای مسافری ایستگاه مورد نظر می‌باشد.

این چراغ‌ها که تغذیه آنها از تغذیه نزدیکترین چراغ روشنایی اضطراری اخذ می‌گردد برای رفع خرابی بموقع آن از نوع دائم روشن با ظرفیت باتری برای حداقل ۱/۵ ساعت کار در هنگام قطع برق اضطراری توصیه می‌گردد. علاوه بر نصب چراغ‌های نشانگر محل‌های خروج در محل‌های 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 روشنایی ایمنی نباید بیش از ۲۰ نقطه روشنایی از یک مدار تغذیه گردد و نیز کل جریان مدار نباید از ۶۰٪ جریان مجاز کلید حفاظتی (با اعمال ضرایب کاهش باردهی کلید حفاظتی) آن مدار بیشتر باشد.

۷-۱ - حفاظت و کنترل روشنایی

حفاظت مدارهای روشنایی ایستگاه عمدتاً بوسیله کلیدهای مینیاتوری MCB تکفاز و سه فاز نصب شده در تابلوهای روشنایی انجام می‌شود. قدرت قطع کلیدهای فوق‌الذکر که براساس طراحی انتخاب می‌گردد به طور معمول حداقل ۱۰ کیلو آمپر می‌باشد.

تابلوهای روشنایی بجز کلیدهای فوق‌الذکر مجهز به کنتاکتور روشنایی و رله ضربه جریان درنقاطی که فرمان روشنایی از بیش از یک نقطه صادر می‌شود، خواهد بود.

علاوه بر اینکه می‌توان کنترل روشنایی تمامی فضاها را در سطح تابلو انجام داد، روشنایی در فضاهای مختلف می‌بایست بصورت زیر کنترل شود:

- بخش اداری و فضاهای غیرعمومی (مانند اتاق‌های تجهیزات، موتورخانه و...) بوسیله کلیدهای قطع و وصل محلی در همان فضا
- روشن و خاموش کردن چراغ‌های محوطه و علامت مترو به وسیله فرمان از سلول فتوالکتریک به کنتاکتور مربوطه و کنترل مرکزی از اتاق رئیس ایستگاه و توسط سیستم BAS
- تابلوی مربوط به چراغ‌های اضطراری (چراغ‌های نشان دهنده خروج، روشنایی ایمنی، که از تابلوهای اضطراری تغذیه نموده و مشخص کننده مسیرهای فرار می‌باشد باطری قابل شارژ در داخل چراغ‌های خروج خواهد داشت) دارای کنتاکتور روشنایی بوده و فرمان روشن و خاموش شدن آنها از اتاق رئیس ایستگاه و تابلوی مربوطه با پیش‌بینی کلید سه حالت و نصب کنتاکتور توسط سیستم BAS خواهد بود.
- جهت روشنایی تابلوهای تبلیغاتی می‌بایست پریز تکفاز (حدکثر ۱۵۰۰ وات) بالای سقف کاذب نصب شود. کنترل روشنایی آنها نیز از اتاق رئیس ایستگاه و تابلوی مربوطه با کلید سه حالت و نصب کنتاکتور و توسط سیستم BAS می‌بایست انجام شود.
- روشن و خاموش کردن سکوها از اتاق برق و نیز از اتاق رئیس ایستگاه. همچنین برروی تابلو کلید سه وضعیتی وجود دارد که امکان قطع و وصل را مقدور می‌سازد.

- روشن و خاموش کردن فضاهای فروش بلیط، ورودی‌ها، سالن انتظار از اتاق رئیس ایستگاه. همچنین بر روی تابلو می‌بایست کلید سه وضعیتی وجود داشته باشد تا امکان قطع و وصل را مقدور سازد.
- روشن و خاموش کردن علایم هشدار دهنده و مسیرهای تردد و تابلوهای تبلیغاتی از اتاق رئیس ایستگاه و از تابلوی برق
- کلیه چراغ‌هایی که از اتاق رییس ایستگاه کنترل می‌شوند، در عین حال با اتصال به تابلوی DCU امکان کنترل شدن از طریق سیستم BMS را نیز خواهند داشت و برای این موضوع در تابلوهای روشنایی تمهیدات لازم برای کنترل و نظارت بر مدارات مربوطه پیش‌بینی می‌شود.
- در مدارهایی که توسط سیستم BMS کنترل می‌شوند در مسیر مدار فرمان و قدرت ادوات نگهدارنده فرمان پیش‌بینی می‌گردد تا در زمان مانور و یا قطع برق فرمان قبلی حفظ شود.

۸-۱- عکس‌ها و علایم شب تاب

علاوه بر روشنایی اضطراری که از اینورتر تغذیه می‌شود، کلیه مسیرهای خروج، راه پله‌ها، درب‌های خروج و کلیه موانع و عوارض در مسیرهای خروج و محل نصب کلیه وسایل آتش‌نشانی باید با نصب علایم و عکس‌های شب‌تاب قابل تشخیص گردند.

۹-۱- لوله‌ها، سیم‌ها و مدارات سیستم روشنایی

لوله‌های استفاده شده از نوع فولادی گالوانیزه عمقی داغ می‌باشند و مدارات هر سیستم (نرمال و اضطراری) در لوله‌های جداگانه‌ای اجرا می‌شوند و از یک لوله برای سیم‌کشی‌های دو سیستم استفاده نخواهد شد. عبور فازهای مختلف از یک لوله تنها در صورتی که آن فازها مربوط به یک مدار باشند مجاز خواهد بود.

حداقل سطح مقطع سیم‌ها برای روشنایی می‌بایست ۱/۵ میلی‌متر مربع بوده و تمامی مدارهای تک‌فاز سه سیمه و سه فاز پنج سیمه باشد.

۱۰-۱- طراحی و محاسبات روشنایی

محاسبات روشنایی برای تعیین تعداد چراغ‌های انتخاب شده برای هر فضا می‌بایست به کمک نرم‌افزارهای مربوطه و براساس داده‌های چراغ‌های یکی از سازندگان، ضرایب انعکاس دیواره‌ها و سقف و ضریب نگهداری تعیین شده، انجام شود. ضرایب انعکاس مورد استفاده در محاسبات روشنایی (نرم‌افزار Dialux) براساس جداول منطبق بر مقادیر مندرج در نشریه ۶۵۴ سازمان برنامه و بودجه- مبانی و ضوابط طراحی و مهندسی روشنایی و به شرح جدول (۱-۴) می‌باشد:

جدول ۱-۴- ضرایب انعکاس سطوح مختلف

پوشش سطح	ضریب انعکاس	پوشش 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
قهوه‌ای تیره	۱۵	سیاه	۵
شیشه روشن ۲ میلیمتری	۸	شیشه مات ۳ میلیمتری	۱۲
شیشه شیری ۳ میلیمتری	۵۵	آینه	۹۰

۱-۱۰-۱- ضریب بهره‌برداری با توجه به شرایط فضا از نظر وجود آلودگی

با توجه به شرایط تهویه ایستگاه‌های مترو و نیز از نقطه نظر میزان آلودگی موجود در هوا و تاثیر آن بر محاسبات روشنایی، عموم فضاهای مترو در دسته مکان‌هایی با ضریب بهره‌برداری "آلودگی متوسط" در نظر گرفته می‌شود و ضریب کاهشی آن در محاسبات روشنایی از جدول (۱-۵) استخراج می‌گردد (براساس نشریه ۶۵۴ سازمان برنامه و بودجه- مبانی و ضوابط طراحی و مهندسی روشنایی).

جدول ۱-۵- ضرایب کاهشی بهره‌برداری

درجه آلودگی محیط	LLF
آلودگی پایین	0.8
آلودگی متوسط	0.7
آلودگی بالا	0.6

۱-۱۰-۲- ضریب یکنواختی نور

با توجه به اهمیت دستیابی به پخش نور یکنواخت و جلوگیری از ایجاد نقاط کور و تاریک در طراحی روشنایی کلیه فضاها به ویژه مکان‌های پر تردد، فاکتور "U0" (نسبت حداقل شدت روشنایی به متوسط شدت روشنایی) محاسبه خواهد شد. شایان ذکر است حداقل مقدار قابل قبول ضریب فوق جهت اطمینان از دستیابی به پخش نور یکنواخت $0.4 = \frac{4}{10}$ می‌باشد.

۱۱-۱- انتخاب 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 می‌بایست مشخصات فنی به شرح ذیل:

- بهره رنگی
 - طول عمر
 - ابعاد
 - استقامت در برابر شرایط محیطی سخت نظیر شوک و لرزش
 - عدم تابش فرابنفش و فرورسرخ (UV/IR)
 - توان مصرفی
 - حرارت تولیدی و بازده
 - هزینه نگهداری
 - تعداد دفعات قطع و وصل
 - زمان راه‌اندازی
- و همچنین ملاحظات اقتصادی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی نیز در نظر گرفته شوند.

۱۲-۱- سایر 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:
- 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 چراغ‌های 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 ساپورت‌های 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 می‌باشد. همچنین جهت جلوگیری از تحمیل وزن چراغ‌ها روی سقف‌های کاذب، نحوه ساپورت‌گیری مناسب آنها مورد توجه قرار خواهد گرفت به طور مثال کلیه چراغ‌های توکار باید مجهز به هوک یا محل اتصال آویز از سقف اصلی باشند.
- دشوارترین چراغ‌ها از نقطه نظر محل نصب و شرایط تعمیر و نگهداری در ایستگاه‌های مترو، چراغ‌های منصوبه در مسیر پله‌های برقی می‌باشد که هم از نظر ارتفاع نصب و هم از نظر نیاز به تجهیزات لازم جهت دسترسی به

آنها، پیچیدگی‌های خاص خود را دارا می‌باشد. لذا در طراحی و انتخاب مدل چراغ‌های فضاهای مذکور، سعی می‌گردد تا حد امکان از چراغ‌های با ابعاد کوچک‌تر و بازده بالاتر استفاده گردد.

- ارتفاع محل نصب چراغ و انتخاب مدل‌های مناسب با نمودار پخش نور متناسب با ارتفاع نصب: نکته مهم دیگر در انتخاب منبع نوری چراغ‌ها، متناسب بودن نمودار پخش نور چراغ با ارتفاع محل نصب آن می‌باشد.
- میزان آلودگی و رطوبت موجود در فضای نصب چراغ و انتخاب چراغ‌هایی با درجه حفاظت متناسب با محل نصب: درجه حفاظت کلیه چراغ‌ها باید متناسب با محل نصب آنها از نظر میزان آلودگی و رطوبت احتمالی موجود باشد. با توجه به گرد و غبار موجود در ایستگاه‌های مترو و جهت جلوگیری از کاهش شار نوری چراغ‌ها با گذشت زمان، حداقل درجه حفاظت در نظر گرفته شده برای کلیه چراغ‌ها در بیشتر فضاها IP54 می‌باشد. همچنین جدول (۶-۱) بیانگر حداقل درجه حفاظت مورد نیاز براساس کاربری آن فضا می‌باشد:

جدول ۶-۱- درجه حفاظت چراغ‌ها براساس محل نصب آنها

ردیف	نام فضا	حداقل درجه حفاظت مورد نیاز (IP)
۱	سالن‌های بلیط فروشی - تقسیم مسافر - تراز سکو - اتاق‌های اداری - راهروها و گالری‌ها	۵۴
۲	اتاق‌های تاسیساتی از قبیل اتاق‌های هواساز - تراز زیرسکو - پمپ خانه فاضلاب و تونلها	۵۴
۳	اتاق‌های برق و فنی	۵۴
۴	سرویس بهداشتی‌ها	۵۴
۵	تونل‌های تهویه مطبوع	۵۴
۶	گالری‌های کابل تراز زیرسکو	۵۴

در خصوص چراغ‌های رفلکتوری که فاقد دیفیوزر می‌باشند استفاده از سرپیچ‌های ضد گرد و غبار پیشنهاد می‌گردد.

- جنس و نوع پوشش بدنه چراغ‌ها: به منظور جلوگیری از زنگ زدن و خوردگی بدنه چراغ‌ها، کلیه چراغ‌ها از نوع بدنه فلزی و پوشش رنگ الکترواستاتیک، آلومینیوم (دایکاست، اکستروود) و یا فولاد ضدزنگ (Stainless Steel) انتخاب می‌گردند. پوشش رنگ در چراغ‌های بدنه فلزی باید به صورت یکنواخت و در برگیرنده کلیه سطوح داخلی و خارجی آن باشد. کلیه سوراخکاری‌ها و پانچ‌های لازم در بدنه چراغ‌ها باید پیش از رنگ‌آمیزی اجرا شود و لکه‌گیری رنگ روی بدنه چراغ‌ها بعد از رنگ‌آمیزی قابل قبول نخواهد بود. همچنین در مکان‌های با رطوبت بالا از قبیل پمپ خانه فاضلاب، تونل‌های تهویه مطبوع از چراغ‌ها با بدنه استیل از سری ۳۰۰ بویژه گرید ۳۱۶ استفاده خواهد شد.
- بدنه کلیه چراغ‌ها 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 چراغ‌ها لازم و ضروری می‌باشد.
- دیفیوزر (لنز) چراغ‌ها: کلیه دیفیوزر چراغ‌ها می‌بایست از نوع:

- خود خاموش شونده (FLAME RETARDANT)
 - کم دود و عاری از گازهای سمی کلرید هیدروژن (LOW SMOKE-HALOGEN FREE)
- انتخاب می‌شوند. 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 (راه‌انداز) چراغ‌های LED:
- در صورت استفاده از لامپ‌های LED موارد زیر در انتخاب مدل و نوع درایور در نظر گرفته می‌شود:
- 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 چسب‌های سیلیکونی در محل اتصال درایور با بدنه).
 - LOW HARMONIC بودن چراغ‌ها به منظور افزایش کیفیت توان شبکه (هارمونیک تولید شده توسط کلیه درایورها-THD- باید در نقطه کار حداکثر ۱۵ درصد باشد).
 - ضریب توان حداقل ۰,۹، درایورها برای کلیه چراغ‌ها در نقطه کار.
 - FLICKER FREE بودن کلیه درایورها.
 - امکان تحمل کاهش/اضافه ولتاژ به میزان حداقل $\pm 10\%$ ولتاژ نامی بدون تاثیر در کارکرد مناسب درایور.

فصل ۲

همبندی

۲-۱- کلیات

همبندی همپتانسیل کننده (Equipotential Bonding) به معنی اتصال بدنه‌ها، سازه‌ها، تجهیزات و تاسیسات الکتریکی و غیر الکتریکی فلزی است که می‌توانند در دسترس یک شخص قرار بگیرند. از این رو همبندی می‌تواند از شکل‌گیری اختلاف پتانسیل خطرناک بین نقاط هادی در دسترس افراد جلوگیری نماید.

براساس مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان و همچنین اصول مطرح در استانداردهای بین‌المللی اعمال همبندی در کلیه ساختمان‌ها با هر نوع کاربری اجباری است و اجرای آن مزایای زیر را به همراه خواهد داشت:

- مطمئن‌ترین روش جلوگیری از برق گرفتگی ناشی از تماس غیرمستقیم (به کمک هم ولتاژ کردن نقاط در دسترس)
- کاهش خطر آتش‌سوزی‌های ناشی از برق.
- حفاظت از آسیب دیدن تجهیزات الکترونیکی، مخابراتی و اتوماسیون.
- کاهش مقاومت سیستم زمین ساختمان و افزایش سرعت عملکرد وسایل حفاظتی.
- کاهش اثرات الکتریسته ساکن (Electro Static Discharge) و کمک به بهبود سازگاری الکترومغناطیسی (Electro Magnetic Compatibility) که موجب کاهش تداخل امواج الکترو مغناطیسی (Electro Magnetic Interference) می‌شود.
- رفع نگرانی ناشی از عدم اطمینان به عملکرد وسایل حفاظتی.

جهت اجرای همبندی باید هادی حفاظتی، هادی خنثی (به صورت غیرمستقیم)، لوله‌های اصلی فلزی آب، لوله‌ها و کانال‌های فلزی، ریل‌های کابین و ریل‌های وزنه تعادل آسانسورها، سینی‌های فلزی کابل و سایر تاسیسات در ایستگاه‌ها، الکتروود اصلی و تمامی قسمت‌های اصلی فلزی ساختمان مانند آرماتورها، بتن مسلح را بوسیله هادی جداگانه بر روی شینه اصلی اتصال زمین سازه به یکدیگر متصل نمود.

لذا با توجه به وجود مقاومت الکتریکی در اتصالات عادی بین میلگردهای بتن مسلح، بایستی پیش از هر مرحله بتن‌ریزی، اتصالات الکتریکی مطمئنی را بوجود آورد و سپس شبکه ایجاد شده را به اتصال زمین ساختمان و سازه متصل نمود.

۲-۲- روش طراحی و اجرا

۲-۲-۱- ترسیم نقشه‌های همبندی

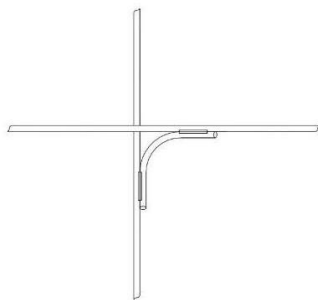
نقشه‌های همبندی اصلی و اضافی بایستی بر روی فونداسیون و شمع‌های سازه ترسیم و جزئیات لازم به آنها افزوده شود.

همبندی با ایجاد شبکه‌ای در فونداسیون و میلگردها و ستون‌های سازه و در همه طبقات انجام می‌گردد و در فونداسیون‌های یکپارچه، هادی همبند کننده بایستی علاوه بر پوشش دادن خط پیرامونی فونداسیون، در طول و عرض ساختمان، حداقل در هر ۲۰ متر، یک انشعاب داشته باشد.

۲-۲-۲- جزئیات ایجاد شبکه همبندی

هادی همبند کننده، یک رشته سیم و یا تسمه از جنس مس و یا آلومینیوم است و یا اینکه یک عدد میلگرد و یا یک تیر یا ستون فلزی است که براساس طرح همبندی در سقف‌ها و ستون‌های سازه قرار می‌گیرد. توصیه می‌شود به منظور سهولت و سرعت در اجرا، اطمینان بیشتر از اجرای درست و تداخل کمتر با عملیات سازه‌ای از هادی مسی به عنوان هادی همبندی استفاده گردد. لیکن به لحاظ اقتصادی هادی همبندی می‌تواند یکی از میلگردهای موجود در ستون‌های سازه و یا یک میلگرد اضافی باشد که به میلگردهای موجود سازه اضافه شده است (بکارگیری میلگردهای موجود سازه به عنوان میلگرد همبندی، منوط به کسب اجازه از مهندس ناظر سازه است). میلگردهای اضافی همبندی را می‌بایست با همان روش بستن میلگردهای اصلی سازه، اجرا نمود و تمامی قطعات شبکه همبند، از طریق اتصالات الکتریکی مطمئن به یکدیگر وصل شوند به نحوی که مقاومت الکتریکی بین اجزا این شبکه به حداقل ممکن کاهش یابد.

در این خصوص باید توجه کرد که اتصال الکتریکی مطمئن بین قطعات میلگرد همبندی به وسیله جوشکاری به وجود می‌آید. جزئیات آن به شکل ذیل می‌باشد. طول جوش نیز در شکل ذیل نشان داده شده است.

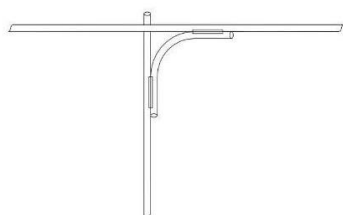


نحوه جوشکاری میلگردها در یک تقاطع چهارراه

شکل ۱-۱-۲

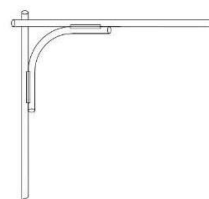
نحوه جوشکاری میلگردهای طولی
(جوشکاری Overlap ها)

شکل ۱-۱-۱



نحوه جوشکاری میلگردها در یک تقاطع سه راه

شکل ۱-۱-۴



نحوه جوشکاری میلگردها در یک گوشه

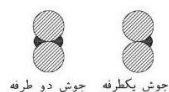
شکل ۱-۱-۳

جدول ۱-۱

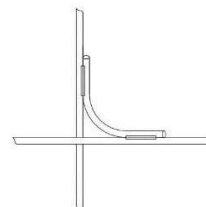
طول جوش		نوع آرماتور
دو طرفه	یک طرفه	
3d	6d	AI
4d	8d	AII
5d	10d	AIII

d = قطر آرماتور (میلگرد)

آرماتور AI از نوع ساده و آرماتورهای AII و AIII از نوع آج دار هستند.



جوش دو طرفه جوش یک طرفه



نحوه جوشکاری میلگردهای شناژ یا شالوده
به ستون (میلگردهای افقی به عمودی)

شکل ۱-۱-۵

شکل ۱-۲- دستورالعمل طرح و اجرای همبندی در ساختمانها

۲-۲-۳- سطح مقطع هادی همبندی

سطح مقطع هادی همبندی اصلی چنانچه از جنس مس باشد (Cu) نباید از 6mm کمتر و لزومی نخواهد داشت که از 25mm² بیشتر باشد.

چنانچه هادی همبندی از جنس فولاد و از نوع میلگرد باشد نباید از میلگرد نمره ۸ کمتر و لزومی هم ندارد که از میلگرد نمره ۱۶ بیشتر باشد.

بین این دو سطح مقطع، سطح مقطع هادی همبندی اصلی نباید از نصف سطح بزرگترین هادی حفاظتی که به ترمینال اصلی اتصال زمین وصل شده کوچکتر باشد.

فصل ۳

الزامات طراحی

زیرساخت‌های توزیع نیرو

۳-۱- کلیات

در این فصل الزامات طراحی زیرساخت‌های توزیع نیرو و حدفصل تابلوهای توزیع تا مصرف کننده‌ها شامل لوله‌های برق- سینی و نردبان کابل- سیم‌کشی- کابل‌کشی و ادوات سیم‌کشی از قبیل کلید و پریزها عنوان می‌گردد.

۳-۲- لوله‌کشی برق

- تمامی سیم‌کشی‌های داخل ایستگاه اعم از روکار یا توکار باید داخل لوله‌های مخصوص برق فولادی از نوع گالوانیزه عمقی داغ و با رعایت الزامات مشروحه زیر و بر اساس استانداردهای:
 - EN 50086-1&2 Specification for Conduit systems for cable management.
 - EN 61386-1 Conduit Systems for Electrical Installations
 اجرا گردد.
- سیستم‌های زیر باید توسط لوله‌های جداگانه اجرا گردد:
 - سیستم برق‌رسانی به پریزهای عمومی
 - سیستم برق‌رسانی به پریزهای اضطراری
 - سیستم روشنایی نرمال
 - سیستم روشنایی اضطراری
 - سیستم برق‌رسانی به فن کویل‌ها (در صورت وجود)
 - سیستم‌های جریان ضعیف (مخابرات)
- لوله‌کشی برق در کلیه فضاهای تاسیساتی- تجهیزاتی مانند اتاق‌های برق- اتاق هواساز- تونل‌های تهویه هوا- پمپ‌خانه فاضلاب- تراز زیر سکو- داخل سقف‌های کاذب به صورت روکار و در سایر فضاهای ایستگاه مانند اتاق‌های اداری- کنترل- ترازهای تقسیم مسافر و بلیط فروشی- سرویس‌های بهداشتی و به صورت توکار اجرا خواهد گردید.
- کلیه لوله‌های برق اعم از روکار یا توکار از نوع فولادی گالوانیزه عمقی داغ می‌باشد.
- محاسبات و انتخاب سطح مقطع کلیه لوله‌های برق به گونه‌ای می‌باشد که در هر لوله حداقل ۳۰ درصد فضای خالی، جهت سیم‌کشی‌های آتی فراهم باشد. بدین ترتیب حداقل قطر لوله‌ها برق براساس تعداد و سطح مقطع هادی‌های داخل لوله و مطابق جدول (۳-۱) انتخاب خواهد گردید.

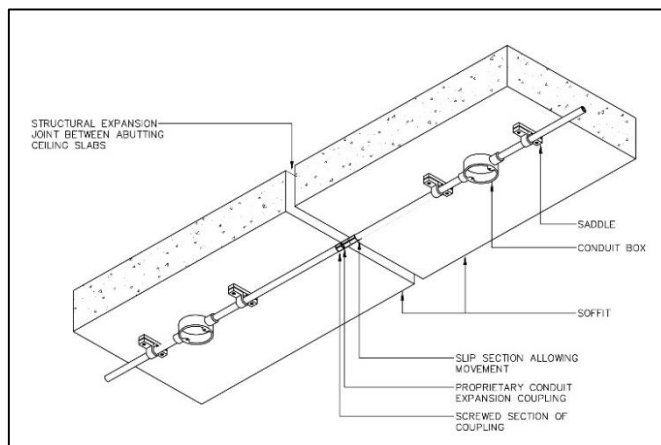
جدول ۳-۱- انتخاب سایز لوله برق براساس تعداد هادی‌های داخل لوله

تعداد هادی سطح مقطع	۲	۳	۴	۵
۱,۵	PG 13.5	PG 13.5	PG 16	PG 16
۲,۵	PG 13.5	PG 13.5	PG 16	PG 16
۴	PG 16	PG 16	PG 21	PG 21
۶	PG 21	PG 21	PG 29	PG 29

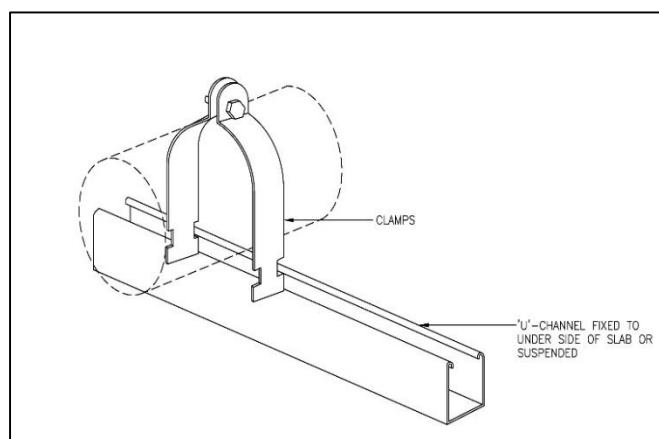
- تمامی لوله‌کشی‌های برق باید از تابلوی برق مربوطه شروع و به جعبه تقسیم یا جعبه کلید و پریز ختم گردد. بدین ترتیب باقی‌گذارن سرلوله به طور آزاد و یا کور کردن آن مجاز نمی‌باشد.
- کلیه جعبه تقسیم‌ها باید مجهز به درب بوده و حداقل با استفاده از دو عدد پیچ به بدنه متصل گردد. همچنین در مکان‌های مرطوب و نمناک از قبیل تراز زیرسکو- سرویس‌های بهداشتی- اتاق‌های هواساز، درب‌های جعبه تقسیم‌ها باید دارای واشر آب‌بندی باشد.
- کلیه لوله‌های برق توکار باید به موازات خط الراس دیوارها و سقف و یا عمود بر آنها اجرا گردد و اجرای مورب آن مجاز نمی‌باشد.
- در مواردی که لوله از درز انبساط ایستگاه عبور می‌نماید باید از لوله‌های قابل انعطاف استفاده گردد تا اجازه انبساط و انقباض آزادانه به لوله داده شود (شکل ۳-۳).
- شعاع خمش داخلی لوله‌ها نباید از ۸ برابر قطر خارجی لوله کمتر باشد. همچنین تعداد خم‌های مجاز در مسیر لوله‌کشی بین دو نقطه اتصال مکانیکی مانند دو جعبه (اعم از جعبه تقسیم و یا جعبه کلید و پریز) نباید از ۴ عدد بیشتر باشد، در غیر اینصورت باید از جعبه‌های کششی (PULL BOX) استفاده گردد.
- جهت سهولت در امر سیم‌کشی در مسیرهای طولانی، باید از جعبه‌های کششی (PULL BOX) به فاصله‌های حداکثر ۲۰ متر استفاده گردد.
- تمامی لوله‌ها باید از یک نقطه اتصال تا نقطه اتصال دیگر (جعبه تقسیم و یا جعبه کلید و پریز) به صورت پیوسته امتداد یابد.
- در مسیر لوله‌کشی روکار و یا توکار در هر نقطه اتصال از قبیل چراغ، کلید، پریز و مانند آن باید یک جعبه متناسب با مورد کاربرد نصب شود.
- برق‌رسانی به کلیه چراغ‌ها باید به صورت شعاعی و با استفاده از جعبه تقسیم صورت پذیرد و استفاده از روش "چراغ به چراغ (THRU WIRING)" مجاز نمی‌باشد (شکل‌های ۳-۴ و ۳-۶).
- اندازه جعبه‌های تقسیم یا کشش باید طوری انتخاب شود که فضای کافی برای سیم‌ها و کابل‌های داخل آن وجود داشته باشد.

- در لوله‌کشی‌های فلزی، کلیه اتصالات اعم از لوله و جعبه‌ها باید به نحوی انجام شود که اتصال موثر الکتریکی تحقق پذیرد. این مورد به ویژه در خصوص اتصال زمین لوله‌های فولادی حائز اهمیت می‌باشد. همچنین کلیه جعبه تقسیم‌های باید به سیستم زمین ایستگاه متصل شوند.
- کلیه لوله‌های فولادی باید توسط بوشن و براس بوش به بدنه تابلوهای برق متصل شوند.
- به منظور حفاظت لوله‌های برق در محل عبور از دیوار، کف بتنی یا هر گونه پارتیشن ساختمانی، پیش‌بینی غلاف فولادی، سیمانی یا پلاستیکی صلب الزامی می‌باشد.
- جهت اجرای لوله‌های برق توکار، شیار زنی روی سطوح بنایی توسط تجهیزات مخصوص الزامی باشد. عرض شیار باید متناسب با تعداد لوله‌ها و عمق شیار باید به گونه‌ای باشد که سطح خارجی لوله نصب شده تا سطح تمام شده دیوار حداقل ۱۵ میلیمتر فاصله داشته باشد.
- تمامی جعبه‌های توکار (اعم از جعبه تقسیم و یا جعبه کلید و پریر) باید به گونه‌ای نصب شوند که لبه خارجی آنها با سطح تمام شده دیوار در یک راستا قرار گیرند.
- به منظور جلوگیری از صدمه دیدن سیم‌های داخل لوله‌های توکار هنگام عملیات بنایی، سیم‌کشی داخل لوله باید پس از اتمام عملیات نازک کاری ایستگاه انجام شود. همچنین جهت سهولت در عملیات سیم‌کشی می‌توان از نخ‌های مخصوص سیم‌کشی داخل لوله‌های توکار و در مسیرهای طولانی استفاده نمود.
- در سیستم لوله کشی روکار، تمامی اتصالات باید از نوع پیچی باشد و به وسیله پیچ و مهره و بوشن و زانو استاندارد به یکدیگر متصل شوند. هر گونه اتصال جوشی یا اتصالی که سبب از بین رفتن پوشش گالوانیزه لوله‌ها شود ممنوع می‌باشد (شکل ۳-۱).
- کلیه لوله‌های روکار باید توسط بست‌های مخصوص (بست اسپیت یا چنگکی) به دیوار یا سقف مهار شود. فاصله بست‌ها در هیچ حالتی نباید از ۱۰۰ سانتیمتر بیشتر شود. بست‌ها باید به وسیله پیچ و رول پلاگ به دیوار یا سقف محکم شده و حداقل توسط دو پیچ لوله‌های برق را مهار نماید. در این حالت لوله‌ها باید حداقل ۶ میلیمتر با سطوح مجاور خود فاصله داشته باشند (شکل‌های ۳-۱ و ۳-۲).
- در موارد اتصال لوله‌های فولادی به جعبه تقسیم‌ها باید از بوشن و براس بوش جهت قفل شدن اتصال استفاده شود (شکل ۳-۶).
- مهار لوله‌های برق به وسیله سیم‌های رابیتس بندی سقف کاذب گچی یا آویزهای مربوط به سقف‌های کناف ممنوع بوده و لوله‌های برق حتی‌الامکان باید به سقف اصلی مهار گردند. در غیر اینصورت درنظر گرفتن ساپورت‌های مناسب مستقل از سازه سقف کاذب ضروری می‌باشد.
- اتصال لوله‌های برق به دستگاه‌های دارای لرزش مانند پمپ‌ها یا موتورهای الکتریکی باید توسط لوله‌های فولادی گالوانیزه قابل انعطاف با طول حداقل ۲۰ سانتیمتر انجام شود (شکل ۳-۵).

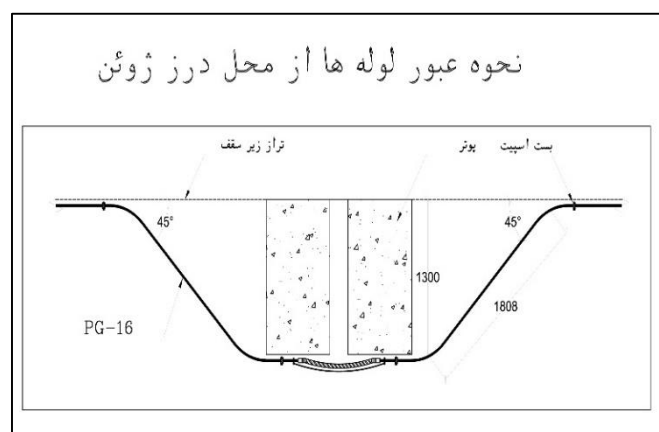
- در خصوص سربندی کلیه چراغ‌ها اعم از توکار یا روکار، لوله برق حداقل چراغ تا جعبه تقسیم متناظر آن باید توسط لوله فولادی قابل انعطاف و با طول حداکثر ۵۰ سانتیمتر اجرا گردد. لوله مذکور باید از دو طرف توسط اتصالات استاندارد به چراغ و جعبه تقسیم قفل شود (شکل ۳-۶).



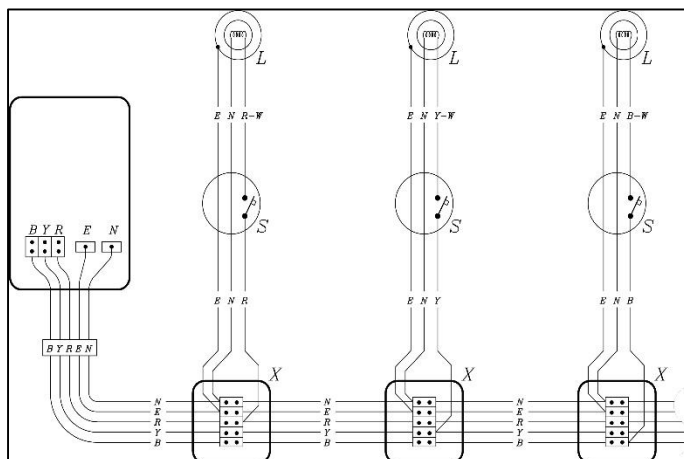
شکل ۳-۱- نحوه مهار لوله‌های برق روکار با استفاده از بست اسپیت



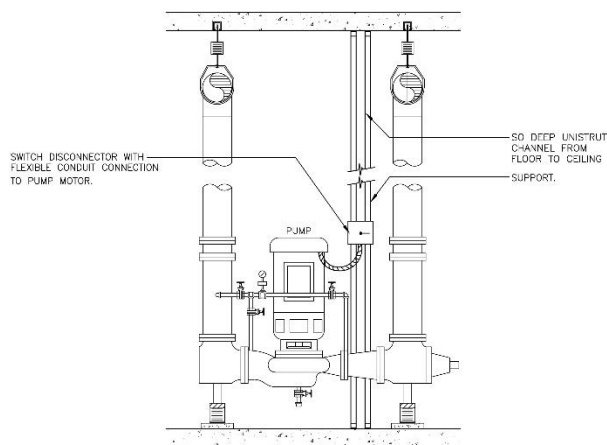
شکل ۳-۲- نحوه مهار لوله‌های برق روکار با استفاده از بست چنگکی



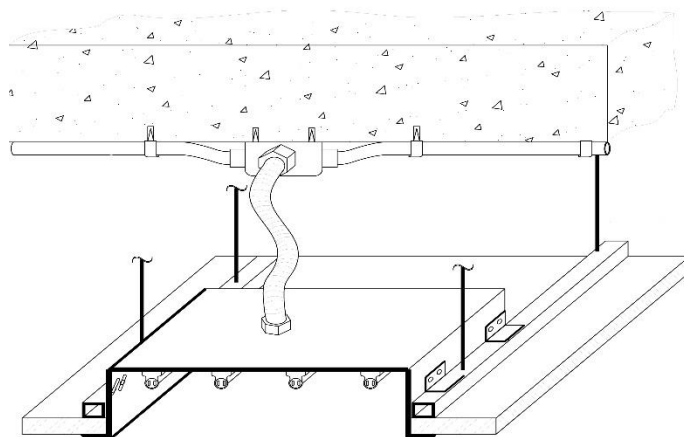
شکل ۳-۳- نحوه عبور لوله‌های برق روکار از درز انبساط



شکل ۳-۴- نحوه برق‌رسانی به چراغ‌ها به روش انشعابی



شکل ۳-۵- نحوه برق‌رسانی به تجهیزات مکانیکی دارای لرزش



شکل ۳-۶- نحوه برق‌رسانی به چراغ‌ها به روش انشعابی

۳-۳- سینی و لدر کابل

- کلیه کابل‌های برق (قدرت و جریان ضعیف) باید توسط سینی‌های کابل در مسیرهای افقی و نردبان کابل در مسیرهای عمودی با رعایت الزامات مشروحه زیر و براساس استانداردهای:

- IEC 61537 Cable tray systems and cable ladder systems
- EN ISO 1461 Hot dipped galvanized coating on iron and steel articles.

محافظت گردند.

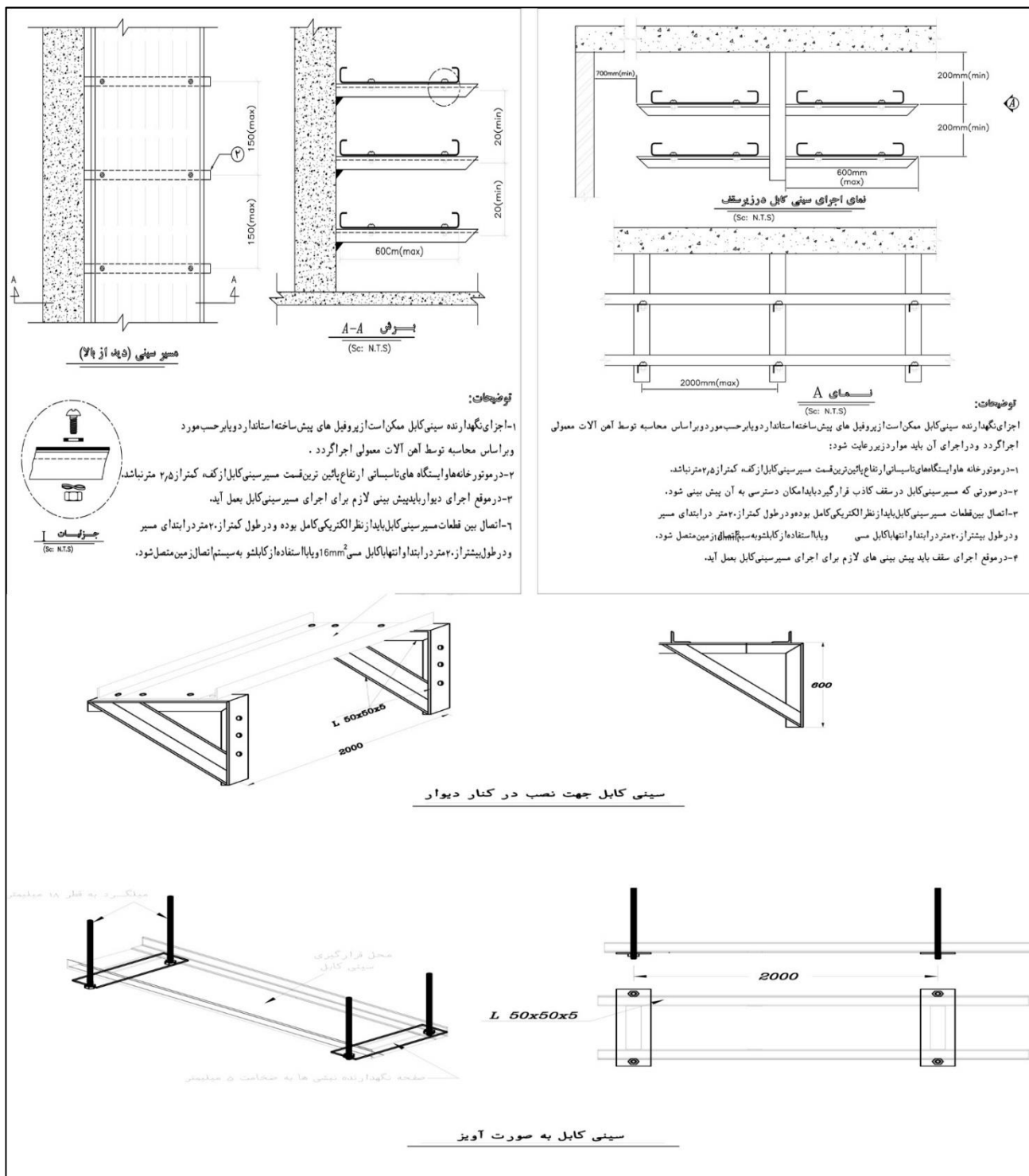
- کلیه سینی‌های کابل مورد استفاده باید از نوع گالوانیزه عمقی داغ سوراخدار (PERFORATED CABLE TRAY) انتخاب شود. براساس استاندارد IEC 60364-5-52 مجموع مساحت سوراخ‌های روی سطح سینی کابل باید حداقل برابر با ۳۰٪ مساحت کل سینی کابل باشد تا تهویه هوای اطراف کابل‌ها به خوبی صورت بپذیرد.
- کلیه سینی‌های کابل باید از نوع ۶ خم انتخاب شوند.
- ضخامت ورق سینی کابل و ارتفاع لبه‌های آن براساس جدول (۳-۲) انتخاب خواهد شد:

جدول ۳-۲- مشخصات ابعاد سینی‌های کابل

عرض سینی	W=10 cm	W=20 cm	W=30 cm	W=40 cm	W=50 cm	W=60 cm
ضخامت ورق سینی کابل (میلیمتر)	۱,۲۵	۱,۲۵	۱,۵	۱,۵	۲	۲
ارتفاع لبه سینی کابل (میلیمتر)	۴۰	۴۰	۴۰	۶۰	۶۰	۶۰

- مشخصات کلیه اتصالات سینی کابل از قبیل زانو، سه راهی، چهار راهی و رابط‌های آن باید مشابه جدول (۳-۲) و از نوع استاندارد آن انتخاب گردد.
- سینی‌های کابل باید توسط رابط استاندارد سینی و پیچ و مهره‌های گالوانیزه به یکدیگر متصل شوند. استفاده از جوش آهن یا سایر روش‌هایی که سبب از بین رفتن پوشش گالوانیزه سینی کابل می‌گردد ممنوع می‌باشد.
- کلیه سینی‌های کابل باید توسط ساپورت‌های فلزی (از نوع سنتی یا پیش ساخته) به سازه‌های اصلی ساختمان مهار گردند. فاصله و نوع پروفیل‌های استفاده شده بستگی به میزان بار روی سینی‌ها دارد که در هنگام اجرا توسط واحد سازه طراحی و ساخته خواهد شد. ولی در هیچ حالت فاصله بین دو ساپورت متوالی نباید از ۲ متر تجاوز نماید.
- کلیه سینی‌های کابل در محل عبور از روی ساپورت‌ها باید حداقل در ۲ نقطه به ساپورت‌ها پیچ و مهره گردند. جهت جلوگیری از واکنش گالوانیک و خورده شدن سینی‌ها، استفاده از پیچ و مهره‌های گالوانیزه الزامی می‌باشد.

- استفاده از جوش آهن یا سایر روش‌هایی که سبب از بین رفتن پوشش گالوانیزه سینی کابل می‌گردد برای مهار کردن سینی‌های کابل روی ساپورت‌ها ممنوع می‌باشد.
- استفاده از اتصالات در مسیر سینی کابل باید به گونه‌ای انجام شود که اطمینان کافی از پیوستگی الکتریکی در کل مسیر حاصل گردد.
 - طراحی و انتخاب عرض سینی‌های کابل براساس تعداد کابل‌های موجود در هر سینی و در نظر گرفتن حداقل ۳۰٪ فضای خالی جهت کابل‌کشی‌های آتی در نظر گرفته شود. همچنین آرایش کلیه کابل‌های داخل سینی در یک لایه و با فواصل مناسب جهت نصب بست‌های استاندارد طراحی خواهد گردید.
 - تغییر جهت سینی‌های کابل از حالت افقی به عمودی باید توسط اتصالات استاندارد (زانوهای چند تکه قابل تنظیم) و با رعایت حداقل شعاع خمش بزرگترین کابل موجود در سینی کابل انجام شود.
 - هرگونه برشکاری احتمالی سینی‌های کابل باید از قسمت صاف (بدون سوراخ) آن انجام شده و قسمت‌های برش خورده جهت حفاظت در برابر زنگ زدگی توسط ۲ لایه محافظ زینک ریچ پوشانده شود.
 - حداقل فاصله لبه سینی کابل تا سطوح مجاور آن نباید کمتر از ۳،۰ قطر خارجی بزرگترین کابل چند کور موجود روی سینی کابل یا ۲۰ میلی‌متر (هر کدام بزرگتر باشد) کمتر باشد.
 - جهت جلوگیری از صدمات مکانیکی ناشی از وقوع اتصال کوتاه‌های احتمالی، کلیه کابل‌های داخل سینی باید توسط بست‌های استاندارد به سینی کابل مهار شوند. فاصله بست‌ها در مسیرهای افقی حداکثر ۱۰ متر و در مسیرهای قائم حداکثر ۱،۵ متر می‌باشند.
 - در طراحی مسیرهای سینی کابل، حتی‌الامکان از دو سینی مجزا جهت عبور کابل‌های جریان ضعیف و فشار ضعیف استفاده خواهد شد و در مسیرهایی که به ناچار باید از یک سینی استفاده شود، کابل‌های جریان ضعیف و فشار ضعیف باید توسط پارتیشن فلزی از یکدیگر جدا شوند.



شکل ۳-۸- نحوه ساپورت‌گیری سینی کابل

۳-۴- سیم‌کشی و کابل‌کشی

- کلیه کابل‌ها و سیم‌های بکار رفته در ایستگاه‌ها با توجه به زیرزمینی بودن آنها، از نوع مقاوم در برابر حریق، کم دود و عاری از گازهای سمی (Low Smoke & Halogen Free: LSHF) می‌باشند. موضوع مقاومت در برابر حریق اصولاً به دو بخش تقسیم می‌گردد:

- کابل‌های مقاوم در برابر حریق منطبق بر کد IEC331 تحت نام Fire Resistant

- کابل‌های موخر آتش منطبق بر کد IEC332 تحت نام Fire or Flame Retardant

توصیه می‌گردد با توجه به اینکه مقاومت در برابر حریق در کد IEC331 بالاتر و موثرتر می‌باشد در کلیه موارد از کابل‌های منطبق با این کد استفاده شود و در برخی موارد مثل کابل‌ها و سیم‌های بکار رفته در داخل تجهیزات مانند تابلوها از مشخصات منطبق با کد IEC332 استفاده شود.

- در طراحی سطح مقطع کابل‌ها جهت مدارهای سه فاز، تا سطح مقطع ۱۶ میلیمتر مربع از کابل‌های ۵ رشته (MULTI CORE) و از سطح مقطع ۲۵ تا ۹۵ میلیمترمربع از کابل‌های ۳،۵ یا ۴ رشته (MULTI CORE) و از سطح مقطع ۱۲۰ تا ۲۴۰ میلیمتر مربع از کابل‌های تک رشته (SINGLE CORE) استفاده خواهد شد.
- با توجه به اینکه سیستم نیرورسانی در ایستگاه از نوع TNS می‌باشد 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 (کابل‌های ۵ رشته‌ای) استفاده گردد.
- بزرگترین سطح مقطع کابل مورد استفاده در طراحی کابل‌ها، 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.
- استانداردهای اجباری ساخت سیم و کابل‌ها عبارتند از:

- IEC 60228 Conductors for Insulated Cables.
- IEC 60332-1-1 TO 3 Tests on electric cables.
- IEC 60332-2-1 TO 2 Tests on electric cables under fire conditions.
- IEC 50363 Part 0 to 10 Insulating , sheathing and covering material for Low

مفاد ذیل در طراحی پلان‌های سیم‌کشی و کابل‌کشی در سطح ایستگاه مترو در نظر گرفته خواهد شد:

(۱) هادی‌های 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 هادی‌های 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.

(۲) استفاده از نول مشترک برای چند مدار اصلی که دارای حفاظت مستقل می‌باشند، مجاز نمی‌باشد.

(۳) استفاده از شفت آسانسور جهت عبور لوله برق مجاز نمی‌باشد.

(۴) هنگام عملیات کابل‌کشی شعاع خمش کابل‌ها نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:

الف) در کابل‌های زرده‌دار، هم مرکز و هم محور از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$r = 9(D + d)$$

ب) در کابل‌های بدون روپوش فلزی و زرده‌دار با عایق پلی وینیل کلراید (PVC)، کابل با عایق کراسلینک پلی اتیلن XLPE و غیره باید رابطه زیر رعایت گردد:

$$r = 8(D + d)$$

r: شعاع خمش کابل

D: قطر خارجی کابل

d: قطر هادی بزرگترین رشته کابل

A: سطح مقطع کابل

۵) جهت سربندی کلیه چراغ‌ها، 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.

۶) اتصال کابل‌ها به شینه‌های تابلوهای برق باید توسط کابلشوهای پرسی و پیچ و مهره گالوانیزه مجاز می‌باشد.

۷) در محل عبور کابل‌ها از درزهای انبساط ساختمان باید تمهیدات لازم جهت انبساط و انقباض کابل‌ها در نظر گرفته شود.

۸) حداقل فاصله کابل‌های فشار ضعیف با لوله‌های تاسیساتی از قبیل لوله‌های آب و فاضلاب برابر ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود.

۹) جهت اتصالات سیم‌ها به یکدیگر یا انشعاب‌گیری باید از ترمینال‌های پیچی استاندارد (چینی- باکالیتی) داخل جعبه‌های تقسیم استفاده نمود. پیچیدن سیم‌ها به دور هم برای اتصال الکتریکی و عایق‌بندی آنها توسط چسب برق ممنوع می‌باشد.

۱۰) کلیه مدارهای منتهی به تابلوهای برق باید توسط برچسب‌های مخصوص بر اساس کد موجود در نقش‌های چون ساخت کدگذاری گردد.

۱۱) کلیه هادی‌های نول باید به صورت مجزا به شینه یا ترمینال‌های در نظر گرفته شده متصل گردد و اتصال دو یا چند سیم نول بهم بسته شده به شینه نول تابلو مجاز نمی‌باشد.

۱۲) 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.

۱۳) رنگ‌بندی هادی فاز- نول و ارت به شرح جدول زیر می‌باشد:

جدول ۳-۳- رنگ‌بندی سیم‌ها

ارت	نول	فاز سوم	فاز دوم	فاز اول	
سبز و زرد	آبی کم رنگ	---	---	قرمز	مدار تک‌فاز
سبز و زرد	آبی کم رنگ	مشکی	زرد	قرمز	مدار سه فاز
رنگ فاز برگشتی از چراغ‌ها خاکستری یا سفید می‌باشد.					

۳-۵- کلید و پریزها

- ولتاژ نامی کلیدهای روشنایی 250° ولت و جریان نامی آنها با توجه به نوع باری که قطع و وصل می‌شود به روش زیر محاسبه می‌شود:
 - لامپ‌های رشته‌ای: جریان نامی کلید بزرگتر یا مساوی جریان مصرفی انتخاب می‌گردد.
 - لامپ‌های LED: جریان نامی کلید بزرگتر یا مساوی $1,25$ برابر جریان مصرفی انتخاب می‌گردد.
 - لامپ‌های تخلیه در گاز یا لامپ‌های فلورسنت با خازن اصلاح ضریب توان: به دلیل جریان هجومی قابل توجه، جریان نامی کلید $1,5$ برابر جریان مصرفی انتخاب می‌گردد.
- *با توجه به توضیحات فوق و با توجه به اینکه کلیدهای روشنایی موجود در بازار ایران، 10 آمپر می‌باشند، در طراحی کنترل چراغ‌های LED فضاهای مختلف، همواره از 80 درصد ظرفیت نامی کلید در محاسبات استفاده خواهد گردید.
- کلیدهای روشنایی فضاهای مختلف جنب درب ورودی و در طرف قفل درب قرار می‌گیرد. در این حالت فاصله لبه کلید تا چهارچوب درب نباید از 10 سانتیمتر کمتر و از 30 سانتیمتر بیشتر باشد.
- جهت نصب مکانیزم کلیدها باید به گونه‌ای باشد که پل‌های کلید رو به پایین چراغ‌ها را روشن و رو به بالا چراغ‌ها را خاموش نماید.
- ارتفاع نصب کلیدهای روشنایی در کلیه فضاها 110 سانتیمتر می‌باشد.
- کلیه کلیدهای منصوبه در اتاق‌های باتری از نوع ضد انفجار می‌باشد.
- ولتاژ و جریان نامی پریزهای مورد استفاده در فضاهای مختلف ایستگاه به شرح زیر می‌باشد:
 - پریزهای تک فاز: ولتاژ نامی حداقل 250° ولت- جریان نامی 16 آمپر
 - پریزهای سه فاز: ولتاژ نامی حداقل 250° ولت- جریان نامی 25 آمپر
- کلیه پریزهای مورد استفاده دارای کنتاکت ارت (شوکو) می‌باشند.
- در برق‌رسانی به پریزها از روش شعاعی استفاده خواهد شد. بدین ترتیب سیم‌کشی پریز به پریز ممنوع بوده و باید جهت هر پریز یک جعبه تقسیم داخل سقف کاذب نصب گردد. انشعاب‌گیری نیز توسط ترمینال‌های استاندارد داخل جعبه تقسیم انجام خواهد پذیرفت.
- جریان مجاز هادی تغذیه کننده پریزها، تعیین کننده تعداد پریزهای روی یک مدار می‌باشد. در خصوص پریزهای مصارف عمومی (GENERAL PURPOSE) توان مصرفی هر پریز 16 آمپر 250° وات، 25 آمپر 400° وات،

- پریزهای سه فاز ۱۶ آمپر ۷۵۰ وات و پریزهای سه فاز ۲۵ آمپر ۱۲۰۰ وات در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب تعداد پریزهای روی مدارات تغذیه، بین ۴ تا ۸ عدد و با توجه به محل نصب انتخاب خواهد شد.
- در پریزهای تک فاز، سیم فاز به کنتاکت سمت راست و سیم نول به کنتاکت سمت چپ پریز متصل می‌شود. (سمت راست و چپ فردی که روبروی پریز قرار می‌گیرد)
 - ارتفاع نصب پریزها در فضاهای مختلف به شرح زیر می‌باشد:
 - پریزهای منصوبه در اتاق‌های اداری- فنی و کنترل: ۳۰ سانتیمتر از کف تمام شده.
 - پریزهای منصوبه در اتاق‌های تاسیساتی- برق- آبدارخانه و سرویس‌های بهداشتی: ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده.
 - تعداد پریزهای برق تک فاز و سه فاز جهت مصارف عمومی و تعمیراتی در فضاهای مختلف ایستگاه به شرح زیر می‌باشد:
 - فضاهای اداری و کنترل دارای پریزهای تک فاز ۲۳۰ ولت ارت دار و از نوع توکار می‌باشد. تعداد پریزهای موجود در اتاق‌ها به ابعاد اتاق وابسته می‌باشد و در حالت کلی، حداکثر ۸ عدد پریز روی هر مدار این اتاقها قرار خواهد گرفت. پریزهای مربوط به تجهیزات تهویه مطبوع از قبیل اسپیلیت یونیت‌ها از مدار مجزا و توسط تابلو برق مربوطه تغذیه خواهد گردید.
 - اختصاص مدار پریز به فضاهای تجهیزاتی مطابق با آخرین ویرایش گزارش ابعاد و الزامات فضاهای تجهیزاتی و بنا به ضرورت و نیاز صورت می‌گیرد.
 - جهت تغذیه شارژر تلفن همراه، رایانه و سایر تجهیزات قابل شارژ مسافرین، تعداد ۵ عدد پریز نرمال در دو نقطه قابل دید از سالن بلیط فروشی و دور از مسیر تردد اصلی تعبیه خواهد گردید. این پریزها در کنار یکدیگر و در ارتفاع مناسب نصب می‌شوند و توسط سیستم‌های نظارت تصویری نیز دارای پوشش نظارتی می‌باشند.
 - در پیشانی سکو و مشرف به ریل‌های قطار، هر ۲۴ متر یک عدد پریز ۲۵ آمپر تکفاز و یک عدد پریز ۲۵ آمپر سه فاز صنعتی روکار به صورت یک درمیان نصب خواهد گردید. پریزهای مذکور دارای درجه حفاظت حداقل IP 54 و از نوع صنعتی (بدنه فلزی) می‌باشند.
 - جهت روشنایی تابلوهای تبلیغاتی موجود در فضاهای مختلف ایستگاه یک عدد پریز تکفاز صنعتی روکار در بالای سقف کاذب و در نزدیکترین محل ممکن در نظر گرفته خواهد شد. مدار تغذیه کننده این پریزها مستقل از مدارهای تغذیه پریزهای عمومی بوده و در طراحی تابلوهای برق این مهم در نظر گرفته خواهد شد.

- در خصوص آبدارخانه یک مدار مجزا جهت تغذیه پریزهای موجود (۲ تا ۳ عدد پریز تکفاز توکار) در نظر گرفته می‌شود. همچنین در صورت استفاده از آب گرمکن برقی نیز یک پریز با مدار مجزا با توان متناسب با توان آبگرمکن برقی (به صورت معمول ۲۵۰۰ وات) در نظر گرفته خواهد شد.
- در اتاق‌های تاسیساتی-تجهیزاتی (مانند اتاق‌های پمپ خانه فاضلاب، اتاق‌های برق) بر اساس ابعاد اتاق حداقل یک عدد پریز تکفاز و یک عدد پریز سه فاز روکار صنعتی نصب خواهد گردید. طراحی آرایش پریزها در این اتاق‌ها به گونه ای خواهد بود که فاصله بین ۲ پریز مجاور از ۵ متر بیشتر نگردد.
- در نیم تونل‌ها پریزهای تک فاز و سه فاز از نوع روکار، درپوش دار، واترپروف (سوکت باکس) می‌باشند. پریزهای تکفاز ۱۶ آمپر و سه فاز ۳۲ آمپر در کنار هم دیگر و بر روی هر دو دیوار تونل به صورت ضربدری نصب خواهد شد. فواصل نصب هر گروه پریز شامل تکفاز و سه فاز از گروه مجاور خود ۵۰ تا ۷۰ متر طول توصیه می‌گردد. ارتفاع نصب پریزها ۱۱۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر از TOR (Top of Rail) می‌باشد.
- در فضاهای مرطوب از قبیل پمپ خانه فاضلاب، اتاق‌های هواساز، تونل‌های تهویه هوا و اتاق بوستر پمپ آتش‌نشانی از پریزهای با درجه حفاظت حداقل IP 54 استفاده خواهد شد.
- پریزهای مربوط به سیستم UPS در اتاق‌های کنترل توسط پیمانکار تجهیزاتی و با حفظ هماهنگی‌های لازم از نظر ارتفاع نصب و محل قرارگیری با پریزهای نرمال انجام می‌گردد.
- کلیه پریزهای برق منصوبه در سطح ایستگاه، توسط برق نرمال تغذیه خواهند شد و استفاده از برق اضطراری جهت تغذیه پریزها مجاز نمی‌باشد.
- در نظر گرفتن پریز جهت مصارف دستگاه‌های خدماتی اتوماتیک از قبیل آب سردکن‌ها- توزیع روزنامه- دستگاه فروش نوشیدنی- خدمات بانکی (ATM) تنها در سالن بلیط فروشی و در مسیر تردد مسافری مجاز می‌باشد. طراحی پریز در سایر فضاها تنها با اعلام کارفرمای محترم پروژه صورت خواهد گرفت.
- سایر پریزهای طراحی شده در ترازهای سکو و تقسیم مسافر به منظور انجام خدمات نظافت و یا تعمیر و نگهداری بوده و باید خارج از دسترس مسافری قرار گیرد. بدین منظور ارتفاع نصب پریزهای مذکور حداقل ۲۰۰ سانتیمتر از سطح زمین خواهد بود.

فصل ۴

محاسبات سطح مقطع سیم و کابل

۴-۱- کلیات

محاسبات سائز ینگ می‌بایست با توجه به موضوعات ذیل انجام گردد.

- محاسبه جریان واقعی بار (I_{FLA})
- انتخاب سائز کلید بالادست براساس نوع بار و جریان واقعی بار
- انتخاب سطح مقطع سیم یا کابل بر اساس جریان نامی کلید بالادست.
- محاسبه افت ولتاژ در انتهای مسیر و مطابقت با افت ولتاژهای مجاز
- محاسبه حداقل جریان اتصال کوتاه در انتهای مسیر و مقایسه با نمودار قطع کلیدهای حفاظتی و اطمینان از عملکرد به موقع کلیدها.
- محاسبه حداکثر جریان اتصال کوتاه جهت تعیین قدرت قطع تجهیزات و کلیدهای حفاظتی

۴-۲- محاسبه جریان بار (I_{FLA})

۴-۲-۱- مدارهای روشنایی

با توجه به اینکه چراغ‌های استفاده شده در ایستگاه‌های مترو عموماً از نوع LED می‌باشد، جریان مدارهای روشنایی از مجموع توان چراغ‌ها با احتساب ضریب قدرت ۰٫۹، محاسبه خواهد شد. همچنین با توجه به نحوه بهره‌برداری از ایستگاه‌های مترو و روشن بودن همزمان کلیه چراغ‌ها، ضریب همزمانی در محاسبه توان فیدرهای روشنایی اعمال نخواهد شد.

۴-۲-۲- مدارهای پریز

با توجه مشخص نبودن توان مصرفی دستگاه‌های متصل به پریزهای عمومی (GENERAL PURPOSE) و اختصاصی فضاهای اداری و تاسیساتی جریان بار هر یک از فیدرهای پریز، برابر با جریان نامی کلید بالادست با احتساب ضریب ایمنی (MARGINE FACTOR) ۸۰٪ در نظر گرفته خواهد شد. بدین ترتیب توان مصرفی هر یک از فیدرهای تغذیه کننده پریزهای تک فاز ۱۶ آمپر برابر با ۲٫۵ کیلو وات یا ۱۲ آمپر و توان مصرفی فیدرهای تغذیه کننده پریزهای سه فاز ۲۵ آمپر برابر با ۱۰ کیلووات یا ۲۰ آمپر در نظر گرفته خواهد شد.

۴-۲-۳- بارهای مکانیکی

جهت محاسبه جریان بارهای مکانیکی که غالباً از نوع بارهای موتوری تک فاز یا سه فاز می‌باشند، از مشخصات فنی مندرج در دیتا شیت و یا پلاک (NAME PLATE) موتورها استفاده می‌گردد. این مشخصات عبارتند از:

- توان نامی موتور
- جریان موتور در بار کامل

- بازده موتور در نقطه کار
- ضریب توان موتور در نقطه کار
- SERVICE FACTOR (SF)

پس از آنکه مشخصات دقیق بارهای مکانیکی ارایه گردید، جهت طراحی سائزینگ کابل و فیدرهای بالادست میتوان از جداول مندرج در آخرین ویرایش نشریه شماره ۱-۱۱۰ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی و یا استانداردهای معتبر دیگر استفاده نمود.

در خصوص بارهای موتوری، علاوه بر جریان نامی موتور، جریان راه‌اندازی موتور نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

۴-۲-۴- جریان نامی تابلوهای توزیع

جدول ۴-۱ یک نمونه از جداول مورد استفاده جهت برآورد بار تابلوهای توزیع ایستگاه‌های مترو را نمایش می‌دهد. در این جدول توان اکتیو و راکتیو و به دنبال آن جریان مصرفی تمامی فیدرهای خروجی در ردیف‌های جداگانه محاسبه و درج می‌شود. توان اکتیو و راکتیو کل تابلو برابر با جمع جبری توان‌های اکتیو و راکتیو فیدرهای خروجی آن با احتساب ضرایب همزمانی می‌باشد. در این حالت و پس از محاسبه توان ظاهری تابلو، جریان نامی تابلو قابل محاسبه خواهد بود.

جدول ۴-۱- برآورد بار تابلوهای برق توزیع

PANEL NAME		TLP1	MAIN C.B		50A	MCCB	3P
FEED FROM		MLP1	INCOMING CABLE		5*16		
TYPE		FREE STANDING	LOCATION		TICKET HALL		
IP		44					

Row	sub panel TAG number	Designation	INPUT DATA					CURRENT (A)			SWITCHING DEVICE		
			Power		Efficiency %	Power Factor	Volatage V	R	S	T	TYPE	In	SET POINT
			Active KW	Reactive KVAR									
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
		TOTAL POWER (KW,KVAR)											
		TOTAL KVA											
		COS phi											
		VOLTAGE (V)											
		CURRENT (A)						MAIN C.B					

۴-۲-۵- جریان نامی فیدرهای پریز

- کلیدهای مربوط به مدار پریزهای تک فاز از نوع مینیاتوری (MCB) تک فاز با جریان نامی ۱۶ آمپر، قدرت قطع 10KA و نمودار قطع TYPE C می‌باشند.

- کلیدهای مربوط به مدار پریزهای سه فاز از نوع مینیاتوری (MCB) سه فاز با جریان نامی ۲۵ آمپر، قدرت قطع 10KA و نمودار قطع TYPE C می‌باشند.

۴-۲-۶- جریان نامی فیدر بارهای مکانیکی

- جهت حفاظت بارهای موتوری با توان کمتر از ۵۵ کیلووات از کلیدهای "حفاظت موتوری" MPCB استفاده می‌شود. در این حالت جریان نامی موتور باید در بازه تنظیمات رله حرارتی کلید حفاظت موتوری قرار گیرد.
- جهت حفاظت بارهای موتوری با توان بیش از ۵۵ کیلووات از "کلیدهای اتوماتیک کامپکت" MCCB و با جریان نامی ۱,۲۵ برابر جریان نامی موتور استفاده خواهد شد. $I_n(MCCB) \geq I_{FLA} * 1.25$

۴-۲-۷- جریان نامی کلید اصلی تابلو توزیع

- پس از محاسبه جریان کل مصرفی تابلو توزیع مطابق با توضیحات مشروحه بند ۴-۱-۴، جریان کلید اصلی تابلو از رابطه:
 $I_n(MCCB) \geq I_{FLA} * 1.25$ محاسبه و انتخاب خواهد شد.
- در انتخاب کلید اصلی تابلوهای توزیع، هماهنگی بین کلید ورودی تابلو پایین دست و کلید خروجی تابلو بالا دست (COORDINATION) مد نظر قرار گرفته و به طور معمول کلید بالادست از نظر جریان نامی، یک رنج بالاتر انتخاب خواهد شد.

۴-۲-۸- جریان نامی فیدر بارهای الکتریکی متفرقه

- جهت بارهای الکتریکی با جریان نامی بیش از ۱۶ آمپر تک فاز یا ۲۵ آمپر ۳ فاز، یک فیدر مستقل (MCCB-MCB) در نزدیکترین تابلو توزیع و با جریان نامی متناسب با نوع بار و توان مصرفی به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود:
- بار اهمی: جریان نامی کلید بزرگتر یا مساوی جریان مصرفی انتخاب می‌گردد.
- بار سلفی: جریان نامی کلید بزرگتر یا مساوی ۱,۲۵ برابر جریان مصرفی انتخاب می‌گردد.
- بار خازنی: به دلیل جریان هجومی قابل توجه، جریان نامی کلید ۱,۵ برابر جریان مصرفی انتخاب می‌گردد.

۴-۳- انتخاب سطح مقطع کابل یا سیم بر اساس جریان نامی کلید بالادست

- پس از انتخاب جریان نامی کلیدهای حفاظتی مدارها (MPCB-MCCB-MCB)، سطح مقطع هادی‌ها با در نظر گرفتن شرایط نصب (METHOD OF INSTALATION) و ضرایب کاهشی دما و همجواری (DERATING FACTOR) به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که جریان مجاز قابل تحمل آنها از جریان نامی کلید بالادست بیشتر باشد.

$$I_{cable} \geq \frac{I_n(C.B)}{K_a * K_b}$$

K_a : ambient temperature derating factor








K_b : grouping derating factor

جدول ۲-۴- جریان مجاز کابل‌های XLPE

60364-5-52 © IEC:2009

- 51 -

**Table B.52.12 – Current-carrying capacities in amperes
for installation methods E, F and G of Table B.52.1 –
XLPE or EPR insulation, copper conductors –
Conductor temperature: 90 °C, reference ambient temperature: 30 °C**

Nominal cross-sectional area of conductor mm ²	Installation methods of Table B.52.1						
	Multi-core cables		Single-core cables				
	Two loaded conductors	Three loaded conductors	Two loaded conductors touching	Three loaded conductors trefoil	Touching	Spaced	
						Horizontal	Vertical
							
	Method E	Method E	Method F	Method F	Method F	Method G	Method G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	26	23	–	–	–	–	–
2,5	36	32	–	–	–	–	–
4	49	42	–	–	–	–	–
6	63	54	–	–	–	–	–
10	86	75	–	–	–	–	–
16	115	100	–	–	–	–	–
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	–	–	940	823	868	1085	1008
500	–	–	1083	946	998	1253	1169
630	–	–	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362

NOTE 1 Circular conductors are assumed for sizes up to and including 16 mm². Values for larger sizes relate to shaped conductors and may safely be applied to circular conductors.

NOTE 2 D_e is the external diameter of the cable.

با توجه به اینکه کلیه کابل‌کشی‌ها در ایستگاه‌های مترو عموماً داخل سینی‌های سوراخدار اجرا خواهد شد، جریان مجاز کابل‌ها (I_{cable}) از جدول (۲-۴) که مربوط به کابل‌های مسی با عایق XLPE می‌باشد استخراج می‌شود (IEC 60364-5-52).

- ضریب کاهش دمای محیط K_a نیز از جدول (۳-۴) محاسبه و اعمال خواهد گردید. شایان ذکر است با توجه به اینکه دمای میانگین ایستگاه مترو در فصول مختلف از ۳۰ درجه سانتیگراد بیشتر نخواهد شد، لذا این ضریب کاهش در محاسبات برابر با ۱ در نظر گرفته خواهد شد.

جدول ۴-۳- ضریب کاهش دمای محیط

60364-5-52 © IEC:2009

- 53 -

Table B.52.14 – Correction factor for ambient air temperatures other than 30 °C to be applied to the current-carrying capacities for cables in the air

Ambient temperature ^a °C	Insulation			
	PVC	XLPE and EPR	Mineral ^a	
			PVC covered or bare and exposed to touch 70 °C	Bare not exposed to touch 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	—	0,65	—	0,70
70	—	0,58	—	0,65
75	—	0,50	—	0,60
80	—	0,41	—	0,54
85	—	—	—	0,47
90	—	—	—	0,40
95	—	—	—	0,32

^a For higher ambient temperatures, consult the manufacturer.

جدول ۴-۴- ضریب کاهش همجواری کابل‌ها

60364-5-52 © IEC:2009

- 55 -

Table B.52.17 – Reduction factors for one circuit or one multi-core cable or for a group of more than one circuit, or more than one multi-core cable, to be used with current-carrying capacities of Tables B.52.2 to B.52.13

Item	Arrangement (cables touching)	Number of circuits or multi-core cables												To be used with current-carrying capacities, reference
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Bunched in air, on a surface, embedded or enclosed	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2 to B.52.13 Methods A to F
2	Single layer on wall, floor or unperforated cable tray systems	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	No further reduction factor for more than nine circuits or multicore cables		B.52.2 to B.52.7 Method C	
3	Single layer fixed directly under a wooden ceiling	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Single layer on a perforated horizontal or vertical cable tray systems	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	Single layer on cable ladder systems or cleats etc.,	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			B.52.8 to B.52.13 Methods E and F	

- ضریب کاهشی مربوط به همجواری کابل‌ها (K_b) از جدول (۴-۴) استخراج میشود. با توجه به اینکه تعداد کابل‌های موجود در سینی کابل متغیر و از ابتدا تا انتها یکسان نیست لازم است محاسبات برای بدترین شرایط ممکن انجام شود.
- براساس مقررات ملی ساختمان- مبحث ۱۳، حداقل سطح مقطع هادی‌های توزیع نیرو 2.5 mm^2 و حداقل سطح مقطع هادی روشنایی 1.5 mm^2 می‌باشد.
- در خصوص محاسبه سطح مقطع هادی خنثی (نول) موارد زیر در نظر گرفته می‌شود:
 - در مدارهای تک فاز، سطح مقطع هادی خنثی برابر با هادی فاز می‌باشد.
 - 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 می‌توان 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. ($\text{THD} \leq 15\%$)

ج) تعادل در تقسیم بارهای تکفاز روی سه فاز شبکه.

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.

- سطح مقطع هادی حفاظتی (ارت) از رابطه:

$$S \geq \frac{I\sqrt{t}}{K}$$

قابل محاسبه می‌باشد که در رابطه فوق:

S: حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی

I: حداکثر جریان اتصال کوتاه ابتدای مدار

t: مدت زمان قطع کلید حفاظتی بالادست (که با توجه به نمودار قطع کلیدها ۱، ۰ ثانیه در نظر گرفته می‌شود)

K: ثابت حرارتی کابل‌ها که برای کابل‌های XLPE برابر با ۱۴۳ می‌باشد.

۴-۴ محاسبه افت ولتاژ در انتهای مسیر

پس از انتخاب سطح مقطع کابل براساس جریان نامی کلید حفاظتی بالادست، افت ولتاژ در انتهای مسیر کلیه مدارها بر اساس سطح مقطع انتخاب شده محاسبه خواهد شد. محدوده افت ولتاژ مجاز براساس مقررات ملی ساختمان- مبحث ۱۳ به شرح جدول زیر می‌باشد:

جدول ۴-۵- محدوده افت ولتاژ مجاز بر اساس مقررات مبحث ۱۳

نوع تغذیه	مدارهای روشنایی	بارهای مکانیکی
تغذیه از پست عمومی	٪۳	٪۵
تغذیه از پست اختصاصی	٪۸	٪۱۰

جدول ۴-۶- محاسبه افت ولتاژ براساس سطح مقطع کابل

Copper cables							Aluminium cables						
c.s.a. in mm ²	Single-phase circuit			Balanced three-phase circuit			c.s.a. in mm ²	Single-phase circuit			Balanced three-phase circuit		
	Motor power		Lighting	Motor power		Lighting		Motor power		Lighting	Motor power		Lighting
	Normal service	Start-up		Normal service	Start-up			Normal service	Start-up		Normal service	Start-up	
	cos φ = 0.8	cos φ = 0.35	cos φ = 1	cos φ = 0.8	cos φ = 0.35	cos φ = 1		cos φ = 0.8	cos φ = 0.35	cos φ = 1	cos φ = 0.8	cos φ = 0.35	cos φ = 1
1.5	25.4	11.2	32	33	9.7	27							
2.5	15.3	6.8	19	13.2	5.9	16							
4	9.6	4.3	11.9	8.3	3.7	10.3	6	10.1	4.5	12.5	8.8	3.9	10.9
6	6.4	2.9	7.9	5.6	2.5	6.8	10	6.1	2.8	7.5	5.3	2.4	6.5
10	3.9	1.8	4.7	3.4	1.6	4.1	16	3.9	1.8	4.7	3.3	1.6	4.1
16	2.5	1.2	3	2.1	1	2.6	25	2.50	1.2	3	2.2	1	2.6
25	1.6	0.81	1.9	1.4	0.70	1.6	35	1.8	0.90	2.1	1.6	1.78	1.9
35	1.18	0.62	1.35	1	0.54	1.2	50	1.4	0.70	1.6	1.18	0.61	1.37
50	0.89	0.50	1.00	0.77	0.43	0.86	70	0.96	0.53	1.07	0.83	0.46	0.93
70	0.64	0.39	0.68	0.55	0.34	0.59	120	0.60	0.37	0.63	0.52	0.32	0.54
95	0.50	0.32	0.50	0.43	0.28	0.43	150	0.50	0.33	0.50	0.43	0.28	0.43
120	0.41	0.29	0.40	0.36	0.25	0.34	185	0.42	0.29	0.41	0.36	0.25	0.35
150	0.35	0.26	0.32	0.30	0.23	0.27	240	0.35	0.26	0.31	0.30	0.22	0.27
185	0.30	0.24	0.26	0.26	0.21	0.22	300	0.30	0.24	0.25	0.26	0.21	0.22
240	0.25	0.22	0.20	0.22	0.19	0.17	400	0.25	0.22	0.19	0.21	0.19	0.16
300	0.22	0.12	0.16	0.19	0.18	0.14	500	0.22	0.20	0.15	0.19	0.18	0.13

Fig. G30 Phase-to-phase voltage drop ΔU for a circuit, in volts per ampere per km

به منظور تسریع در محاسبات افت ولتاژ، می‌توان از جدول (۴-۶) استفاده نمود. جدول مذکور خلاصه محاسبات افت ولتاژ را برای کلیه مقاطع کابل و در سه ضریب قدرت ۰/۸ (بارهای سلفی) - 0.35 (راه اندازی موتور) و ۱ (بارهای اهمی) نمایش می‌دهد. اعداد مندرج در جدول زیر میزان افت ولتاژ (بر حسب ولت) برای عبور جریانی معادل ۱ آمپر از مداری به طول ۱ کیلومتر برای هر یک از مقاطع کابل می‌باشد.

- در خصوص بارهای موتوری علاوه بر محاسبه افت ولتاژ در نقطه کار (کمتر از ۰/۸)، افت ولتاژ در لحظه شروع به کار موتور نیز با احتساب جریان راه‌اندازی و ضریب توان مربوطه محاسبه خواهد گردید. افت ولتاژ محاسبه شده در این حالت باید کمتر از ۱۵٪ باشد تا موتور بدون مشکل به کار خود ادامه دهد.
- در صورتیکه افت ولتاژ محاسبه شده در هریک از مدارهای نهایی و اصلی، بیش از مقادیر مجاز مندرج در جدول ۴-۶ باشد، سطح مقطع کابل یک پله افزایش داده شود و محاسبات افت ولتاژ مجدداً انجام گردد. عملیات مذکور تا حصول افت مجاز قابل قبول برای کلیه مدارها انجام شود.

۴-۵- محاسبه حداکثر جریان اتصال کوتاه در انتهای مسیر

برای اطمینان از صحت عملکرد کلیدهای حفاظتی مدارها هنگام وقوع خطای اتصال کوتاه و قطع به موقع خطای رخ داده، حداکثر جریان اتصال کوتاه در انتهای مسیر محاسبه و با نمودار قطع کلیدهای بالادست مقایسه خواهد شد. بدین منظور از جداول (۷-۴) الی (۸-۴) جهت اطمینان از صحت عملکرد کلیدهای حفاظتی استفاده خواهد شد:

جدول ۷-۴- محاسبه حداکثر طول مدارهای محافظت شده توسط مینیاتوری‌های Type C

Sph mm ²	Rated current (A)															
	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1.5	600	300	200	150	100	60	37	30	24	18	15	12	9	7	6	5
2.5		500	333	250	167	100	62	50	40	31	25	20	16	12	10	8
4			533	400	267	160	100	80	64	50	40	32	25	20	16	13
6				600	400	240	150	120	96	75	60	48	38	30	24	19
10					667	400	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32
16						640	400	320	256	200	160	128	101	80	64	51
25							625	500	400	312	250	200	159	125	100	80
35							875	700	560	437	350	280	222	175	140	112
50									760	594	475	380	301	237	190	152

Fig. F27 Maximum circuit lengths (in metres) for different sizes of copper conductor and rated currents for type C ⁽¹⁾ domestic circuit breakers (IEC 60898) in a 230/400 V single-phase or three-phase TN system with m = 1

به طور مثال حداکثر طول مجاز برای مدار روشنایی با جریان نامی (A) 6 و سطح مقطع 1.5mm² که توسط کلیدهای مینیاتوری TYPE C محافظت می‌گردد برابر با ۱۰۰ متر می‌باشد.

جدول ۸-۴- محاسبه حداکثر طول مدارهای محافظت شده توسط مینیاتوری‌های Type B

Sph mm ²	Rated current (A)															
	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1.5	1200	600	400	300	200	120	75	60	48	37	30	24	19	15	12	10
2.5		1000	666	500	333	200	125	100	80	62	50	40	32	25	20	16
4			1066	800	533	320	200	160	128	100	80	64	51	40	32	26
6				1200	800	480	300	240	192	150	120	96	76	60	48	38
10						800	500	400	320	250	200	160	127	100	80	102
16							800	640	512	400	320	256	203	160	128	102
25									800	625	500	400	317	250	200	160
35										875	700	560	444	350	280	224
50												760	603	475	380	304

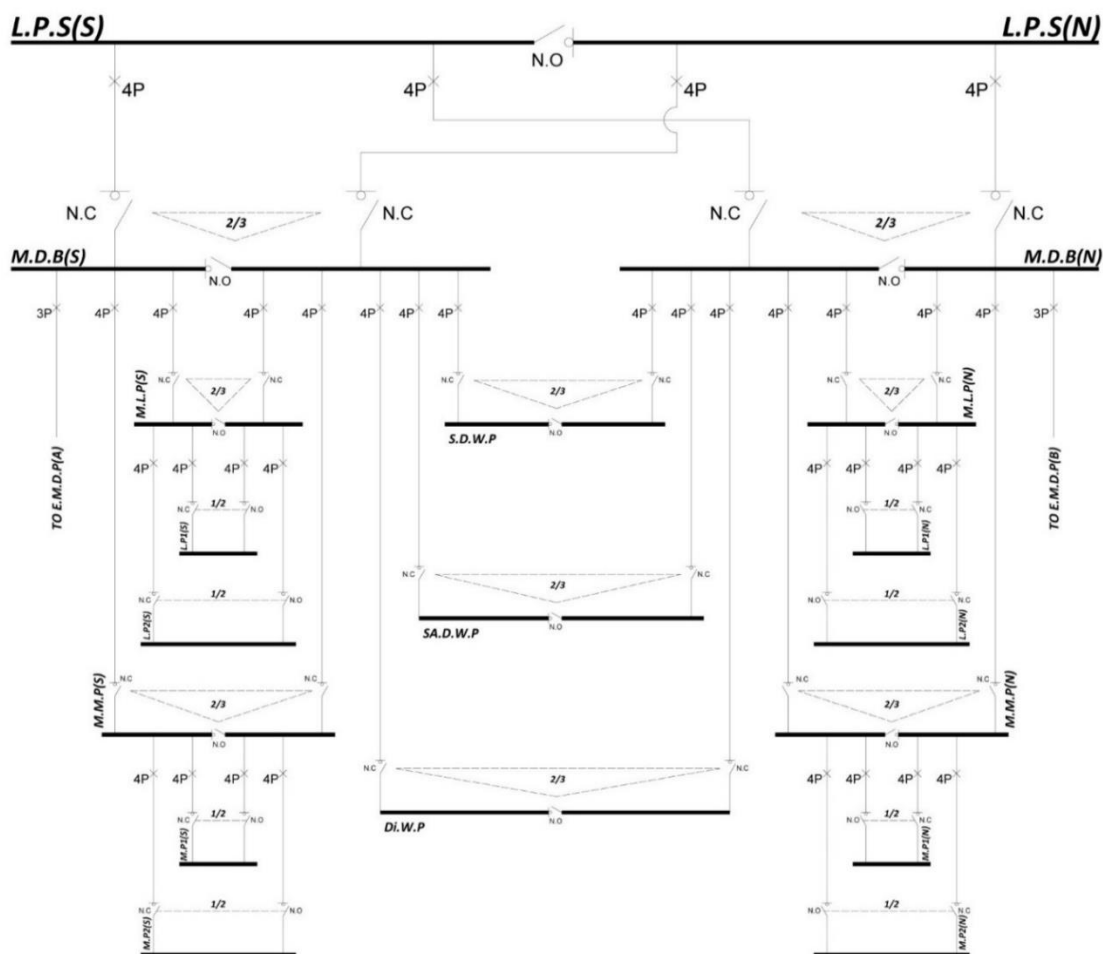
Fig. F26 Maximum circuit lengths (in metres) for different sizes of copper conductor and rated currents for type B ⁽¹⁾ domestic circuit breakers (IEC 60898) in a 230/400 V single-phase or three-phase TN system with m = 1

فصل ۵

سیستم توزیع نیرو

۵-۱- کلیات

سیستم توزیع نیرو در ایستگاه‌های مترو از نوع TN-C-S می‌باشد. سیستم مذکور حداقل ترانس توزیع تا تابلو اصلی فشار ضعیف واقع در اتاق LPS (که در این گزارش به اختصار LPS نامیده شده است)، به صورت چهار سیمه TN-C (هادی مشترک حفاظتی و خنثی-PEN) و از تابلوی اصلی فشار ضعیف تا سایر تابلوهای توزیع ایستگاه به صورت پنج سیمه TN-S (جداسازی هادی مشترک حفاظتی و خنثی) اجرا خواهد شد. در ایستگاه‌ها توان مورد نیاز کلیه تاسیسات و تجهیزات موجود توسط دو دستگاه ترانس ۲۰/۰٫۴ کیلوولت تامین خواهد شد. ظرفیت نامی ترانس‌ها به گونه‌ای برآورد شده است که هر ترانس به تنهایی قابلیت تغذیه کلیه بارهای الکتریکی ایستگاه را داشته باشد. بنابراین تابلو فشار ضعیف هر یک از ترانس‌ها، قابلیت کوپلاژ شدن با تابلو فشار ضعیف دیگر را دارا می‌باشد. از آنجایی که حوزه طراحی بر اساس این گزارش، خروجی تابلوهای فشار ضعیف اصلی پست (LPS) می‌باشد ذیلاً به معرفی شبکه پایین دست آن پرداخته می‌شود. شکل (۵-۱) به عنوان یک نمونه پیشنهادی نحوه توزیع برق را در قسمت‌های یک ایستگاه مترو به صورت Full Redundant نشان می‌دهد.



شکل ۵-۱: بلوک دیاگرام توزیع نیرو در سطح ایستگاه

۵-۲- تابلو M.D.B(S&N)

این تابلوها، به عنوان تابلوهای اصلی توزیع برق ایستگاه شناخته می‌شود که مجهز به دوشینه مجزا بوده و توسط یک TIE BREAKER به یکدیگر متصل شده اند. TIE BREAKER در وضعیت NO قرار داشته و در صورت قطع ورودی از هر یک از LPS ها، بسته می‌شود (اینترلاک ۲ از ۳). تابلوهای فوق‌الذکر به عنوان تابلوهای مادر تغذیه کننده سایر تابلوهای پایین دست مجهز به کلیدهای 4P با قابلیت اندازه‌گیری و قطع اضافه بار هادی خنثی می‌باشند. همچنین تجهیزات اندازه‌گیری از قبیل آمپر متر و ولت متر و ترمینال‌های لازم جهت اتصال به بستر BMS نیز در این تابلو استفاده خواهد شد.

۵-۳- تابلو M.L.P(S&N)

این تابلوها به عنوان تابلوهای اصلی توزیع روشنایی و پریز، تغذیه کننده سایر تابلوهای فرعی روشنایی و پریز (L.P1..n) در کل ایستگاه می‌باشند. تابلوهای فوق‌الذکر دارای دو ورودی از دو شینه مجزا تابلوی M.D.B(S&N) بوده و خود نیز مجهز به دوشینه مجزا می‌باشند که توسط یک TIE BREAKER به یکدیگر متصل شده‌اند. TIE BREAKER در وضعیت NO قرار داشته و در صورت قطع ورودی هر یک از MDB ها، بسته می‌شود (اینترلاک ۲ از ۳). همچنین کلیه کلیدها در این تابلو از نوع 4P با قابلیت اندازه‌گیری و قطع اضافه بار هادی خنثی می‌باشند.

۵-۴- تابلوهای L.P(1...n)

کلیه مصارف روشنایی و پریز مربوط به ترازهای فروش بلیط، تقسیم مسافر، ورودی‌ها، سکو، نیم تونل‌های جنوبی و شمالی، اتاق‌های اداری و تاسیساتی و... از این تابلو تغذیه خواهند شد. در این تابلو تمهیدات لازم از قبیل استفاده از کلیدهای مینیاتوری (به عنوان حفاظت اتصال کوتاه و اضافه بار)، کنتاکتور (با در نظر گرفتن کنتاکت‌های کمکی جهت دریافت فرمان از طریق سیستم BMS و ارسال وضعیت خاموش و روشن بودن فیدرها به سیستم BMS) و کلید سه حالت L-O-R، جهت ایجاد امکان کنترل محلی یا راه دور (BMS) برای کلیه فیدرهای روشنایی در نظر گرفته شده است.

۵-۵- تابلوهای M.M.P(S&M)

این تابلوها به عنوان تابلوهای اصلی توزیع مصارف مکانیکی ایستگاه، تغذیه کننده سایر تابلوهای فرعی تاسیسات مکانیکی (M.P1..n) در کل ایستگاه می‌باشند. تابلوهای فوق‌الذکر دارای دو ورودی از دو شینه مجزا تابلوی M.D.B(S&N) بوده و خود نیز مجهز به دوشینه مجزا می‌باشند که توسط یک TIE BREAKER به یکدیگر متصل شده‌اند. TIE BREAKER در وضعیت NO قرار داشته و در صورت قطع ورودی هر یک از MDB ها، بسته خواهد شد (اینترلاک ۲ از ۳). همچنین کلیه کلیدها در این تابلو از نوع 4P با قابلیت اندازه‌گیری و قطع اضافه بار هادی خنثی می‌باشند.

۵-۶- تابلوهای M.P(1...n)

این تابلوها به عنوان تابلوهای فرعی مکانیکی، تغذیه کننده کلیه بارهای مکانیکی موجود در ایستگاه از قبیل فن‌های تامین هوای تازه، اگزاست، دمپ‌های الکتریکی و... می‌باشند. این تابلوها نیز دارای دو ورودی از دو شینه تابلوی بالادست یعنی M.M.P خواهد بود که اینترلاک الکتریکی موجود بین آنها، منع از وصل همزمان آنها می‌گردد. کلیه فیدرهای موتوری در این تابلوها توسط کلید حفاظت موتوری (MPCB) و کنتاکتور به همراه کنتاکت‌های کمکی مورد نیاز، حفاظت خواهند شد.

۵-۷- تابلو ETLP1&2

کلیه مصارف روشنایی اضطراری ترازهای فروش بلیط و تقسیم مسافر از این تابلوها تغذیه خواهند شد. محل نصب این تابلو در اتاق برق تراز بلیط فروشی و تقسیم مسافر و تغذیه آنها توسط تابلو EMDP صورت خواهد گرفت. در این تابلو فیدرهای روشنایی فضاهای عمومی که نیاز به کنترل از طریق اتاق رییس ایستگاه دارد مجهز به کلید مینیاتوری، کنتاکتور (با در نظر گرفتن کنتاکت کمکی جهت صدور فرمان از اتاق کنترل) و کلید سه حالت L-O-R می‌باشد. سایر فیدرهای روشنایی (که به صورت محلی کنترل خواهند شد) تنها مجهز به کلید مینیاتوری خواهند بود.

۵-۸- برخی از الزامات طراحی تابلوهای برق ایستگاه‌های مترو

- کلیه پله برقی‌ها و آسانسورهای موجود در ایستگاه مستقیماً توسط تابلوهای LPS ایستگاه تغذیه شده و فیدر مربوطه در تابلوهای مذکور پیش‌بینی می‌شود.
- محل استقرار UPS ها و یا Inverter های ایستگاه‌های مترو، اتاق برق تراز سکو و در مجاورت تابلو EMDP می‌باشد. همچنین لازم است فضایی جداگانه با الزامات مربوط به اتاق‌های باتری، جهت نصب باتری‌های مورد نیاز در نظر گرفته شود.
- در کلیه تابلوها حداقل ۲۰ درصد از فیدرهای اصلی، فیدر SPARE جهت سهولت در تعمیر و نگهداری‌ها تابلوها در نظر گرفته شود. این فیدرها صرفاً جهت جایگزینی با فیدرهای اصلی تابلو در نظر گرفته شده و در برآورد توان تابلو منظور نخواهد شد.
- در طراحی کلیه تابلوها حداقل ۲۰ درصد فضای خالی (SPACE) جهت توسعه احتمالی تابلو در نظر گرفته خواهد شد.
- استراکچر کلیه تابلوهای فلزی از ورق گالوانیزه با ضخامت ۲,۵ میلیمتر و بدنه آنها از ورق فولادی به ضخامت ۲ میلیمتر و با پوشش رنگ پودری الکترواستاتیک به ضخامت 80-120 میکرون ساخته خواهد شد.

- کلیه تابلوهای ایستاده باید مجهز به یک دستگاه هیدروستات و هیتر جهت جلوگیری از شبنم‌زایی و یک دستگاه ترموستات و فن جهت تنظیم دمای داخل تابلو باشند.
 - در کلیه داکت‌های داخل تابلو باید حداقل ۲۰ درصد فضای خالی (SPARE) جهت سیم‌کشی‌های آینده در نظر گرفته شود.
 - در کلیه تابلوها باید ترمینال‌های لازم متناسب با تعداد فیدرها جهت اتصال تابلو به BMS در نظر گرفته شود. این ترمینال‌ها باید به کد و رنگ مشخص از سایر ترمینال‌ها متمایز گردند.
 - کلیه بارهای موتوری بزرگتر از 10 HP یا 7.5 KW باید با استفاده از یکی از دو روش ستاره- مثلث یا SOFT STARTER راه‌اندازی گردند.
 - به منظور حفاظت کلیه تابلوهای برق از اضافه ولتاژهای ناگهانی و گذرا، از SPD در ورودی کلیه تابلوها استفاده گردد.
 - کنترل تابلوهای تخلیه فاضلاب می‌بایست دوسو تغذیه بوده و توصیه می‌شود که کارکرد پمپ‌ها با کنترل میکرو پروسسوری باشد.
- باید توجه داشت که تامین برق برای در واحدهای تجاری مستقر در ایستگاه‌های مترو از طریق اخذ انشعاب مستقیم از برق منطقه‌ای استان‌ها انجام می‌شود و استفاده از برق خطوط قطارهای شهری در فضاهای تجاری مستقر در محدوده مترو مجاز نمی‌باشد.

۵-۹- نمونه برگه اطلاعاتی تابلو ایستاده و دیواری

جدول ۵-۱- برگه اطلاعاتی تابلو ایستاده

ITEM NO	DESCRIPTION	REQUIREMENT
1	GENERAL	
1.1	MANUFACTURER OF CUBICLES	BY VENDOR
1.3	TYPE OF CUBICLE-FIXED/ WITHDRAWABLE	FIXED
1.4	STANDARD	IEC 61439
1.5	OPERATING VOLTAGE	400 V
1.6	OPERATING FREQUENCY	50 HZ
1.7	NUMBER OF PHASES	3Ph + N
1.8	NO. OF BUSBARS	(5) 3ph + N + E
1.9	INSULATION OF BUSBARS	AIR
1.10	POWER FREQUENCY (ONE MIN)	1890 Vac
1.11	IMPULSE WITHSTAND	8000 V
1.12	RATED NORMAL CURRENT OF BUSBARS	ACC. TO LOAD LIST
1.13	RATED SHORT CURRENT OF BUSBARS	25 KA
1.14	RATED PEAK WITHSTAND OVERVOLTAGE	CLASS 4
1.15	RATED SHORT TIME DURATION	1 SEC.
1.16	SYSTEM EARTHING	SOLIDLY EARTHED
1.17	VOLTAGE OF CONTROL CIRCUIT	110 VDC & 230 VAC (SEE SPEC.)
1.18	VOLTAGE OF SPACE HEATER	230 VAC
1.19	INTERNAL SAFETY INTERLOCKS	YES
2	CUBICLE CONSTRUCTION	
2.1	ENCLOSURE	METAL ENCLOSURE
2.2	INDOOR / OUTDOOR	INDOOR
2.3	TYPE OF INSTALLATION	FREE FLOOR STANDING
2.4	MAIN BUSBAR INSULATION MATERIAL	AIR
2.5	SHAPE OF MAIN BUSBARS	FLAT
2.6	TYPE OF MAIN BUSBAR SUPPORTING INSULATORS	BY VENDOR
2.7	MATERIAL OF MAIN BUSBAR SUPPORTING INSULATORS	BY VENDOR
2.9	REAR FRONT ACCESS	FRONT
2.10	TOP / BOTTOM ENTRY	BOTTOM (CABLE)
2.11	DEGREE OF PROTECTION	IP 42
2.12	CUBICLE SHEET THICKNESS	2.5 MM
2.13	TROPIC DESIGN	YES
2.14	PROVISION OF EXTENSION AT EACH END SW.	YES
2.15	PAINT COLOR SHADE	RAL 7035

جدول ۵-۲- برگه اطلاعاتی تابلو دیواری

ITEM NO	DESCRIPTION	REQUIREMENT
1	GENERAL	
1.1	MANUFACTURER OF CUBICLES	BY VENDOR
1.3	TYPE OF CUBICLE-FIXED/ WITHDRAWABLE	FIXED
1.4	STANDARD	IEC 61439
1.5	OPERATING VOLTAGE	400 V
1.6	OPERATING FREQUENCY	50 HZ
1.7	NUMBER OF PHASES	3Ph + N
1.8	NO. OF BUSBARS	(5) 3ph + N + E
1.9	INSULATION OF BUSBARS	AIR
1.10	POWER FREQUENCY (ONE MIN)	N.A
1.11	IMPULSE WITHSTAND	N.A
1.12	RATED NORMAL CURRENT OF BUSBARS	ACC. TO LOAD LIST
1.13	RATED SHORT CURRENT OF BUSBARS	10 KA
1.14	RATED PEAK WITHSTAND CURRENT	CLASS 4
1.15	RATED SHORT TIME DURATION	1 SEC.
1.16	SYSTEM EARTHING	SOLIDLY EARTHED
1.17	VOLTAGE OF CONTROL CIRCUIT	110 VDC & 230 VAC (SEE SPEC.)
1.18	VOLTAGE OF SPACE HEATER	N.A
1.19	INTERNAL SAFETY INTERLOCKS	NO
2	CUBICLE CONSTRUCTION	
2.1	ENCLOSURE	METAL ENCLOSURE
2.2	INDOOR / OUTDOOR	INDOOR
2.3	TYPE OF INSTALLATION	WALL MOUNTED/SURFACE MOUNTED
2.4	MAIN BUSBAR INSULATION MATERIAL	AIR
2.5	SHAPE OF MAIN BUSBARS	FLAT
2.6	TYPE OF MAIN BUSBAR SUPPORTING INSULATORS	BY VENDOR
2.7	MATERIAL OF MAIN BUSBAR SUPPORTING INSULATORS	BY VENDOR
2.9	REAR FRONT ACCESS	FRONT
2.10	TOP / BOTTOM ENTRY	TOP (CABLE)
2.11	DEGREE OF PROTECTION	IP 42
2.12	CUBICLE SHEET THICKNESS	2 MM
2.13	TROPIC DESIGN	NO
2.14	PROVISION OF EXTENSION AT EACH END SW.	YES
2.15	PAINT COLOR SHADE	RAL 7035

فصل ٦

سیستم مخابرات

۶-۱ - سیستم تلفن

باید توجه داشت که ارتباطات داخل ایستگاه و همچنین ارتباط با مرکز فرمان از طریق سیستمی که توسط پیمانکار تجهیزات نصب می‌شود، میسر است. از این رو به منظور برقراری ارتباط میان پرسنل قسمت‌های مختلف ایستگاه‌ها با یکدیگر و خارج از ایستگاه و برقراری ارتباط میان مسافری و مراکز تجاری داخل ایستگاه با خارج از ایستگاه، شبکه تلفن به صورت ذیل طراحی و اجرا خواهد شد.

(جهت تعیین تعداد زوج آن می‌بایستی قبلاً هماهنگی لازم به عمل آید).

خطوط تلفن مورد نیاز واحدهای تجاری و همچنین کیوسک‌های تلفن مورد نیاز مسافری به طور مجزا از شرکت مخابرات تهیه خواهد شد.

جهت تحقق موارد فوق ترمینال‌های اصلی تلفن MDF جمعا دو دستگاه به صورت مجزا یکی جهت کلیه خطوط ایستگاه اعم از خطوط داخلی و شهری در اتاق فنی و دیگری جهت خطوط شهری در محلی مناسب نزدیک یکی از ورودی‌ها نصب خواهد شد. خطوط فضاهای تجاری از این MDF به فضاهای تجاری و خطوط شهری ایستگاه به MDF واقع در اتاق فنی ارتباط داده خواهد شد.

MDF منصوبه در اتاق فنی جعبه تقسیم‌های فرعی واقع در بخش‌های مختلف را که ظرفیت آنها متناسب با تعداد خطوط تلفن اختصاص یافته جهت آن فضا تعیین می‌گردد را تغذیه می‌نماید.

این جعبه تقسیم‌های انتهایی عمدتاً در فضاهای مناسب نصب می‌شوند. پریزهای تلفن استفاده شده در پرژه مترو عمدتاً از نوع توکار در بخش‌های اداری، فروش و اتاق‌های کنترل روکار یا تلفن دیواری در اتاق‌های تاسیسات و برق می‌باشند. به جز پریزهای فوق‌الذکر، تلفن دیواری مجهز به شماره‌گیر دکمه‌ای به تعداد مورد نیاز در سالن فروش بلیت در فضاهای کنترل شده جهت استفاده مسافری در نظر گرفته خواهد شد.

ارتباط میان جعبه تقسیم‌های تلفن با استفاده از کابل به قطر هادی ۰/۶ میلیمتر و به تعداد زوج و به تعداد زوج مورد نیاز و ارتباط از جعبه تقسیم‌های فرعی TJB به سمت پریزهای تلفن یا تلفن‌های دیواری نیز به وسیله کابل تلفن با هادی به قطر ۰/۶ میلیمتر کشیده شده داخل لوله‌های فولادی انجام شود.

سایر کابل و جعبه تقسیم‌های تلفن با احتساب مسائلی از قبیل توسعه آتی یا خرابی با درصدی اضافه تعیین خواهد شد. شبکه تلفن دارای لوله‌کشی مجزا از سایر سیستم‌های جریان ضعیف یا فشار ضعیف می‌باشد.

لازم به توضیح بوده که در صورت استفاده از سینی کابل مشترک جهت کابل‌های برق و کابل‌های جریان ضعیف اعم از تلفن، اعلام حریق و غیره استفاده از Divider مناسب الزامی است.

تعداد خطوط مورد نیاز برخی از فضاهای ایستگاه به شرح جدول زیر می‌باشد، جهت سایر اتاق‌های اداری و پرسنلی با توجه به آیین‌نامه‌ها، نوع کاربری و چیدمان فضا عمل می‌گردد.

۶-۱-۱- سیستم تلفن داخلی در ایستگاه

- اتاق‌های اداری دارای پریزهای تلفن نوع RJ45 و در فواصل ۳ متری از هم می‌باشند.
- اتاق‌های پرسنلی دارای پریزهای تلفن نوع RJ45 به تعداد ۱ یا ۲ عدد در هر فضا می‌باشند.
- اتاق‌های فنی دارای یک دستگاه تلفن دیواری نوع RJ45 در کنار در ورودی فضا می‌باشند.
- کابل‌های تلفن داخلی در کل ایستگاه از نوع CAT6-STP و با روکش LSHF اجرا می‌شوند.
- لوله‌ها از نوع گالوانیزه و حق‌المقدور به صورت توکار اجرا می‌شود.
- در صورت لزوم امکان تجمیع سیستم تلفن داخلی ایستگاه با سیستم LAN ایستگاه پیش‌بینی می‌گردد.

۶-۱-۲- سیستم تلفن‌های عمومی

- در سالن بلیت فروشی حداقل ۴ دستگاه تلفن عمومی نوع دیواری پیش‌بینی شود.
- جعبه تقسیم اصلی تلفن‌های عمومی در اتاق مخابرات/ سیگنالینگ نصب گردد.
- از محل جعبه تقسیم فوق تا خارج از ایستگاه در دو سمت، ۲ مسیر برای کابل ورودی تلفن در نظر گرفته شود.
- لوله‌های بکار رفته همگی از نوع گالوانیزه و حتی‌المقدور توکار باشند.
- جهت اتاق رئیس ایستگاه یک خط تلفن شهری در نظر گرفته شود.

بخش دوم:

تاسیسات مکانیکی

مقدمه

هدف از طراحی تأسیسات مکانیکی ایستگاه‌های قطار شهری، ایجاد شرایط آسایش و ایمنی برای مسافری و پرسنل ایستگاه در حالت کار عادی می‌باشد.

از آنجایی که طراحی تأسیسات مکانیکی ایستگاه‌های قطار شهری به طور کلی تابعی از هندسه ایستگاه و شرایط بهره‌برداری از ایستگاه می‌باشد، در تدوین این ضابطه سعی شده تا حد ممکن به معرفی کلیات تأسیسات مکانیکی، گردآوری ضوابط و استانداردهای قابل توسعه به ایستگاه‌های موجود و در دست احداث قطار شهری، بیان الزامات لازم‌الاجرا در طراحی ایستگاه‌ها و همچنین ارجاع مطالب به ضوابط مشابه در سایر استانداردها پرداخته شود، هر چند لازم است سایر استانداردها و ضوابط مورد استناد از قبیل مقررات ملی ساختمان و استاندارد NFPA نیز در طراحی‌ها رعایت گردد.

در یک دسته‌بندی کلی، تأسیسات مکانیکی ایستگاه‌های قطار شهری اعم از روزمینی، زیرزمینی و با ساختار سکو کناری یا جزیره‌ای شامل دیسپلین‌هایی به شرح زیر می‌باشد:

(۱) تهویه و تهویه مطبوع^۳

(۲) تأسیسات آبرسانی

(۳) تأسیسات جمع‌آوری و دفع فاضلاب

(۴) تأسیسات آتش‌نشانی

مدارک طراحی در بخش تأسیسات مکانیکی ایستگاه‌های قطار شهری، حداقل بایستی در بردارنده گزارش و نقشه‌های مرحله اول طراحی شامل معرفی کلی فضاهای ایستگاه، شناخت تأسیسات شهری در محدوده ایستگاه، بیان الزامات کلی و چارچوب طراحی در هر دیسپلین، بازخوانی مطالعات مرتبط و تأثیرگذار در طراحی تأسیسات مکانیکی (شامل برآورد بار حرارتی تجهیزات، ابعاد فضاها، و...)، معرفی، مقایسه و انتخاب گزینه مناسب تأسیساتی در هر حوزه (از قبیل نوع سیستم تهویه مطبوع، جنس مصالح، نوع پمپ‌ها و...)، ارائه نقشه‌های تک خطی تأسیسات، برآورد کلی هزینه تأمین و اجرای تأسیسات، آلبوم نقشه‌های مرحله دوم شامل نقشه‌های جانمایی و طرح اجرای تأسیسات، ارائه محاسبات مربوط به ظرفیت سیستم‌ها، جداول مشخصات فنی تجهیزات و برآورد مالی پروژه باشد.

^۳ تهویه و تهویه مطبوع فضاهای عمومی ایستگاه‌ها و تونل‌ها در شرح کار این ضابطه نبوده و در نشریات دیگری به آن پرداخته خواهد شد.

فصل ۱

تهویه و تهویه مطبوع

فضاهای غیرعمومی

در ایستگاه‌های قطار شهری

۱-۱- کلیات و حدود کاربرد و الزامات عملکردی

- در این بخش از گزارش به ضوابط مرتبط با تهویه و تهویه مطبوع فضاهای غیرعمومی ایستگاه‌ها شامل فضاهای اداری، اتاق‌های فنی، اتاق برق و باتری و سایر فضاهای تجهیزاتی پرداخته می‌شود و طرح سیستم تهویه مطبوع فضاهای عمومی ایستگاه و تونل و سیستم‌های تخلیه دود فضاهای عمومی که اصطلاحاً تأسیسات ویژه مترو می‌باشد، خارج از محدوده این ضابطه می‌باشد.
- کنترل دما، فشار و سرعت هوا در سطحی قابل قبول برای حفظ ایمنی و آسایش مسافران از اهداف اصلی این بخش از ضوابط می‌باشد.
- ایجاد و کنترل شرایط محیطی مورد نیاز برای عملکرد مناسب سیستم حمل و نقل ریلی (شامل اتاق‌های تجهیزاتی پشتیبان) در شرایط بهره‌برداری عادی و اضطراری در تدوین ضوابط در نظر گرفته شده است.
- ملزومات زیست محیطی و تامین انرژی کافی (مورد نیاز) از طریق بازیابی حرارت، صرفه‌جویی و سایر روش‌های ابتکاری در راستای به حداقل رساندن مصرف انرژی در ضوابط مورد نظر از اصول زیربنایی است.

۱-۱-۱- کدها و استانداردها

- طراحی باید با توجه به آخرین ویرایش کدها و استانداردهای زیر انجام پذیرد. در صورت تغییر و به‌روزرسانی کدها و استانداردها و ناهمخوانی با ضوابط استخراج شده در این گزارش، طراح موظف است آخرین ویرایش استانداردها و کدها را مبنای طراحی قرار دهد.
- در این مورد، موارد تغییر و اختلاف را پیش از اقدام به طراحی به طور واضح و مشخص گزارش کند.
- نشریه شماره ۲۷۱ سازمان مدیریت با عنوان شرایط طراحی برای محاسبات تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع
- نشریه ۱۲۸ سازمان مدیریت با عنوان مشخصات فنی تأسیسات مکانیکی ساختمان
- مجموعه مجلدهای مقررات ملی ساختمان
- مجموعه ضوابط سازمان آتش‌نشانی شهر موقعیت احداث پروژه ایستگاه قطار شهری (در صورت وجود)
- استاندارد شماره ۳-۲۱۱۹۳ با عنوان سیستم‌های حمل و نقل درون شهری و حومه (مترو و...) - ایمنی الزامات تهیه شده توسط سازمان قطار شهری‌ها (در صورت وجود)
- American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association (SMACNA)
- Model National Energy Code for Building (MNECB)
- Subway Environmental Design Handbook (SEDH)
- Handbook of Air Conditioning System Design (By Carrier Co.)

- ISO (International Standard Organization)
- AMCA (Air Moving and Control Association)
- ASME (American Society of Mechanical Engineers)
- ANSI (American National Standards Institute)
- AWS (American Welding Society)
- ASTM (American Society for Testing Materials)
- IEC (International Electrotechnical Commission)
- DIN (Deutsches Institut für Normung)

۲-۱-۱- روش طراحی

- محاسبه بار گرمایی و سرمایی برای اتاق‌های ایستگاه باید با آخرین نسخه نرم‌افزار کریر (HAP) (یا نمونه مشابه مورد تایید آن) صورت گیرد.
- پارامترهای مورد نیاز برای طراحی در بخش شرایط طرح برای عملکرد عادی گردآوری شده است.
- میزان حرارت تولید شده توسط تجهیزات در هر پروژه باید در هماهنگی با بخش تجهیزات تدقیق و سپس مبنای محاسبات قرار گیرد.
- یادداشت: بر مبنای تجربه‌های رایج مقدار بار حرارتی تقریبی تجهیزات در ضمیمه جدول شماره ۱ اعلام می‌گردد. استناد به این اعداد تنها در مرحله طراحی مقدماتی به منظور پیشبرد مطالعات و طراحی پیش از مشخص شدن و نهایی شدن تجهیزات می‌باشد.
- تهویه طبیعی حاصل از اثر پیستونی حرکت قطار نباید برای کاربردهای زیر مورد استفاده قرار گیرد:
 - اتاق‌هایی که براساس ضوابط نیاز به تهویه مکانیکی دارند.
 - اتاق باتری، سیگنالی‌نگ، مخابرات و سایر اتاق‌های تجهیزات و بهره‌برداری با حساسیت بالا برای عملکرد درست سیستم حمل و نقل
 - اتاق‌هایی با طبقه‌بندی مخاطره الکتریکی در کلاس I (DIV I) و کلاس I (DIV 2)
 - فضاهای حساس به گرد و غبار و ذرات حاصل از ترمز گرفتن قطار و سایر آلاینده‌های حاصل از عملکرد حمل و نقل ریلی
 - سایر فضاهایی که بر مبنای الزامات و محاسبات سطح تهویه در آنها ناکافی باشد.
- طراحی سیستم‌های مکانیکی باید مطابق با دستورالعمل و آیین‌نامه‌های ملی به منظور ایجاد تسهیلات مناسب در راستای رسیدن به رویه‌های اجرایی، الزامات ایمنی و... انجام پذیرد.

۱-۱-۳ الزامات تعمیرات و نگهداری

- تجهیزات HVAC و متعلقات وابسته به آنها باید برای بهره‌برداری، بازبینی دوره‌ای و تعمیرات مورد نیاز در دسترس باشند.
- فضای کافی برای قطعات متحرک و قابل تعویض در دستگاه‌ها در نظر گرفته شود تا در صورت نیاز به تعمیر و تعویض نیازی به جابه‌جا کردن یا از هم باز کردن تجهیزات مجاور نباشد. همچنین راهروهای کافی در هر اتاق برای دسترسی به تجهیزات در نظر گرفته شود. این الزامات فضایی باید با نقطه‌گذاری محدوده بیرونی درون نقشه‌ها نمایش داده شود.
- تجهیزات HVAC نباید بالای فضای باز راه پله‌ها یا در مسیر ریل و سایر مسیرهایی نصب شوند که دسترسی به آنها مشکل یا خطرناک باشد.
- محل قرارگیری تجهیزات نباید جایی باشد که:
 - عملکرد تجهیز در فضا خطرات ایمنی برای تعمیرکاران داشته باشد.
 - فعالیت‌های تعمیراتی و تجهیزات دسترسی وابسته به آنها (نردبان، بالابر، سکوها، دسترسی به تجهیزات و...) برای عملکرد عادی تجهیزات تأثیرات غیرقابل قبول به همراه داشته باشد.
 - دسترسی عمومی به آن امکان‌پذیر یا غیرقابل کنترل باشد.
 - دسترسی برای تعمیرکاران تنها در زمان‌های (ساعات) غیر بهره‌برداری فراهم باشد.
 - دمای فضای نصب بدلیل عملکرد تجهیزات تهویه مطبوع (نظیر کندانسورها) بالاتر از حد مجاز برود.
- تجهیزات تهویه مطبوع، دمپرها، فیلترها و سایر وسایل جانبی که در داخل اتاق‌ها نصب می‌شوند باید به شکلی چیدمان شوند که دسترسی بهره‌برداران و تعمیرکاران به آنها بدون استفاده از چرخ و زنجیر یا سکوها، دسترسی اضافی مانند داربست یا نردبان‌هایی که نیاز به روش‌های حفاظتی برای جلوگیری از افتادن دارند، امکان‌پذیر باشد.
- تا حد امکان تجهیزات تهویه مطبوع باید روی زمین نصب شوند.
- وزن تجهیزات تهویه و تهویه مطبوع که بر روی سقف یا دیوار نصب می‌شوند نباید بیش از ۵۰ کیلوگرم باشد مگر با اجازه تیم نگهداری و تعمیرات. این تجهیزات باید تجهیزاتی باشند که نیاز به تعمیرات دوره‌ای نداشته باشند.
- شمارنده (گیج‌ها) و نشانگرها باید سائز مناسب داشته باشند و به شکلی جانمایی شوند که به راحتی توسط اپراتور از سطح کف فضا قابل خواندن باشند.
- سیستم‌ها باید تا حد امکان به شکلی جانمایی شوند که نیازی به روش‌ها و ابزار جلوگیری از افتادن یا لوازم جانبی برای تعمیرات و بازبینی نباشد.
- در بیشتر موارد تجهیزات تهویه مطبوع باید امکان تعویض قطعات بزرگ را برای یک تا دو بار در طول عمر کارکردشان داشته باشند. در نظر گرفتن تمهیدات لازم برای این منظور بدون تأثیرگذاری بر عملکرد بهره‌برداری

تا حد امکان در نظر گرفته شود. جابه‌جایی قطعات تعویض‌پذیر بهتر است از مسیر فضای عمومی ایستگاه یا تونل‌ها انجام نشود.

- محصولات شیمیایی، مواد لازم برای روغن‌کاری و تمیز کردن و... تجهیزات و تاسیسات به تعداد کافی تهیه شده و در انبارها نگهداری شود تا در فرایند تعمیرات و نگهداری تجهیزات تهویه و تهویه مطبوع اخلاص ایجاد نشود.

۴-۱-۱- کیفیت مصالح و تجهیزات

- در تهیه جزئیات اجرایی و مشخصات فنی بایستی تا حد امکان استفاده از توان سازندگان و تأمین‌کنندگان داخلی ملاک عمل قرار گیرد.
- مشخصات فنی تجهیزات تهویه و تهویه مطبوع و مصالح باید محصولاتی با بالاترین کیفیت‌های موجود با توجه به طول عمر و عملکرد تجهیزات را شامل شود. استانداردهای ذکر شده در این آیین‌نامه برای انتخاب تجهیزات مبنا قرار گیرد.
- در صورت استفاده از آلترناتیوهای موجود برای موارد اشاره شده در کدهای انتخاب تجهیز و مصالح، این انتخاب باید با نظر کارشناسان کارفرما (قطار شهری) انجام و مورد تأیید قرار گیرد.
- کانال‌ها، اتصالات و سایر متعلقات وابسته به آنها، به راحتی قابل دسترس نیستند. از این رو برای انتخاب جنس آنها و سایر قطعات باید به عمر محصول دقت شود، کلیه اتصالات آهنی و ساپورت‌ها باید دارای پوشش ضد زنگ باشند.
- تجهیزات تهویه: برای تجهیزات یکپارچه حداقل ۱۵ سال عمر عملکرد و برای تجهیزات ساخته شده مانند سیستم‌های هواساز و... ۲۵ سال در نظر گرفته می‌شود.
- محصولاتی باید انتخاب شوند که حداقل تعمیرات را لازم داشته باشند. مراقبت و بازرسی‌های دوره‌ای و تعمیرات پیشگیرانه تجهیزات نباید زودتر از فواصل سه ماهه مورد نیاز باشد.
- تولیدات مورد استفاده باید قابل اطمینان و خدمات مرتبط با آنها شناخته شده و قابل پیش‌بینی باشد. در مورد تجهیزات حیاتی برای عملکرد تاسیسات در صورت نیاز به خارج شدن برای تعمیرات یا تعویض و... پیش‌بینی‌های لازم برای به کارگیری جایگزین‌های مناسب باید در طراحی صورت گیرد.
- تجهیزات انتخابی باید هماهنگ با استانداردهای زیست محیطی باشند. این موارد باید شامل موارد زیر شود:
 - محصولات کارخانه‌ای از کارخانه‌هایی انتخاب شود که حداقل تأثیرات منفی زیست محیطی را دارند.
 - محصولات دارای برچسب انرژی باشند (محصولاتی انتخاب شوند که در بازایی و مصرف انرژی موارد مورد نیاز را رعایت می‌کنند)، در صورت عدم وجود برچسب انرژی برای تجهیزات تهویه از قبیل فن‌ها و دمپرها، یا بهره‌وری پایین دستگاه‌ها، بایستی راندمان عملکرد محصولات از معیارهای گزینش قرار گیرد.
 - محصولات در طول دوره کارکرد (عمرشان) به حداقل مواد مصرفی نیاز داشته باشند.

- تعمیرات و استفاده از محصولات پسماندهای مضر ایجاد نکند.
- در پایان عمر محصول قابلیت بازیافت یا امحای ایمن آن وجود داشته باشد.
- پیشنهاد می‌گردد در این سیستم کانال‌ها همگی از نوع ورق گالوانیزه (با ضخامت‌هایی مطابق مشخصات فنی) بوده و با فلنج نبشی با پوشش ضد زنگ به هم متصل می‌شوند. عایق کانال‌ها از جنس پشم سنگ یا الاستومری غیر قابل اشتعال انتخاب شود.
- دریچه‌های توزیع، برگشت و تخلیه هوا از نوع آهنی یا آلومینیومی با پوشش رنگ مناسب و بسته به محلی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، مجهز به دمپر یا بدون آن می‌باشند.

۲-۱- طراحی تهویه مطبوع

۱-۲-۱- الزامات کلی طراحی

- دریافت کننده‌های هوای تازه از بیرون و خروجی‌های هوا باید توسط گریل‌های نصب شده در هواکش‌ها، از بیرون از ایستگاه محافظت شود.
- کیوسک‌های ورود و خروج هوا در روی زمین باید با معماری فضای اطراف هماهنگ و در چهارچوب مسئولیت‌های بخش معماری و در هماهنگی با سازمان‌های ذی ربط از جمله قطار شهری‌ها و شهرداری‌ها باشد.
- کیوسک ورودی هوا باید در فاصله مناسبی از شفت تهویه دود قرار گیرد تا دود دوباره به ایستگاه باز نگردد.
- شفت ورود هوا به ایستگاه باید در فاصله‌ای مناسب از دیگر منابع آلودگی مانند مسیر تردد اتوبوس‌ها و ترافیک شهری واقع گردد.
- برای کاهش آلودگی هوا، هوای بیرون پیش از هدایت به سیستم تهویه مطبوع باید فیلتر شود و ورودی‌های هوا (کیوسک‌های تهویه) در سطح خیابان نباید در معرض گرد و غبار، دود، بو، سر و صدا و مواد سمی (تحریک کننده) از ترافیک و سایر منابع خارجی واقع شوند.
- گرمایش و سرمایش اتاق‌ها برای رسیدن به حداقل دمای مورد نیاز باید با توجه به بار حرارتی هر اتاق تعیین شود.
- در طراحی سیستم تهویه و تهویه مطبوع برای فضاهای غیرعمومی (در ایستگاه‌های زیرزمینی) توجه به این نکته ضروریست که فضاهای اداری در تمام طول سال نیاز به سرمایش یا گرمایش دارند در حالیکه فضاهای تجهیزاتی در تمام طول سال نیاز به سرمایش دارند؛ لذا مستقل بودن تجهیزات مورد نیاز این دو بخش و یا در نظر گرفتن تمهیدات مربوطه الزامی است.
- اتاق‌هایی که به عنوان انبار در نظر گرفته می‌شوند باید حداقل دمای طراحیشان ۹ درجه سانتیگراد باشد. هوای تعویضی این اتاق‌ها نیازی به فیلتر شدن ندارد.

- اتاق‌های کارکنان بهره‌برداری و تعمیرات (فضاهای کاری یا رختکن‌ها) حداقل دمای طرحشان ۲۲ درجه سانتیگراد در نظر گرفته می‌شود.
- برگه اطلاعات فنی کارخانه‌ای تجهیزات برای تهویه فضاهایی که تجهیزات مورد نظر در آنها قرار می‌گیرد، ملاک عمل قرار گیرد و شرایط تهویه اتاق در هماهنگی با الزامات فنی تجهیز انجام پذیرد.
- در هر پروژه با توجه به محل پروژه و اقتضائات مرتبط پکیج‌ها مناسب با شرایط طرح خارج طراحی می‌شوند، در طراحی سیستم تهویه مطبوع فضاهای غیر عمومی، بدلیل اینکه برای برخی فضاها با دریچه اگزاست، از هوای فضای عمومی برای تأمین هوای اگزاست استفاده می‌گردد، لذا به جای دمای طرح خارج شهر، بایستی از دمای طرح داخل ایستگاه در روش طراحی استفاده نمود.

۱-۲-۲- نرخ تهویه

- نرخ تعویض هوای اتاق در ساعت باید مطابق با جدول ۱ صورت بگیرد.
- مقادیر نرخ تعویض هوا ذکر شده در جدول ۱، حداقل دفعات تعویض هوا بر ساعت با توجه به حجم اتاق را مشخص می‌کند. نرخ تعویض هوا ممکن است به دلایل زیر نسبت به مقادیر جدول زیر افزایش یابد:
 - به منظور کنترل حداکثر دمای اتاق با توجه به محاسبات مرتبط با بار حرارتی ناشی از تجهیزات، روشنایی و سایر بارهای حرارتی.
 - به منظور کنترل آلودگی برای رسیدن به سطح خواسته شده در آیین‌نامه.
- نرخ تهویه مورد نظر باید به شکلی باشد که حداقل ظرفیت تجهیز با احتساب ۱۰۰٪ هوای تازه (بدون بازگشت هوا) در موارد مشخص شده را فراهم نماید.
- برای صرفه‌جویی در انرژی، ممکن است برای بعضی از اتاق‌ها نرخ تعویض‌های کامل فقط برای شرایط پیک یا حالت بدترین وضعیت کارکرد مانند روزهای بسیار سرد در شرایط طراحی در نظر گرفته شود.
- بازگشت مجدد هوا در جاهایی که جریان دائمی هوا وجود دارد، با رعایت کنترل دمایی و فیلتراسیون اتاق با توجه به تجهیزات مستقر در اتاق، مجاز می‌باشد.
- هنگامی که بازگشت مجدد هوا برای فضایی در نظر گرفته می‌شود، حداقل سطح تعویض هوای مناسب با توجه به کاربری فضا تأمین شود. این میزان حداقلی نباید از ۲۰ درصد نرخ تعویض هوای مشخص شده در جدول ۱ کمتر باشد.
- برای فضاهایی که نرخ تعویض هوا برای نگهداشتن شرایط دمایی در دمای مشخص شده برای اتاق کافی نمی‌باشد باید از سیستم سرمایش استفاده شود.

۱-۲-۳ - هوای تازه - فضاهای با حضور نیروی انسانی

- برای فضاهای با حضور نیروی انسانی باید هوای تازه مورد نیاز مقرر شده در جدول پیوست ۱ از هوای بیرون از ایستگاه تامین شود.
- تجهیزات مخصوص برای گرمایش یا سرمایش هوای تازه ارسالی به اتاق‌ها با توجه به شرایط داخل اتاق پیشنهاد می‌گردد.
- به منظور کاهش آلودگی هوا، هوای بیرون تامین شده برای داکت‌های سیستم تهویه مطبوع باید فیلتر شود. همچنین دریافت کننده‌های هوای بیرون باید از منابع آلودگی مانند گرد و غبار، آلاینده‌های گازی و سایر منابع آلوده کننده بیرون از ایستگاه به دور باشند.
- کلیه دریافت کننده‌های هوای بیرون باید در مکانی واقع شوند که از ایجاد مسیر اتصال کوتاه با داکت‌های تخلیه هوای ایستگاه مصون بمانند.
- مقدار کل هوای تازه مورد نیاز برای هر نفر (نرخ هوای تازه) و نرخ اشغال و تعداد نفرات حاضر در هر فضا، با توجه به جدول ۱ موارد زیر در نظر گرفته شود:
- تعداد افراد حاضر در فضا بین ۱ تا ۴ نفر: ۱۶/۵ لیتر بر ثانیه معادل با 35 cfm برای هر نفر؛
تعداد افراد حاضر در فضا ۵ تا ۱۰ نفر: ۱۱/۸ لیتر بر ثانیه معادل با 25 cfm برای هر نفر؛
- تعداد افراد حاضر در فضا بیش از ۱۰ نفر: ۸/۵ لیتر بر ثانیه معادل با 17 cfm برای هر نفر؛
- نرخ مورد نظر نباید کمتر از مقادیر جدول (۱-۶) از استاندارد ASHRAE 62.1 باشد.

۱-۲-۴ - شرایط آسایش کارکنان

- در هر فضایی باید شرایط کنترل کافی و در دسترس برای اطمینان از آسایش کارکنان حاضر در آن فضا از طریق تجهیزات تهویه، تهویه مطبوع و تجهیزات کنترلی مانند دمپرها، ترموستات فراهم شود.
- سیستم های تهویه مطبوع به منظور صرفه جویی در مصرف انرژی و ایجاد امکان غیر فعال شدن در ساعات غیر بهره‌برداری، بایستی متصل به سیستم BAS و دارای ترموستات باشند.
- خروجی‌های توزیع هوا مانند گریل‌ها، دیفیوزرها و رجیسترها باید به شکلی انتخاب شوند که توزیع و پرتاب هوای مناسب هوا با حداقل میزان سرو صدا در فضا ایجاد کنند.
- توزیع کننده‌های هوا (تامین هوا/ تخلیه/ گریل‌های بازگشت هوا) باید به شکلی چیده شوند تا تعویض هوای موثر برای هر فضا را تامین کنند و از ایجاد نقاط کور یا مسیرهای اتصال کوتاه بین ورود و خروج هوا جلوگیری کنند.

۱-۲-۵ - هوای خروجی (تخلیه هوا)

- هوای تخلیه از اتاق‌های زیر باید به هوای آزاد در سطح زمین منتقل شود:

- سرویس‌های بهداشتی
- اتاق‌های باتری
- اتاق شستشو و اتاق شارژ باتری ماشین‌های شستشو (در صورت وجود)
- اتاق زباله
- پست تخلیه فاضلاب
- هوای تخلیه از سایر اتاق‌های ایستگاه که هوای خروجی از آنها بدون ذرات آلاینده است می‌تواند به فضاهای عمومی یا تونل تخلیه شود، طراحی و جانمایی باید به شکلی صورت گیرد که این هوای تخلیه تحت تاثیر حرکت قطار به فضاهای عمومی و مسیر انتظار حرکت مسافری باز نگردد.
- در فضاهای مجهز به سیستم اطفای گازی، بایستی دریچه اگزاست، جهت تخلیه دود و گازهای ناشی از فرایند اطفای پیش بینی گردد، میزان اگزاست این فضاها در صورت استفاده از گازهای غیر سمی و Clean Agent، حداقل ۴ ACH و برای سایر گازها به میزان حداقل ۶ ACH لحاظ گردد.

۶-۲-۱- هوای جبرانی

- تمام اتاق‌هایی که تخلیه هوا از آنها صورت می‌گیرد باید دارای تامین هوای جبرانی به میزان کافی و مناسب باشند.
- تجهیزات تامین هوای جبرانی اتاق‌ها باید با توجه به شرایط فشاری اتاق و سایر الزامات مرتبط با هوای داخل اتاق طراحی شوند.
- بجز موارد مشخص شده، هوای جبرانی باید برای نگهداشتن شرایط فشاری اتاق در حالت خنثی، مثبت یا منفی نسبت به فضاهای مجاور تامین می‌شود.

۷-۲-۱- جانمایی سیستم‌ها

- مطابق با پیوست ۲ (که به صورت نمونه برای یک فضا آماده شده است)، جداولی براساس طرح تاسیسات مکانیکی سیستم‌های تهویه و تهویه مطبوع به تفکیک فضاها باید آماده شود که با توجه به کاربری فضاها و سیستم‌های مورد استفاده چیدمان اولیه‌ای از تجهیزات، محل آنها، نحوه ارتباط با فضای مورد نظر و... در آنها مشخص باشد.

۸-۲-۱- فشار هوای اتاق (Room Pressurization)

- ایجاد فشار مثبت در اتاق‌های مشخص شده در جدول ۱، به منظور جلوگیری از نفوذ آلاینده‌هایی نظیر ذرات و غبار حاصل از ترمز کردن قطارها در فضای مجاور، به منظور محافظت از نیروی مشغول به کار یا تجهیزات نصب شده در این اتاق‌ها می‌باشد.

- فشار مشخص شده در جدول ۱، فشار نسبی اتاق نسبت به فضاهای مجاور، با لحاظ کردن درها و سایر بازشوها در شرایط محصور (بسته) می‌باشد.
- در طرح کلی تهویه، حداکثر اختلاف فشار بین یک اتاق و فضای مجاور یا فضای بیرونی باید ۶۲+ پاسکال باشد. این مقدار بدون درنظر گرفتن عملکرد فن‌ها در زمان آتش‌سوزی یا فشار ناشی از ضربه حاصل از عملکرد قطار می‌باشد.
- یادداشت: امکان ورود و خروج ایمن کارکنان و افراد مستقر در این فضاها در شرایط فوق‌الذکر باید محاسبه و درنظر گرفته شود.
- برای ایجاد فشار مثبت در اتاق‌ها باید تمهیداتی جهت افزایش هوای ورودی به اتاق نسبت به کاهش میزان (نرخ) خروج هوا از اتاق درنظر گرفته شود. بازشوهای خروج هوا باید دارای دمپ‌های کنترلی برای نگهداشتن هوای اتاق در فشار مورد نظر باشند.
- اتاق‌هایی که در معرض تکانه‌های فشاری حاصل از عملکرد قطارها بوده و نیازمند کنترل نفوذ هوا به داخل می‌باشند باید مطابق با موارد زیر چیدمان شوند:
 - کلیه بازشوهای دریافت کننده یا خروجی هوا با هوای آزاد در ارتباط باشند؛ یا
 - کلیه بازشوهای دریافت و تخلیه هوا به فضای یکسانی از ایستگاه مرتبط باشند تا به شکل منطقی از ایجاد مسیرهای اتصال کوتاه جلوگیری شود.
 - دارای دمپ‌های یک طرفه به منظور جلوگیری از نفوذ هوای ورودی به اتاق از طریق کانال‌های تخلیه باشند.
- تفاوت دقیق میان هوای تامین شده و هوای تخلیه باید از طریق در و درزهای دیوار منتقل شود. این امر نیاز به محاسبات دقیق مهندسی دارد. برای مثال استفاده از هندبوک ASHRAE Fundamental پیشنهاد می‌شود.
- اتاق‌هایی که باید فشارشان مثبت باشد، اما با توجه به جدول نیاز به تامین هوای تازه ندارند، می‌توانند هوای مورد نیاز را از هوای تهویه شده فضای مجاورشان دریافت کنند. این فضا باید به دور از آلاینده‌های حاصل از کارکرد قطار باشد و برای ورود به اتاق باید فیلتر شود.

۳-۱- تجهیزات تهویه مطبوع و مصالح

- مشخصات فنی تجهیزات و مصالح باید با توجه به ضوابط و مشخصات فنی تعیین شود.
- واحد هواساز، با یا بدون بخش سرمایش، باید شامل مشخصات زیر باشد:
 - دسترسی از هر دو طرف هواساز به فن و فیلتر
 - درنظر گرفتن فضای مناسب و کافی برای درهای دسترسی به هواساز و کویل‌های سرمایش یا گرمایش متحرک
 - فن‌های سانتریفوژ انتخابی با حداکثر بازدهی با توجه به منحنی مشخصه فن

- بخش‌های فیلتر هوا، در واحد فیلتراسیون، شامل گیج (نشانگر) اختلاف فشار باشند به شکلی که از سطح زمین قابل خواندن باشد.
- استفاده از تجهیزات گازسوز در فضای ایستگاه قطار شهری مجاز نمی‌باشد.
- سیستم‌هایی با ظرفیت نامی سرمایی بیش از ۵ تن تبرید باید دو یا بیشتر مدار سرمایش - کمپرسور داشته باشند. بنابراین حداکثر ظرفیت برای هر مدار تبریدی باید ۵ تن تبرید نامی (معادل 18 KW) در نظر گرفته شود.
- تا حد امکان، تجهیزات سرمایش تبریدی باید شامل قسمت اکونومایزر باشند تا در زمانی که شرایط محیطی مطلوب است تا ۱۰۰٪ سرمایش طبیعی ایجاد کنند.
- بخش کندانسور تجهیزات تبریدی باید در مکان‌های زیر نصب شوند:
 - فضای بیرونی محافظت شده از ذرات حاصل از ترمز یا سایر آلاینده‌ها
 - در صورت نصب شدن بر روی سقف، به فاصله ۱ متر اطراف کندانسور مصالح سقف باید به شکلی انتخاب شود که با روغن‌کاری کندانسورها تخریب نشود.
 - تامین یک شیر برداشت و شلنگ در فاصله ۳۰ متری کندانسورها برای شستشوی کوئل در نظر گرفته شود.
- گرمای حاصل از کارکرد کندانسورها باید به هوای بیرون منتقل شود و نباید به فضاهای عمومی دخیل نظیر سکوها یا تراز فروش بلیت یا سایر فضاهای بسته داخل ایستگاه منتقل شود.
- کندانسورها نباید در تونل‌ها، شفت‌ها یا هر فضای دیگری که در معرض ذرات و گرد و غبار حاصل از ترمز کردن قطارهاست تعبیه شود.
- هوای مورد نیاز برای کندانسورهای کانالی نباید از مکان‌هایی که در آن آلاینده‌ها یا ذرات ناشی از ترمز کردن قطار وجود دارد، تامین گردد.
- در فضاهایی که سرمایش برای عملکرد درست تجهیزات حیاتی، مورد نیاز است باید حتما سیستم‌های سرمایش با قابلیت افزونگی در نظر گرفته شود تا در زمان از کار افتادن سیستم اصلی سرمایش، عملکرد تجهیزات مختل نشود.

۱-۳-۱- مشخصات فنی تجهیزات اصلی سیستم‌های تهویه

- کلیه تجهیزات سیستم‌های تهویه باید برای کار پیوسته به مدت ۲۰ ساعت در روز طراحی شوند.
- طراحی تجهیزات باید در تطابق کامل با استانداردهای ایمنی و مقررات مربوطه برای جلوگیری از شروع حریق در ساختمان داخلی تجهیزات، صورت پذیرد.
- تجهیزات مزبور باید با مقاومت بالا نسبت به خوردگی و رطوبت انتخاب شده و در شرایط محیطی زیر، به‌طور کامل قابل بهره‌برداری باشند:
 - تغییرات دما از ۱۰- درجه سانتی‌گراد تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد

- تغییرات رطوبت نسبی از ۱۰ درصد تا ۹۰ درصد
- وجود ذرات معلق در هوا و کیفیت هوای نامناسب

۱-۳-۱- فن‌های سانتریفوژ

فن‌های سانتریفوژ باید با مشخصات زیر انتخاب شوند:

- فن‌های سانتریفوژ با توان بیش از ۱۵ کیلو وات باید از نوع پره‌های رو به عقب (Backward) انتخاب شوند.
- فن‌های سانتریفوژ با پره‌های رو به جلو با حداکثر دور ۱۲۰۰ دور در دقیقه و فن‌های سانتریفوژ با پره‌های رو به عقب با حداکثر دور ۲۰۰۰ دور در دقیقه باید انتخاب شوند.
- الکتروموتور فن‌ها باید متناسب با ظرفیت فن‌ها انتخاب شوند و پیشنهاد می‌گردد که این تجهیزات دارای IP 54 و کلاس عایق H باشند و بایستی بر حسب موقعیت نصب تدقیق گردند.

۱-۳-۲- دمپر

دمپرهای گوناگونی در سیستم تهویه برای کنترل جریان هوا وجود دارند که مشخصات کلی آنها به شرح زیر است. قابل ذکر است که وضعیت باز یا بسته بودن کلیه دمپرهای موتور باید در اتاق رئیس ایستگاه قابل مشاهده باشد.

• دمپرهای حریق

- دمپرهای حریق باید به مدت ۲ ساعت توانایی جلوگیری از اشاعه حریق در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد را داشته باشند.
- دمپرهای حریق باید با سوئیچ الکتریکی و دریچه بازدید و تعویض فیوز مجهز شوند.
- دمپرهای حریق باید توانایی Restart شدن توسط یک موتور الکتریکی با ولتاژ کم را داشته باشند.
- دمپرهای حریق باید از راه دور قابل کنترل باشند.
- پیش‌بینی یک فیوز حرارتی بر روی دمپر حریق برای بستن دمپر در شرایطی که جریان برق ناکافی است الزامی است.

• دمپر موتوری

- در صورت قطع برق، دمپرهای باید در وضعیت اولیه خود (شرایط طبیعی) تنظیم شوند.
- موتور این دمپرهای باید در قسمت خارجی قاب نصب شود.
- سطح مؤثر دمپرهای موتوری نباید از ۸۰ درصد قاب مربوطه کمتر باشد.
- دمپرهای موتوری از نوع مدولار یا یکپارچه، بسته به اندازه مورد نیاز، قابل انتخاب می‌باشند.
- مشخصات فنی دمپرهای موتوری به کار رفته در سیستم تهویه اضطراری باید به گونه‌ای باشد که امکان دریافت فرمان از سیستم BAS ایستگاه را داشته باشند.

- دمپر و کلیه متعلقات مربوط به آن در شرایط کاملاً باز قادر به تحمل نوسانات فشار تا ۱/۵ کیلو پاسکال باشند.

۳-۱-۳-۱- لوور و شبکه

- استفاده از شبکه محافظ در شفت تهویه به منظور جلوگیری از ورود آشغال و مواد زائد به چیدمان فن‌ها ضروری است.
- لوور ورودی هوا در شفت تهویه باید از نوع جاذب صدا و بر مبنای محاسبات سطح نویز انتخاب گردد.

۳-۱-۳-۱- ضرایب اطمینان و حدود مجاز

- ضریب اطمینان مهندسی در محاسبات مربوط به بارهای گرمایی و سرمایی اتاق‌ها و انتخاب تجهیزات وابسته معادل ۱۰٪ لحاظ می‌گردد.
- در محاسبات سائز و انتخاب تجهیزات فن‌ها، پیشنهاد می‌گردد دبی فن ۲۵ درصد بیشتر لحاظ شده و با این دبی جدید محاسبات افت فشار انجام پذیرد، بدلیل اینکه در برخی موارد سائزینگ کانال‌ها با معیار سرعت حداکثر انجام می‌پذیرد، اضافه دبی مورد نظر در سائزینگ کانال‌ها اعمال گردد.
- علاوه بر ضریب اطمینان، باید محدوده‌های مجاز منطقی برای پیشرفت‌های آتی پروژه (به طور مثال در صورت تقاطعی بودن ایستگاه) تغییر تجهیزات و حرارت‌های تولیدی تجهیزات و... در نظر گرفته شود. این نیازها ممکن است در پنج سال نخست بهره‌برداری شناخته و یا پیش‌بینی شوند.

۴-۱- فیلتراسیون

- یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های تعمیراتی در زمان بهره‌برداری که باید با طراحی خوب و دقیق تسهیل گردد، تعویض فیلترهای هواست.
- فیلترهای هوا باید با توجه به طبقه‌بندی MERV براساس استاندارد:
ASHRAE 52.2: Method of Testing General Ventilation Air- Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size
انتخاب شوند.
- فیلترهای هوا به منظور فیلتراسیون عمومی در شرایط عادی (بازده ۳۰٪) باید از درجه 8 MERV و حداقل ضخامت ۵۰ میلیمتر باشد.
- فیلتر کردن هوای برای فیلتراسیون بحرانی (بازدهی ۸۵٪)، مکان‌هایی که نفوذ هوای آلوده بر عملکرد تجهیزات حساس تاثیر می‌گذارد، باید از 12 MERV و حداقل ضخامت نامی ۱۰۰ میلیمتر انتخاب شوند.

- دستگاه هواساز باید به شکلی طراحی شود که با درنظر گرفتن مقاومت نهایی فیلترها ظرفیتش کمتر از ۹۰٪ ظرفیت نامی آن نشود.
- نرخ بار فیلترها و سطح مقطع آنها به گونه‌ای انتخاب شود که در شرایط عملکرد عادی فیلترها پس از ۶ ماه به حداکثر ۷۵٪ بار مورد نظر برسند.
- سرعت هوا بر روی فیلتر نباید بیش از $2/5 \text{ m/s}$ (معادل 500 FPM) باشد. جریان هوای باید به شکلی باشد که تا حد امکان از تمام سطح فیلتر عبور نماید.
- قاب فیلترها باید با سایر استاندارد فیلتر هماهنگ باشد، با درنظر گرفتن ضرایب مجاز کافی برای اختلاف سایز بین فیلترهای کارخانجات متفاوت.
- فیلترهای انتخاب شده برای جلوگیری از نفوذ آلاینده‌ها به هوای بیرون از ایستگاه باید به شکلی انتخاب شوند که مقادیر مجاز و مورد تایید از نفوذ آلاینده‌ها به محیط اطراف ایستگاه را تامین نمایند. در زمان تعویض فیلترها، باید سایز و مشخصات فنی فیلتر جدید با مورد قبلی یکی باشد و یا در صورت تغییر مورد تایید مراجع مرتبط باشد.
- جدولی از زمان تعویض فیلترها با توجه به مشخصات فنی فیلترها تهیه شود.
- فیلترها و تجهیزات مجهز به فیلتر باید در اتاق‌هایی واقع شوند که کارکنان مسئول به راحتی به آنها دسترسی داشته باشند.
- تا حد امکان، دسترسی و تعویض فیلترها نباید نیاز به ابزار یا استفاده از نردبان متحرک یا ثابت داشته باشد. یادداشت: به منظور ایمنی، تعمیرکار مجاز به حمل فیلتر به بالای نردبان نمی‌باشد. تا حد امکان از ابزار دیگر به منظور جابجایی فیلترها استفاده شود.

۵-۱- کانال کشی

- انتخاب مصالح کانال کشی، ساخت و اجرا، اتصالات و سایر اجزا کانال باید در مطابقت با آخرین جزئیات SMACNA انجام شود.
- داکت با هوای سرعت پایین تنها برای فضاهای اداری درنظر گرفته شود.
- در شرایطی که بیشتر از یک فن تخلیه به یک پلنوم مشترک تخلیه شده و از آن طریق به بیرون از ایستگاه منتقل می‌شود، دمپرهای بک درفت (یک طرفه) باید در مسیر داکت خروجی فن‌های تخلیه درنظر گرفته شود.
- جایی که استفاده از دمپرهای حجمی با پره‌های ترکیبی به دلیل فضای ناکافی غیرممکن است، خروجی‌های هوا که در انشعابات اتصال به داکت قرار می‌گیرند باید مجهز به رجیستر و دیفیوزرهای مناسب باشند.
- شعاع خط مرکزی زانویی‌های کانال‌ها باید حداقل $1\frac{1}{2}$ برابر عرض کانال باشد. در صورتی که منحنی شعاع کامل برای زانویی ممکن نباشد باید در زانویی از پره‌های برگشتی (Turning Vane) استفاده شود.

- در طول کانال‌کشی دسترسی‌های مناسب برای تعمیر و تعویض دمپرها، دمپره‌های حریق و فیلترها باید در نظر گرفته شود.
- اتصالات کانال‌های انعطاف‌پذیر باید در محل اتصال فن به کانال در نظر گرفته شود. طول این اتصال باید به شکل عمودی و افقی مناسب انتخاب شود و هنگام کارکرد سیستم باید حداقل ۷۵ mm باشد.
- در ایستگاه‌های زیرزمینی، کانال‌کشی هوای تخلیه فضاهایی نظیر اتاق باتری ممکن است از طریق شفت تهویه مشترک با سایر فضاها به سطح خیابان منتقل شود. همچنین در بعضی ایستگاه‌ها کانال‌کشی هوای ورودی به ایستگاه ممکن است با شفت هوای خروجی مشترک در نظر گرفته شود. تحت هیچ شرایطی شفت ورودی و خروجی هوا نباید به صورت مشترک اجرا شوند.
- عایق حرارتی برای موارد زیر در نظر گرفته می‌شود:
 - کانال هوای خارجی؛ از بازشوی هوای بیرون تا واحد تهویه مطبوع ایستگاه (کانال‌های خارجی که در معرض هوای بیرون قرار دارند)
 - کانال تامین هوا از واحد تهویه مطبوع
 - سایر مواردی که براساس شرایط خاص پروژه نیاز به عایق‌بندی برای جلوگیری از اتلاف انرژی ضروریست.
- برای نصب و نگهداری کانال‌ها از براکت، آویز و تکیه‌گاه‌های مناسب استفاده شود.

۶-۱- شفت‌های تهویه و تجهیزات

- یادداشت: این بخش باید در هماهنگی با ضوابط تهویه حریق بازنگری شود.
- بازشوهای شفت‌های تهویه بر روی سطح باید با فاصله افقی حداقل ۱۲ متر از ورودی و خروجی نزدیکترین ایستگاه، بازشوهای ورود هوای محافظت نشده یا سایر بازشوها واقع شوند.
 - در صورتی که فاصله افقی بر روی سطح زمین امکان‌پذیر نباشد، حداقل فاصله می‌تواند ۴/۵ متر در نظر گرفته شود، در صورتیکه نزدیکترین شفت خروجی حداقل ۲/۵ متر بالاتر از ورودی یا خروجی ایستگاه، دهانه هوای ورودی محافظت نشده یا سایر بازشوها در نظر گرفته شود.
 - حداقل فاصله در سطح زمین بین لبه‌های بازشوهای دریافت کننده هوا که با دمپره‌های دود حفاظت می‌شوند و شفت‌های تهویه براساس رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$d = 0.25 \times (L_1 + L_2)$$

d = حداقل فاصله بین لبه‌های بازشوهای مجاور

L_1 و L_2 = طول وجوه مقابل به هم در بازشوها به متر

- بازشوهای شفت‌های تهویه در روی سطح باید به شکلی قرار بگیرند که تا حد امکان مسیری مستقیم بین فضای ایستگاه و هوای بیرون ایجاد کنند تا جریان هوا از بخش زیرزمینی تا روی زمین به سهولت انجام پذیرد.

- بازشوهای شفت‌های تهویه در روی زمین باید تا حد امکان در مکان‌هایی به دور از دود و آلودگی‌های حاصل از ترافیک شهری یا سایر منابع آلاینده تعبیه شوند.
- شفت‌های تهویه باید با توجه به شرایط پروژه در مکان‌های زیر در نظر گرفته شود:
 - فضای باز روی سطح زمین
 - سطح مرتفع جداکننده دو سمت بزرگراه
 - پیاده‌روها
- سطح بازشوی شفت‌ها باید بالاتر از تراز آبگرفتگی در نظر گرفته شود و از هرگونه شرایطی که منجر به ورود آب به شفت‌ها شود، مثلاً در اثر اختلال و گرفتگی سیستم جمع‌آوری فاضلاب یا آب باران در نزدیکی شفت، جلوگیری به عمل آید.
- لوورها و یا صفحه‌های مشبک روی دیواره شفت‌ها باید حداقل ۳۰۰ mm بالاتر از سطح مجاور باشد (این تعداد در مکان‌هایی که امکان آب گرفتگی یا بارش برف در تراز بالاتر از ۳۰۰ میلیمتر وجود داشته باشد باید بیشتر شود).
- جاهایی که صفحه‌های مشبک و لوورهای بازشوها در دسترس عمومی قرار دارد باید شرایط مناسب جهت محافظت از آنها در برابر مزاحمت و خرابکاری فراهم گردد.

۷-۱- سرعت هوا در شفت‌های تهویه

- حداکثر سرعت هوا بر روی صفحه‌های مشبک و لوورهای شفت باید با محاسبه سطح مقطع آزاد صفحه و لوور، شامل تمام نگهدارنده‌ها احتساب شود.
- کلیه شفت‌های تهویه باید با توجه به ضوابط زیر طراحی، اندازه‌گذاری و جانمایی گردد:
 - در شرایط بهره‌برداری عادی در سطح پیاده‌رو حداکثر سرعت هوای خروجی نباید بیشتر از ۲/۵ متر بر ثانیه باشد.
 - چنانچه شفت در فضای پیاده‌رو نباشد در شرایط بهره‌برداری عادی حداکثر سرعت هوای خروجی نباید بیش از ۵ متر بر ثانیه باشد (ضوابط کنترل سطح صدا در این سرعت باید چک شود).
 - در شرایط اضطراری سرعت هوای تخلیه نباید از ۱۱ m/s بیشتر شود اما به منظور اطمینان از خروج دود تا حد امکان این سرعت باید نزدیک به ۱۱ m/s باشد.
 - حداکثر سرعت مجاز در مقاطع مختلف در شرایط عادی در جدول شماره (۱-۱) ارائه شده است.

جدول ۱-۱: حداکثر سرعت مجاز هوا در شرایط عادی

مقطع	سرعت (m/s)
حداکثر سرعت هوا در سطح سکو	۳
حداکثر سرعت هوا در داکت‌های اصلی ورود هوا	۵-۶
حداکثر سرعت هوا در داکت‌های اصلی خروج هوا	۴-۵
حداکثر سرعت هوا در لوور در کیوسک‌ها	۵ تا ۲/۵
حداکثر سرعت هوا در دمپرهای موتوردار	۸
محدوده مجاز سرعت جریان هوا در دریچه‌های رفت	۳-۴
محدوده مجاز سرعت جریان هوا در دریچه‌های برگشت	۲-۳
درخروجی از لوورهای کیوسک تهویه (با ارتفاع بیشتر از ۳ متر)	۵
درخروجی از لوورهای کیوسک تهویه (با ارتفاع کمتر از ۳ متر)	۲/۵

۸-۱- کنترل سطح صدا و ارتعاش

- سیستم تهویه مطبوع فضاهایی که نیروی انسانی در آنها حضور دارد باید مطابق با هندبوک: ASHRAE (HVAC Applications- Sound and Vibration Control) طراحی شوند.
- در مشخصات فنی کلیه تجهیزات باید ضوابط بازدهی کنترل سطح صدای مورد نظر برای دستیابی به سطح مطلوب و آسایش برای فضاهای داخل و سطح صدای مورد قبول با توجه به محدودیت‌های محیط بیرون ارائه شود.
- تا حد امکان تجهیزات به شکلی انتخاب شوند که برای کنترل سطح صدا نیازی به صداگیر و عایق صوتی کانال‌ها نباشد.
- در صورتی که حذف صداگیر اجتناب‌ناپذیر است، بازدهی صداگیرها باید در هماهنگی با بازدهی تجهیزات انتخاب شود به شکلی که صدای تولید شده در سطح مورد نظر باقی بماند.

۸-۱-۱- سطح صدا

با توجه به کارکرد تجهیزات در فضاهای عمومی و غیرعمومی حداکثر مجاز سطح صدا در جدول شماره (۱-۲) ارائه شده است.

جدول ۱-۲: حداکثر سطح مجاز صدا در شرایط عادی

مقطع	سطح صدا (dB)
حداکثر سطح صدای سکو	۶۰
حداکثر سطح صدای در اتاق‌های اداری	۵۵
حداکثر سطح صدا در فاصله یک متری از کیوسک‌ها (از ساعت ۰۷:۰۰ الی ۲۲:۰۰)	۶۵
حداکثر سطح صدا در فاصله یک متری از کیوسک‌ها (از ساعت ۲۲:۰۰ الی ۰۷:۰۰)	۵۵

۱-۸-۲- ارتعاش

در این بخش راهنمای لازم برای طراحان جهت طراحی برای انتخاب نوع مناسب و چیدمان لرزه‌گیرها در نصب تجهیزات مورد نیاز در ایستگاه‌های قطار شهری گردآوری شده است.

- طراحی کنترل ارتعاش باید به گونه‌ای باشد که ایمنی نصب در آن در اولویت قرار گیرد.
- تجهیزات کنترل ارتعاش باید با توجه به نیازهای بهره‌برداری و عملکرد تجهیز انتخاب شوند و امکان سرویس‌دهی مطمئن و حفظ یکپارچگی طراحی در آنها لحاظ گردد.
- طراحی، تامین و نصب لرزه‌گیرها باید مطابق با کدها و استانداردهای بین‌المللی، ملی و محلی باشد.
- معیارهای اصلی قابل مراجعه در هندبوک ASHRAE، تجهیزات تهویه مطبوع، فصل ۴۷، کنترل سطح صدا و ارتعاش، در طراحی و انتخاب و نصب مبنا قرار گیرد.
- تا حد امکان، بازدهی تجهیزات تحت سناریوهای زیر بررسی و مورد تایید باشد.
 - شرایط عملکرد عادی
 - شرایط کارکرد بحرانی و اقتضائات کارکرد در این شرایط
 - شرایط اضطراری مانند اعلام حریق و تهویه اضطراری
- اعتبارسنجی سیستم گزینش و نصب شده باید شامل موارد زیر باشد:
 - اندازه‌گیری ارتعاش در نقاط بحرانی کارکرد تجهیز برای حصول اطمینان از ایجاد تعادل لازم در تجهیز
 - برای تجهیزات حساس که با سیستم مونیتورینگ ارتعاش کنترل می‌شوند، گزارشی از تمامی نقاط تحت نظر (بلبرینگ‌ها، شفت‌ها و...) در تمام شرایط کارکرد تهیه شود تا مبنایی باشد برای مقایسه اندازه‌گیری‌های بعدی.
 - اندازه‌گیری ارتعاش تجهیزات در ساختمان‌هایی که در موقعیت‌های حساس قرار گرفته‌اند به منظور اطمینان از قابل قبول بودن بازدهی سیستم کنترل ارتعاش.
 - اندازه‌گیری ارتعاش برای ساختمان‌ها با موقعیتی که ارتعاش تجهیزات براساس شواهد امکان خطرساز شدن دارند (برای مثال با در نظر گرفتن اثرات غیرمنتظره بر ارتعاش طبیعی خود ساختمان).

۹-۱- الزامات تعمیر و نگهداری

- تجهیزات و وسایل مرتبط با آنها باید بدون جابجایی لرزه‌گیرها قابل دسترسی و تعمیر باشند.
- فضای کافی مورد نیاز در اطراف ماشین‌هایی که قطعات متحرک آنها نیاز به تعویض دارند، بدون نیاز به از کار افتادن یا باز کردن تجهیزات مجاور آنها نظیر سیستم کنترل ارتعاش.
- اتصالات لوله انعطاف‌پذیر باید برای تعویض و بازبینی دوره‌ای در دسترس باشند. شیرهای لازم برای ایزوله کردن سریع خطوط لوله‌کشی بدون تاثیر و اختلال بر سایر بخش‌ها باید پیش‌بینی گردد.
- اتصالات کانال‌های انعطاف‌پذیر برای بازبینی و تعویض باید قابل دسترس باشند. داکت‌هایی با اتصالات فلنجی در این مورد ترجیح داده می‌شوند.

۱۰-۱- الزامات ویژه فضاها به تفکیک

این الزامات متممی‌ست بر ضوابط مطرح شده در این بخش به تفکیک فضاها و اقتضائات خاص هر کدام که بایستی حسب اقتضای شرایط هر پروژه مورد ارزیابی و تدقیق قرار گیرد.

۱-۱۰-۱- سرویس‌های بهداشتی مخصوص کارکنان

- هوای این قسمت‌ها باید حداقل به میزان ۱۲ تعویض هوا در ساعت توسط سیستم تخلیه مستقل که فن آن یک فن رزرو نیز دارد به فضای بیرون از ایستگاه تخلیه شود. هوای مورد نیاز این فضا از فضای مجاور سرویس‌های بهداشتی به میزان ۷۵ درصد هوای تخلیه از طریق گریل‌های انتقال به فضا وارد می‌شود به شکلی که فشار هوای سرویس‌ها همواره منفی بماند.
- در صورت نیاز به گرمایش استفاده از هیترهای برقی، هیترهای فن‌دار و سایر ملحقات وابسته به آنها بر روی دیوار یا نزدیکی کف مجاز نمی‌باشد.
- به دلیل مشکلات و خطرات مربوط به تعمیرات، نصب تجهیزات تهویه و گرمایش بر روی سقف توصیه نمی‌شود.
- در صورت نیاز به استفاده از سیستم گرمایش در سرویس‌های بهداشتی استفاده از یک سیستم گرمایش با فن بیرون از فضا شامل بخش‌های زیر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد:

- فن تامین هوا
- بخش گرمایش الکتریکی (کویل گرمایی)
- بخش فیلتراسیون هوای بازگشت
- هوای گرم شده در نزدیکی سطح کف به فضا وارد شده و در نزدیکی سقف خارج شود
- گریل‌های ورود هوای تازه باید مقاوم در برابر خوردگی باشند

- کلیه فن‌ها و فیلترها باید در اتاق سرویس قرار بگیرند و به منظور تسهیل در تعمیر و تعویض در فاصله ۱/۵ متر از کف نصب شوند.

۱-۱۰-۲- اتاق فروش بلیت و نظارت بر گیت

- با توجه به اینکه اتاق فروش بلیت توسط پنجره‌هایی با فضای عمومی ارتباط دارد و در زمستان در معرض هوای سرد قرار دارد که می‌تواند آسایش و شرایط دمایی را برای کارکنان اتاق تحت تاثیر قرار دهد از سیستم‌های سرمایش و گرمایش مجتمع با کویل DX می‌توان برای گرمایش مناسب استفاده کرد، همچنین در صورت نیاز، امکان انتخاب سیستم‌های دیگر متناسب با شرایط ایستگاه و در تطابق با استانداردهای طراحی تأسیسات ایستگاه و انجام مقایسه فنی، اقتصادی میسر می‌باشد.

۱-۱۰-۳- اتاق باتری

- اتاق‌های باتری و همچنین اتاق شارژ باتری‌های دستگاه‌های شستشوی کف ایستگاه (در صورت وجود)، در زمان شارژ شامل اسیدهایی هستند که ممکن است گاز هیدروژن آزاد کنند. بنابراین برای تهویه این فضاها باید علاوه بر موارد عمومی ذکر شده، ضابطه‌های موجود در این بند نیز مراعات گردد.
- اتاق‌هایی که در آنها گاز هیدروژن آزاد می‌شود باید با تهویه مناسب و کافی، سطح هیدروژن در اتاق تا ۲٪ پایین‌تر از پایین‌ترین حد انفجار (Lower Explosive Limit (LEL)) برای بدترین شرایط ممکن زمان شارژ، که بیشترین میزان تولید هیدروژن در آن زمان اتفاق می‌افتد، نگاه داشته شود.
- بدترین شرایط نرخ تولید هیدروژن براساس استاندارد IEEE 484، ۱۲۷/۰ میلی لیتر بر ثانیه بر واحد آمپر هر سلول باتری و حداکثر شرایط شارژ در نظر گرفته می‌شود.
- علاوه بر موارد بالا، یک نرخ حداقلی تعویض هوا ۶ ACH برای کنترل میزان گاز هیدروژن در فضا، معمولاً در تراز سقف در نظر گرفته شود که بایستی بسته به نوع باتری‌های به کار رفته در پروژه تدقیق گردد.
- کانال‌های هوای تخلیه از اتاق‌های باتری نباید به داکت‌های خروجی دیگر فضاها متصل شود.
- فن تخلیه از اتاق باتری باید دوقلو باشد. در صورت از کار افتادن یکی از فن‌ها هشدار محلی برای قطع شدن جریان در مسیر تخلیه مورد نیاز می‌باشد تا فن جایگزین شروع به کار کند.
- مدار برقی تامین برق تجهیزات شارژ باتری باید از طریق یک سوئیچ جریان و کانتکتور با سیستم تهویه در ارتباط باشد. قطع شدن تهویه باید به صورت محلی و از راه دور قابل تشخیص باشد.
- فن‌های تخلیه باید از نوع تسمه‌ای یا مستقیم و از نوع ضدانفجار پره‌ای باشد.
- موتورها باید خارج از اتاق باشند مگر اینکه از نوعی باشند که با توجه به شرایط اتاق قابل تایید باشند.
- کلیه قطعات فلزی سیستم تهویه باید در مقابل الکتریسیته ساکن محافظت شده و به زمین متصل باشند.

- کانال‌ها باید در تراز سقف (پشت سقف کاذب در صورت وجود) و گریل‌های خروجی متناسب با محل جانمایی باتری‌ها قرار داده شوند.
- سطح سقف باید کاملاً صاف باشد تا گاز در نقاط کور جمع نشود. تمام بخش‌های اتاق باید حتماً تهویه شوند.
- کانال‌ها نباید بازشو داشته باشند مگر اینکه برای عملکرد درست و تعمیر سیستم‌ها مورد نیاز باشد.
- عبور کانال‌های تخلیه اتاق باتری از دیوارهای حریق تا حد امکان به حداقل رسیده و در صورت عبور نیاز به دمپر حریق و پنل دسترسی در نظر گرفته شود.

۱۰-۴- فضاهای تجاری و استیجاری

- گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع فضاهای استیجاری و تجاری باید در مطابقت با الزامات ویژه هر یک از کاربری‌ها، با در نظر گرفتن ظرفیت (توانایی) زیرساخت‌های ایستگاه، طراحی شود.
- در صورتیکه در مرحله طراحی ایستگاه نوع کاربری و الزامات مرتبط با فضاهای استیجاری مشخص نباشد، سطح سرویس‌دهی حداقلی باید به صورت تقریبی برای نیازهای آتی پروژه در نظر گرفته شود.
- مکان حدودی این فضاها باید مشخص شود تا طراحی براساس پیش‌بینی‌های لازم انجام شود.
- تا حد امکان، فضاهای تجاری و استیجاری باید در کنار یکدیگر و نزدیک ورودی در نظر گرفته شوند تا تامین هوای تازه، هوای جبرانی و هوای تخلیه و تهویه مطبوع با سهولت بیشتری انجام شود.
- گرمای تولید شده در این فضاها در صورت وجود باید به بیرون تخلیه شوند، بنابراین گرما به فضاهای داخلی ایستگاه مثل تراز فروش بلیت یا سکو تخلیه نشود.
- تا حد امکان، شفت‌های تهویه‌ای که به فضای تجاری سرویس‌دهی می‌کنند باید جدا باشد.
- در فضاهای استیجاری و تجاری وجود آشپزخانه‌هایی که نیاز به خروجی هوای آغشته به روغن دارند، مجاز نمی‌باشد.
- غلاف‌گذاری در مسیرهای پیش‌بینی شده برای لوله‌های سیستم تبریدی به محل مناسبی در بیرون از ایستگاه صورت پذیرد.
- فضای محافظت شده‌ای بیرون از ایستگاه برای جانمایی یونیت خارجی سیستم سرمایش تبریدی یا پمپ حرارتی در نظر گرفته شود.

۱۰-۵- اتاق جمع‌آوری زباله

- طراحی اتاق و جانمایی تجهیزات باید به گونه‌ای باشد که تخلیه کیسه‌های زباله را تسهیل نماید. بازشوهای هوای جبرانی و هوای تخلیه باید به شکلی تعبیه شوند که روی هم انباشته شدن زباله‌ها آسیبی به آنها نرساند و اختلالی در تهویه اتاق رخ دهد.

- مصالح به کار رفته در اتاق به شکلی انتخاب شوند که در برابر فشار بالای آب شستشوی اتاق مقاوم باشند.
- این فضا نیاز به گرمایش زمستانی ندارد. لوله‌های آب و اسپرینکلر آتش‌نشانی در اتاق باید از یخ‌زدگی محافظت شوند.

۱-۱۰-۶- اتاق رئیس ایستگاه

- سرمایش و گرمایش این فضا می‌تواند به وسیله سیستم تهویه مطبوع مرکزی (VRF) تأمین می‌شود. بارهای برودتی محسوس این اتاق با توجه به گرمای ناشی از تجهیزات محاسبه می‌شود و با یک سیستم کانال‌کشی با دریچه تخلیه آن برای تخلیه گاز اطفاء حریق اتوماتیک گازی (در صورت وجود) و فن‌های کانالی تعبیه شده به بیرون ایستگاه رانده می‌شود، فضای رئیس ایستگاه نیاز به تأمین هوای تازه نیز دارد.

۱-۱۰-۷- اتاق‌های اداری

- سرمایش و گرمایش این فضاها می‌تواند به وسیله سیستم تهویه مطبوع مرکزی (VRF) تأمین می‌شود، این فضاها نیاز به تأمین هوای تازه جهت پرسنل مطابق بندهای ۱-۲-۳ و ۱-۲-۴ دارد.

۱-۱۰-۸- اتاق‌های سیگنالی‌نگ و مخابرات

- پیشنهاد می‌شود برای دفع بار حرارتی ناشی از تجهیزات و نگهداری دما در محدوده مجاز، تهویه مطبوع این اتاق‌ها سیستم تهویه مطبوع مرکزی (VRF) (فقط سرمایش) انجام گردد و با یک سیستم کانال‌کشی با دریچه تخلیه آن برای تخلیه گاز اطفاء حریق اتوماتیک گازی و فن‌های کانالی تعبیه شده به بیرون ایستگاه رانده شود.

۱-۱۰-۹- اتاق LPS

- این اتاق نیاز به گرمایش زمستانی ندارد. برای تهویه اتاق‌های LPS هوای سرد سکو به درون LPS دمیده شده (فن‌های می‌بایست دارای دمپر موتوری بوده تا در زمان اطفاء حریق گازی بسته شده و اتاق هوا بند شود) و با یک سیستم کانال‌کشی با دریچه تخلیه آن برای تخلیه گاز اطفاء حریق اتوماتیک گازی و فن‌های کانالی تعبیه شده به بیرون ایستگاه رانده می‌شود. میزان هوای تخلیه شده از این فضا بیشتر از میزان هوای ورودی به آن می‌باشد تا فشار فضا منفی گردد. در صورت محدودیت در کانال‌کشی این فضا به دلیل ارتفاع سقف کاذب و یا تداخلات با سیستم‌های دیگر می‌توان میزان گردش هوای اتاق را کاهش داده و زدودن بار حرارتی این فضا را با استفاده از سیستم تهویه مطبوع مرکزی VRF انجام داد.
- برای مواقع اضطراری از جمله بروز حریق در سکو یا عدم کفایت تهویه از طریق تعویض هوا، برای اتاق LPS، می‌تواند سیستم VRF نیز لحاظ خواهد گردد.

- برای باتری‌خانه LPS ها، فن ضد انفجار پیش‌بینی می‌شود. هوای ورودی از طریق گریل‌های انتقال وارد اتاق می‌گردد. با توجه به نقطه عملکرد باتری‌ها متناسب با نوع باتری سیستم تهویه مطبوع و یا گردش هوا لحاظ گردد.

۱۰-۱۰-۱- اتاق UPS

- هوای این قسمت باید به میزان ۱۰ تعویض هوا در ساعت از طریق شبکه کانال‌های تخلیه خارج شود. هوای مورد نیاز می‌تواند از طریق کریدور یا سالن کنار به میزان ۹ تعویض هوا در ساعت وارد اتاق گردد. انتقال هوا لازم است توسط گریل انتقال که دارای دمپر حریق است و روی دیوار حریق اتاق قرار گرفته صورت گیرد. این اتاق نیاز به گرمایش زمستانی ندارد و با یک سیستم کانال‌کشی با دریچه تخلیه آن برای تخلیه گاز اطفاء حریق اتوماتیک گازی و فن‌های کانالی تعبیه شده به بیرون ایستگاه رانده می‌شود.

۱۰-۱۱- غذاخوری کارکنان

- تهویه مطبوع این فضا می‌تواند توسط سیستم تهویه مطبوع مرکزی (VRF) انجام پذیرد. برای تجهیزاتی نظیر اجاق برقی و سماور باید از سیستم تخلیه هوای مجزا استفاده شود. اجاق باید دارای هود مجهز به فیلتر باشد و مقدار هوای تخلیه این وسایل باید به اندازه‌ای باشد که بتواند بو و بخارهای ناشی از گرم کردن غذاها را به‌طور کامل از محل خارج سازد، هوای تازه این فضاها از طریق گریل تعبیه شده بر روی درب اتاق‌ها و از فضای عمومی سالن فروش بلیط تامین خواهد شد.

۱۰-۱۲- پست تخلیه فاضلاب

- این فضا نیاز به سرمایش و گرمایش ندارد، با تعبیه فن کانالی ضد انفجار و لحاظ یک فن رزرو هوای این اتاق با کانال هوا به خارج ایستگاه تخلیه می‌شود. برای جبران هوای تخلیه شده، از سطح خیابان کانال‌کشی ورود هوا به ایستگاه‌های پمپاژ فاضلاب پیش‌بینی می‌گردد.

۱۰-۱۳- تهویه و تخلیه گاز اطفاء حریق اتوماتیک گازی (در صورت وجود)

- در اتاق‌های دارای اطفاء حریق اتوماتیک گازی، در صورت بروز حریق فن‌های مذکور خاموش و دمپرهای موتوری فضا بسته می‌شوند و پس از اطفاء کامل حریق، فن‌های تخلیه دود، گازهای اطفاء و دود ناشی از آن را از فضای داخل اتاق تخلیه خواهند نمود. سیستم مذکور توسط سنسورهای دود و حرارت و فرمان از BAS و سیستم اعلام حریق عمل خواهند کرد، سایر الزامات بایستی در تطابق با سایر استانداردهای موجود در این زمینه باشد.

۱-۱۰-۱۴- اتاق تهویه چهارم

چیدمان تجهیزات تهویه و هواساز در اتاق تهویه چهارم ایستگاه باید مطابق با شرایط آن ایستگاه انجام شود به گونه ای که فضای کافی جهت چیدمان تجهیزات تهویه از جمله فن‌های ورود و خروج هوا، دستگاه‌های VRF، کانال‌های ورود و خروج هوا و... موجود بوده و همچنین فضای لازم برای تعمیر و نگهداری نیز در نظر گرفته شود.

فصل ۲

تاسیسات آبرسانی

در ایستگاه‌های قطار شهری

۱-۲ لیست استانداردها

طراحی سیستم آبرسانی و دفع فاضلاب و همچنین انتخاب تجهیزات مرتبط با آن بایستی مطابق با آخرین ویرایش استانداردهای زیر صورت گیرد.

- NPC (National Plumbing Code)
- ASHRAE Handbook series, Fundamentals
- ISO (International Standard Organization)
- NFPA (National Fire Protection Association)
- ASTM (American Society for Testing and Material)
- AWWA (Plumbing standard American Water Works Association)
- BSI (British Standards Institution)
- مقررات ملی ساختمان (مبحث شانزدهم)
- نشریه ۱۲۸ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی

۲-۲ شبکه توزیع آب سرد مصرفی

این شبکه، آب مورد نیاز سرویس‌های بهداشتی، آبدارخانه، شیرهای شستشو و مصارف مربوط به تجهیزات را تأمین می‌کند. پس از مشخص شدن نوع و محل مصرف کننده‌ها در پلان‌های معماری، طراحی شبکه آبرسانی مطابق با استاندارد NPC و مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان انجام می‌گیرد. در این جا به برخی از الزامات و ضوابط موجود در طراحی شبکه آبرسانی که در طراحی لحاظ می‌گردد، اشاره می‌شود:

- حداقل قطر لوله‌هایی که به لوازم بهداشتی آب می‌رسانند باید مطابق جدول (۱-۲) باشد.

جدول ۱-۲: حداقل قطر نامی لوله‌هایی که به لوازم بهداشتی آب می‌رسانند.

لوازم بهداشتی	حداقل قطر نامی (mm)	حداقل قطر نامی (in)
سینک با سینی	۱۵	۱/۲
آبخوری	۱۰	۳/۸
دستشویی	۱۰	۳/۸
دوش اضطراری (اتاق باتری)	۱۵	۱/۲
شیر برداشت آب	۱۵	۱/۲
توالت - با فلاش تانک	۱۵	۱/۲
توالت - با فلاش والو	۲۵	۱

- اندازه‌گذاری لوله‌ها باید طوری باشد که سرعت زیاد آب در لوله‌ها موجب ایجاد سر و صدا، خوردگی، کاهش عمر لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی نشود (جدول (۲-۲)).

جدول ۲-۲: سرعت مناسب آب در لوله

سرعت جریان آب (fps)	در لوله‌های اصلی	در لوله‌های فرعی و انشعابات
حداقل	۴	۲
حداکثر	۱۰	۴
پیشنهادی	۶	۳

- شبکه لوله‌کشی توزیع آب مصرفی و لوله‌ها باید به گونه‌ای طراحی و اندازه‌گذاری شود که در زمان حداکثر مصرف، فشار و مقدار جریان آب در لوله‌هایی که به لوازم بهداشتی آب می‌رسانند از مقادیر جدول (۲-۳) کمتر نباشد.

جدول ۳-۲: حداقل مقدار جریان و فشار آب در پشت شیرهای لوازم بهداشتی

لوازم بهداشتی	مقدار جریان (gpm)	مقدار جریان (Lit/min)	فشار آب (psi)	فشار آب (متر ستون آب)
آبخوری	۰/۷۵	۳	۸	۵,۵
دستشویی	۲	۸	۸	۵,۵
دوش اضطراری (اتاق باتری)	۳	۱۱,۵	۸	۵,۵
شیرسرشنگی	۵	۱۹	۸	۵,۵
سینک شستشوی عمومی	۳	۱۱,۵	۸	۵,۵
توالت با فلاش تانک	۳	۱۱,۵	۸	۵,۵

- حداکثر فشار آب شبکه لوله‌کشی توزیع آب مصرفی در پشت شیرهای لوازم بهداشتی در وضعیت بدون جریان نباید از ۴ بار بیشتر باشد. در صورتی که فشار شبکه آب شهری به اندازه‌ای باشد که فشار شبکه توزیع آب بیش از ۴ بار باشد، باید با نصب شیر تنظیم فشار، آن را تا ۴ بار یا کمتر، کاهش داد.
- اگر فشار انشعاب شبکه شهری برای تأمین فشار و مقدار جریان نشان داده شده در جدول (۲-۳) کافی نباشد، باید با نصب سیستم‌های افزایش فشار (بوستر پمپ، تانک فشار یا هر سیستم مورد تأیید دیگر) فشار آب را تا حدی افزایش داد که فشار پشت شیرهای لوازم بهداشتی کمتر از ارقام جدول نباشد.
- نصب مستقیم پمپ روی لوله انشعاب آب شهر مجاز نیست.
- حداکثر مقدار جریان آب در لوازم بهداشتی در حالت حداکثر فشار، نباید از ارقام جدول (۲-۴) بیشتر باشد.
- در مسیرهایی که لوله‌ها در معرض یخ زدن باشند، باید با عایق گرمایی یا روش‌های مورد تأیید دیگر، حفاظت شوند.

جدول ۲-۴: حداکثر فشار و مقدار مصرف آب در لوازم بهداشتی

لوازم بهداشتی	مقدار جریان (gpm)	مقدار جریان (Lit/min)	فشار آب (psi)	فشار آب (psi)
دستشویی با شیر برقی خودکار	۰/۲۵ در هر ریزش	۱	۶۰	۴
دستشویی عمومی	۰/۵	۲	۶۰	۴
توالت عمومی	۲/۶۵ در هر ریزش	۱۰	۶۰	۴

- عبور لوله از دیوار، تیغه، سقف و کف باید از داخل غلافی که قطر داخلی آن دست کم ۲۰ میلیمتر از قطر خارجی لوله بزرگتر باشد صورت گیرد. فاصله بین لوله و غلاف با مواد مناسب پر می‌شود. در عبور لوله از دیوارها باید مقررات آتش‌سوزی مربوط به این دیوارها در مورد فضای دور لوله نیز رعایت شود و دور لوله با مواد مقاوم در برابر آتش، با مقاومتی برابر آنچه برای دیوار ساختمانی تعریف شده است، پر شود.
- محل اتصال لوله به لوله، لوله به فیتینگ، یا فیتینگ به فیتینگ مطلقاً نباید در اجزای ساختمان یا زیرکف دفن شود.
- با توجه به اهمیت جلوگیری از گسترش آتش، در انتخاب مصالح، دودزا و آتش‌زا نبودن باید در نظر گرفته شود.
- شیرها باید براساس دما و فشار کاری انتخاب گردند، جنس شیرها باید با جدول (۲-۵) مطابقت داشته باشند.

جدول ۲-۵: جنس قطعات شیرها

نام قطعه	شیر قطع و وصل	شیر یک‌طرفه	شیر پروانه‌ای
بدنه	چدن نشکن / برنجی	چدن نشکن	چدن نشکن
محور شیر	فولاد ضدزنگ	فولاد ضدزنگ	فولاد ضدزنگ
مهره محور	آلومینیوم- برنز	-	آلومینیوم- برنز
نشیمنگاه	فولاد ضدزنگ	-	تفلون
دریچه	-	آلومینیوم- برنز	فولاد ضدزنگ
فنر	-	فولاد ضدزنگ	-

- مصالح لوله‌کشی توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی نباید بیش از ۱,۵ درصد سرب داشته باشد.
- موادی که برای آب‌بندی در اتصال دنده‌ای، روی دنده‌ها اضافه می‌شود، نباید سرب داشته باشد.
- به منظور صرفه‌جویی در مصرف انرژی و جلوگیری از خوردگی و ایجاد رسوب در لوله‌ها، دمای آب گرم مصرفی نباید از ۶۵ درجه سانتیگراد تجاوز کند.
- در نقاط زیر باید شیرهایی که قطر داخلی آنها در حالت تمام باز برابر قطر داخلی لوله یا حداکثر یک اندازه از آن کوچکتر باشد نصب شود.
- در نقطه خروج لوله از کنتور آب و روی لوله ورودی به سازه باید یک شیر قطع و وصل، یک شیر یک طرفه و یک شیر تخلیه نصب شود.

- در زیر هر خط لوله قائم که دست کم به دو طبقه از پایین به بالا آب می‌رساند، باید یک شیر قطع و وصل و یک شیر تخلیه نصب شود.
 - در زیر هر خط لوله قائم که دست کم به دو طبقه از بالا به پایین آب می‌رساند، باید یک شیر قطع و وصل و در زیر آن یک شیر تخلیه نصب شود. این شیر از نوع قطع و وصل کشویی^۱ بوده و حداقل ۳/۴ اینچ می‌باشد.
 - در ورود لوله آب به یک گروه بهداشتی شامل تعدادی لوازم بهداشتی، باید شیر قطع و وصل نصب شود، مگر آنکه لوله ورود به هر یک از لوازم بهداشتی در آن گروه شیر قطع و وصل مستقل داشته باشد.
 - در ورود لوله تغذیه به هر مخزن ذخیره آب باید یک شیر قطع و وصل نصب شود.
 - در نقطه ورود آب به هر دستگاه آب گرمکن باید شیر قطع و وصل و شیر یک‌طرفه نصب شود.
 - شیرهای موتوری باید دارای منبع تغذیه الکتریسته $V 220 \pm 15\%$ و فرکانس 50 Hz باشند و فشار نامی شیر می‌بایست برای فشار کاری مناسب باشد، ورودی و خروجی شیرهای موتوری باید مطمئن و بدون صداهای ناهنجار باشند.
- از آنجا که ذرات معلق مانع از کار صحیح تجهیزات می‌شوند باید در بالادست تجهیزاتی مانند پمپ و شیرهای کنترلی صافی نصب شود.

۲-۳- شبکه توزیع آب گرم

- علاوه بر الزامات مربوط به طراحی شبکه‌های آبرسانی که در بخش قبل بیان شد، الزامات مربوط به لوله‌کشی آب گرم مطابق با موارد زیر است:
- جهت تأمین آب گرم مصرفی در ایستگاه‌های زیر زمینی از آبگرم‌کن برقی استفاده می‌شود.
 - توزیع آب گرم در ایستگاه‌های قطار شهری تنها در سرویس‌های بهداشتی، اتاق کمک‌های اولیه، آبدارخانه و حمام (در صورت تعبیه شدن) صورت می‌گیرد. در صورت وجود مرکز تجاری و رستوران در طرح، آب گرم مورد نیاز مربوط به این واحدها در صورت مستقل نبودن به مصارف آب گرم اضافه می‌شود.
 - حداکثر دمای کار شبکه لوله‌کشی آب گرم مصرفی ۶۵ درجه سانتیگراد و حداکثر دمای آب گرم مصرفی لوازم بهداشتی در نقطه خروج آب از شیر مطابق با ارقام زیر می‌باشد:

- دستشویی: ۴۳ درجه سانتیگراد
- سینک آشپزخانه: ۶۰ درجه سانتیگراد
- حمام: ۴۳ درجه سانتیگراد

^۱ Gate Valve

- حداقل فشار کار طراحی شبکه لوله‌کشی و شیرآلات ۱۰ بار به جهت جلوگیری از بروز نشتی یا ترکیدگی لوله بدلیل فرسودگی در طی دوره بهره برداری در نظر گرفته می‌شود.
- در صورتی که طول خط لوله آب گرم مصرفی از آب گرم‌کن تا دورترین مصرف کننده، بیش از ۳۰ متر باشد، باید با کمک لوله برگشت، یا تعبیه چندین آبگرم‌کن در نقاط مختلف و یا روش‌های دیگر دمای آب گرم مصرفی داخل لوله را در حدود ارقام مقرر نگه داشت.
- به منظور کاهش اتلاف انرژی، لوله‌های رفت و برگشت آب گرم با عایق مناسب پوشیده می‌شوند.
- در لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی باید برای امکان انبساط و انقباض لوله‌ها پیش‌بینی‌های لازم صورت گیرد.
- جنس عایق و روکش آن در هر منطقه باید با آنچه در مقررات ملی ساختمان برای حفاظت از ساختمان در برابر آتش بیان شده، مطابقت داشته باشد.
- استفاده از مصالح و مواد سوختنی به عنوان عایق، روکش عایق و دیگر مواد کمکی از قبیل چسب، نوارچسب و غیره مجاز نیست.
- در جدول (۶-۲) حداقل ضخامت عایق براساس دامنه دمای کاری و قطر نامی لوله برحسب میلیمتر نشان داده شده است.
- اگر قابلیت هدایت گرمایی عایق، 0.34 W/mK ، و دمای محیط ۲۴ درجه سانتیگراد (که شرایط اولیه برای تهیه جدول (۶-۲) می‌باشد)، تغییر یابد باید با روش‌های محاسباتی، ضخامت‌های مندرج در جدول مجدداً اصلاح گردند.
- عایق نباید دودزا و آتش‌زا باشد.

جدول ۶-۲: حداقل ضخامت عایق براساس دامنه دمای کاری و قطر نامی لوله

قطر نامی لوله‌ها (میلیمتر)					حداکثر فشار کار (bar)	دامنه دمای کار (°C)	تاسیسات گرمایی با آب گرم (آب‌داغ)
۱۵۰ تا ۱۲۵	۶۵ تا ۱۰۰	۵۰ تا ۳۲	انشعابات تا ۵۰	۲۵ و کمتر			
ضخامت عایق (میلیمتر)					۱۰	۶۵ تا	
۴۰	۴۰	۲۵	۲۵	۱۵		دمای پایین (۶۶ تا ۱۲۰)	
۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۲۵		دمای متوسط (۱۲۱ تا ۱۷۵)	
۶۵	۵۰	۴۰	۴۰	۲۵		دمای بالا (۱۷۶ تا ۲۳۰)	
۶۵	۵۰	۴۰	۴۰	۲۵	۲۱		

۴-۲- منبع ذخیره آب

با توجه به حجم بالای مصارف آب دستگاه‌های تأسیساتی و همچنین ذخیره آتش‌نشانی ایستگاه‌ها از یکسو و کاهش کیفیت آب ذخیره شده در طول زمان، بایستی مخزن ذخیره آب بهداشتی و شرب (در صورت تعبیه شدن)، از سایر مخازن ذخیره آب تفکیک گردد.

ذخیره‌سازی آب در صورت لزوم و با تأیید، به منظورهای زیر صورت می‌گیرد:

- جلوگیری از قطع آب در لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان در مواقعی که آب ورودی از شبکه شهری به علت تعمیر یا علت‌های دیگر قطع شود.
- برای آنکه مقدار حداکثر مصرف آب در ساختمان به شبکه آب شهری منتقل نشود.
- کنترل فشار آب مورد نیاز لوله‌کشی توزیع آب مصرفی
- توزیع آب از بالا به پایین
- به منظور حفاظت از شبکه آب شهری

- مخزن ذخیره آب نباید در جایی ساخته شود که در معرض نفوذ سیل یا آب زیرزمینی باشد. این مخزن نباید در محلی قرار گیرد که لوله فاضلاب یا آب غیربهداشتی از روی آن عبور کند.
- اگر احتمال نفوذ آب زیرزمینی وجود داشته باشد، باید در اطراف مخزن به اندازه کافی فضای باز پیش‌بینی شود تا بتوان به طور ادواری مخزن را بازدید کرد و مطمئن شد که آب آلوده به داخل آن نفوذ نمی‌کند.
- 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 یخ‌زدن یا گرم شدن با عایق گرمایی پوشانده شود. عایق سقف این مخازن و دریچه آدمرو 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.
- روی لوله ورود آب به مخزن باید یک شیر قطع و وصل و یک شیر کنترل، از نوع شناور و یا نوع دیگر، نصب شود تا از سرریز و اتلاف آب جلوگیری 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. قطر نامی لوله تخلیه مخزن آب باید دست کم برابر ارقام جدول (۷-۲) 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.
 - اگر گنجایش مخزن بیش از ۴۰۰۰ لیتر باشد باید به جای یک مخزن دست کم دو مخزن به طور موازی نصب شود تا هنگام تعمیر یا تمیز کردن یکی از مخازن، آب قطع نشود. در این حالت هر مخزن باید به طور جداگانه و مستقل به شیرهای ورودی و خروجی آب، شیر کنترل، شیر تخلیه، لوله سرریز و لوله هواکش مجهز باشد.
 - برای مخزن آب در نظر گرفتن پرکن سریع به صورت مجزا از سیستم فلوتر یا لول سوئیچ الزامیست.

جدول ۷-۲: قطر لوله تخلیه مخازن ذخیره آب

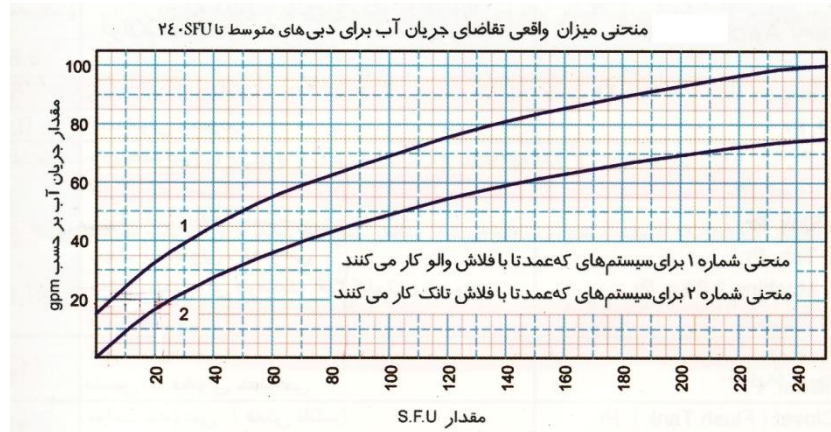
قطر نامی لوله تخلیه		گنجایش مخزن ذخیره آب (لیتر)
اینچ	میلی‌متر	
۱	۲۵	تا ۲۵۰۰
۱ ۱/۲	۴۰	۲۵۰۱ تا ۵۰۰۰
۲	۵۰	۵۰۰۱ تا ۱۰۰۰۰
۲ ۱/۲	۶۵	۱۰۰۰۱ تا ۲۰۰۰۰
۳	۸۰	۲۰۰۰۱ تا ۳۰۰۰۰
۴	۱۰۰	بیش از ۳۰۰۰۰

۵-۲- مبانی تعیین میزان مصرف آب

- با توجه به تعداد لوازم بهداشتی و میزان مصرف هر یک برحسب واحد مصرف (S.F.U)، میزان حداکثر مصرف آب همزمان لوازم بهداشتی بر حسب گالن بر دقیقه با استفاده از منحنی‌های تقاضا (شکل ۱-۲) محاسبه می‌شود. جدول (۸-۲) میزان مصرف بهداشتی و آشامیدنی در یک ایستگاه تیپ قطار شهری را ارائه می‌دهد.

جدول ۸-۲: میزان مصرف بهداشتی و آشامیدنی در یک ایستگاه تیپ

لوازم بهداشتی	بار مصرف واحد S.F.U.		
	سرد	گرم	کل
آبخوری	۰,۲۵	--	۰,۲۵
دستشویی خصوصی	۰,۵	۰,۵	۰,۷
دستشویی عمومی	۱,۵	۱,۵	۲
سینک آشپزخانه (خصوصی)	۲,۲۵	۲,۲۵	۳
توالت خصوصی (فلاش تانک)	۲,۲	--	۲,۲
توالت عمومی (فلاش تانک)	۵	--	۵
شیر برداشت آب جهت شستشو (مشابه تی شوی و شیر شیلنگی)	۱	--	۱
حمام (خصوصی)	۱	۱	۱,۴



شکل ۱-۲: نمودار میزان واقعی مصرف

۲-۵-۱- مصارف آب گرم بهداشتی

- به منظور تأمین آب گرم مصرفی از آب گرم کن برقی استفاده می‌شود. حجم مخزن آب گرم کن با توجه به تعداد، نوع لوازم بهداشتی، ضریب تقاضا و ضریب ذخیره^۱ مطابق جدول (۲-۹) محاسبه می‌گردد.

جدول ۲-۹: میزان مصرف آب گرم در یک ایستگاه تیپ

لوازم بهداشتی	حداکثر مصرف آب گرم (GPH)	حداکثر مصرف آب گرم (Lit/min)
دستشویی و توالت (خصوصی)	۵	۰,۳۲
سینک آبدارخانه (خصوصی)	۱۰	۰,۶۴
دستشویی و توالت (عمومی)	۸	۰,۵
سینک آشپزخانه	۲۰	۱,۲۶

۲-۵-۲- مصارف دستگاه‌های تأسیساتی

پس از مشخص شدن سیستم‌های تهویه مطبوع فضاهای عمومی ایستگاه‌ها و تونل‌های ارتباطی برحسب نوع پروژه مصارف این بخش در میزان آب مصرفی ایستگاه لحاظ می‌گردد. همچنین به دلیل قطع احتمالی آب شهری و درجه حساسیت سیستم‌های تهویه مطبوع این مصارف در حجم مخزن ذخیره نیز لحاظ می‌گردد.

۲-۵-۳- مصارف آب آتش‌نشانی

بسته به نوع و ظرفیت تجهیزات اطفای آبی ایستگاه، بایستی ذخیره آب آتش‌نشانی متناسب با ۳۰ دقیقه مصرف موجود باشد.

۲-۶- تأمین و توزیع آب مصرفی

- فشار مورد نیاز مصرف کننده‌های بهداشتی و تأسیساتی ایستگاه در نقطه مصرف مطابق جدول (۳-۲) برابر ۸ پوند بر اینچ مربع می‌باشد. آب مصرفی ایستگاه با اخذ انشعاب از شبکه آب شهری و تعبیه مخزن آب و ایستگاه پمپاژ (در صورت عدم کفایت فشار شبکه آب شهری) تأمین می‌شود. مخازن آب (به جز مصارف بهداشتی و شرب) به صورت مشترک با مصارف آتش‌نشانی در نظر گرفته می‌شود. قسمت بالای مخزن جهت مصارف تأسیساتی و پایین آن برای آتش‌نشانی تعبیه می‌گردد. توزیع شبکه آب بهداشتی به صورت By Pass به گونه‌ای صورت می‌گیرد که در صورت بروز اشکال در ایستگاه پمپاژ با استفاده از فشار شبکه آب شهری، توزیع آب در ایستگاه صورت گیرد. نصب سنسورهای کنترل سطح بر روی مخزن جهت هشدار سطح بالا و پایین مخزن الزامیست.

^۱ به صورت متوسط ضریب تقاضا برابر ۳/۰ و ضریب ذخیره برابر ۲ می‌باشد، در صورت وجود کاربری‌های مشترک دیگر برای مصرف کننده‌ها در ایستگاه بایستی ضرایب با استانداردهای موجود مشخص گردد.

- سائز انشعاب مورد نیاز پس از مشخص شدن میزان مصرف در نقشه‌های معماری و میزان مصرف هواسازهای ایستگاه محاسبه می‌شود.
- تا حد ممکن بایستی از عبور لوله‌های آبرسانی از فضاهای تجهیزاتی به منظور جلوگیری از ایجاد صدمه یا بروز مشکل برای تجهیزات در صورت نشستی آب اجتناب نمود.

۷-۲- انتخاب مصالح

- لوله‌های شبکه آبرسانی برای تأمین آب آشامیدنی در پشت سقف کاذب و محل‌هایی که به صورت روکار می‌باشد از نوع فولاد گالوانیزه و در نقاطی که توکار هستند از جنس پنج لایه (PEX-AL-PEX) در نظر گرفته شود. با توجه به فشارهای محاسبه شده برای این شبکه، لوله فولادی گالوانیزه با وزن متوسط با اتصالات دنده‌ای برای این شبکه مناسب می‌باشد.
- پیشنهاد می‌گردد جهت عایق‌کاری حرارتی لوله‌های رفت و برگشت آب گرم، عایق پشم سنگ یا الاستومری مرغوب با قابلیت جلوگیری از گسترش شعله و عدم انتشار دوده‌های سمی استفاده شود.
- جنس قطعات شیرها مطابق جدول (۱۰-۲) می‌باشد.

جدول ۱۰-۲: جنس قطعات شیرها

نام قطعه	شیر قطع و وصل	شیر یک طرفه	شیر پروانه‌ای
بدنه	چدن نشکن / برنجی	چدن نشکن	چدن نشکن
محور شیر	فولاد ضد زنگ	فولاد ضد زنگ	فولاد ضد زنگ
مهره محور	آلومینیوم - برنز	-	آلومینیوم - برنز
نشیمنگاه	فولاد ضد زنگ	-	تفلن
دریچه	-	آلومینیوم - برنز	فولاد ضد زنگ
فنر	-	فولاد ضد زنگ	-

- شیرآلات قطع و وصل تا اندازه ۱/۲ اینچ از نوع برنجی دنده‌ای و از ۳ اینچ بالاتر از نوع چدنی فلنجی بوده و از نظر فشارپذیری در کلاس لوله مربوطه خواهند بود.

۸-۲- فهرست نیازمندی‌های آبرسانی و دفع فاضلاب فضاهای ایستگاه

شرح نیازمندی‌های آبرسانی و دفع فاضلاب فضاهای داخلی ایستگاه در جدول (۱۱-۲) درج گردیده است.

جدول ۲-۱۱: شرح نیازمندی‌های آبرسانی و دفع فاضلاب فضاهای داخلی ایستگاه

نام فضا	شیر آب سرد	شیر آب گرم	کفشور دفع فاضلاب
اتاق فروش بلیط	-	-	-
اتاق رئیس ایستگاه	-	-	-
انتظامات	-	-	-
کمک‌های اولیه	*	*	-
نمازخانه کارکنان	-	-	-
آبدارخانه	*	*	*
رختکن کارکنان	-	-	-
سرویس بهداشتی	۱ برای هر دستشویی ۲ برای هر توالت	۱ برای هر دستشویی ۱ برای هر توالت	*
تی شور	*	-	*
اتاق جمع‌آوری زباله	*	-	*
فضاهای فنی، اتاق‌های برق و LPS	-	-	-
اتاق اطفاء با گاز	-	-	-
اتاق تهویه چهارم	*	-	*
اتاق‌های باتری	*	-	*(از نوع ضد اسید)
حوضچه تخلیه فاضلاب	*	-	*(در فضای نصب تابلو برق)

فصل ۳

جمع آوری و دفع فاضلاب و پساب

در ایستگاه‌های قطار شهری

۳-۱- کلیات

لوله‌کشی فاضلاب شامل شاخه‌های افقی، لوله‌های قائم و لوله‌های اصلی افقی و شبکه ونت فاضلاب 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 می‌گردد. لوله‌های فاضلاب باید براساس استاندارد NPC و مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان محاسبه و اندازه‌گذاری شوند. در زیر به بیان برخی الزامات موجود در طرح شبکه جمع‌آوری 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 فاضلاب داخل لوله حداقل برابر 0.7 متر بر ثانیه باشد، تا شست و شوی لوله‌ها خود به خود تأمین شود و هیچ رسوبی در لوله باقی نماند. سرعت بیش از اندازه جریان فاضلاب موجب خوردگی لوله‌ها و باز شدن اتصالات می‌شود لذا شیب لوله‌های فاضلاب بین 1 درصد تا 3 درصد در نظر گرفته می‌شود. حداقل این شیب برای لوله‌های با قطر نامی متفاوت مطابق جدول (۳-۱) و حداکثر آن 4 درصد می‌باشد.

جدول ۳-۱: حداقل شیب لوله‌های افقی فاضلاب

قطر نامی لوله‌ها		حداقل شیب	
میلی‌متر	اینچ	درصد	فوت/اینچ
تا ۶۵	تا $1/2$	۲	$1/4$
۸۰ تا ۱۵۰	۳ تا ۶	۱	$1/8$
۲۰۰ و بزرگتر	۸ و بزرگتر	0.5	$1/16$

- شیب لوله‌های افقی باید تا حد امکان یکنواخت باشد. اگر تغییرات شیب لازم باشد باید در محل تغییر شیب دریچه بازدید نصب شود.
- لوله‌کشی آب باران و شبکه جمع‌آوری فاضلاب سبک و آب‌های نفوذی باید از لوله‌کشی فاضلاب بهداشتی کاملاً جدا باشد.
- اتصال شاخه افقی به لوله قائم فاضلاب، چنانچه قطر نامی لوله افقی بیش از ۶۵ میلیمتر باشد، باید با زاویه حداکثر 45 درجه باشد. در قطرهای نامی کوچکتر از ۶۵ میلیمتر زاویه اتصال ممکن است بزرگتر باشد.
- شاخه افقی فاضلاب یا لوله فاضلاب اصلی تا حد امکان نباید تغییر امتداد داشته باشد، در صورتی که ناچار به تغییر امتداد باشیم باید با اتصال 45 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.
- برای محاسبه قطر لوله‌های فاضلاب در هر قسمت از خط لوله، مجموع D.F.U ها نسبت به بالاترین و آخرین واحد بهداشتی (از بالادست به آن نقطه) محاسبه و قطر لوله‌ها با توجه به این تعداد و شیب قسمت‌های مختلف، با استفاده از جدول (۲-۳) برآورد می‌گردد.
- حداقل قطر لوله فاضلاب ۲ اینچ در نظر گرفته می‌شود. جهت محاسبه قطر لوله‌های قائم فاضلاب از جدول (۳-۳) استفاده می‌گردد.

جدول ۲-۳: اندازه‌گذاری لوله اصلی افقی و شاخه‌های فرعی آن

حداکثر تعداد D.F.U که به هر قسمت از لوله اصلی افقی متصل می‌شود به اضافه شاخه‌هایی که به طور مستقیم به این لوله وصل می‌شوند				قطر لوله (اینچ)
شیب در هر فوت طول				
¹ / ₂ inch/ft (4 %)	¹ / ₄ inch/ft (2 %)	¹ / ₈ inch/ft (1 %)	¹ / ₁₆ inch/ft (0.5 %)	
۲۶	۲۱	–	–	۲
۵۰	۴۲	۳۶	–	۳
۲۵۰	۲۱۶	۱۸۰	–	۴
۵۷۵	۴۸۰	۳۹۰	–	۵
۱۰۰۰	۸۴۰	۷۰۰	–	۶
۲۳۰۰	۱۹۲۰	۱۶۰۰	۱۴۰۰	۸
۴۲۰۰	۳۵۰۰	۲۹۰۰	۲۵۰۰	۱۰
۶۷۰۰	۵۶۰۰	۴۶۰۰	۲۹۰۰	۱۲

- ترجیح دارد که لوله قائم که فاضلاب طبقات را به لوله اصلی افقی می‌ریزد، با دو زانوی ۴۵ درجه دوردار با شعاع بزرگ به لوله افقی متصل 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.

جدول ۳-۳: اندازه‌گذاری لوله‌های قائم فاضلاب و هواکش قائم

حداکثر طول لوله هواکش بر حسب قطر لوله هواکش $\frac{ft}{m}$											بیشترین مقدار D.F.U برای لوله قائم			قطر لوله فاضلاب
۱۲"	۱۰"	۸"	۶"	۵"	۴"	۳"	۱/۲"	۲"	۱/۲"	۱/۴"	بیش از سه طبقه انشعاب	سه طبقه انشعاب	انشعاب هر طبقه	
-	-	-	-	-	-	-	-	۱۲۵ ۳۸/۱	۳۷/۵ ۱۱/۴	۲۴ ۷/۳	۲۴	۱۰	۶	۳"
-	-	-	-	-	-	-	۳۰۰ ۹۱/۵	۱۰۰ ۳۰/۵	۳۰ ۹/۲	-	۴۲	۲۷	۱۳	۲ ۱/۲"
-	-	-	-	-	-	۶۵۷ ۲۰۰	۲۲۲ ۶۷/۸	۹۱ ۲۷/۸	۲۶/۴ ۸/۰۵	-	۷۲	۴۸	۲۰	۳"
-	-	-	-	-	۵۹۰ ۱۷۹/۹	۱۵۴ ۴۷	۵۱ ۱۵/۵	۲۱ ۶/۴	-	-	۵۰۰	۲۴۰	۹۰	۴"
-	-	-	-	۶۴۲ ۱۹۶	۲۰۳ ۶۱/۹	۵۲ ۱۶	۱۷/۳ ۵/۳	-	-	-	۱۱۰۰	۵۴۰	۲۰۰	۵"
-	-	-	۹۷۳ ۲۰۵	۲۶۶ ۸۱	۸۵/۸ ۲۶/۱۶	۲۳ ۹/۶	-	-	-	-	۱۹۰۰	۹۶۰	۳۵۰	۶"
-	-	۷۱۰ ۲۱۷	۱۸۷ ۵۷/۱	۷۲ ۲۲	۲۳/۶ ۷/۲	-	-	-	-	-	۳۶۰۰	۲۲۰۰	۶۰۰	۸"
-	۸۵۰ ۲۵۶	۲۷۵ ۸۴	۶۹ ۲۱	۲۷/۵ ۸/۴	-	-	-	-	-	-	۵۶۰۰	۳۸۰۰	۱۰۰۰	۱۰"
۸۹۸ ۲۷۴	۳۶۵ ۱۱۱	۱۱۵ ۳۵	۲۹/۷ ۹/۰۵	-	-	-	-	-	-	-	۸۴۰۰	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۱۲"

- اندازه سیفون‌های لوله‌ای شکل که برای لوازم بهداشتی مختلف بکار می‌رود از مقادیر جدول (۳-۴) نباید کمتر باشد.

جدول ۳-۴: حداقل اندازه سیفون‌های لوله‌ای برای لوازم بهداشتی

قطر نامی سیفون		لوازم بهداشتی
اینچ	DN	
۱ ۱/۴	۳۲	دستشویی
۱ ۱/۲	۴۰	سینک عمومی
۱ ۱/۴	۳۲	آبخوری

- در طراحی شبکه فاضلاب، از افزایش طول مسیر لوله‌های افقی اجتناب می‌شود؛ زیرا با زیاد شدن طول افقی، احتمال گرفتگی لوله و اتصالات فاضلاب وجود دارد؛ همچنین با توجه به قطر زیاد لوله‌های فاضلاب و شیب مورد نیاز آنها، نظر به این که لوله‌کشی فاضلاب معمولاً در سقف کاذب اجرا می‌شود، ارتفاع سقف کاذب مورد نیاز زیاد می‌شود.
- به‌منظور بازدید و رفع گرفتگی احتمالی لوله‌های فاضلاب در نقاط زیر دریچه بازدید در نظر می‌گیریم:

- 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.
- در پایین‌ترین قسمت لوله قائم فاضلاب، قبل از زانویی پایین لوله.
- در نقاطی روی لوله قائم فاضلاب که برای آزمایش آن با آب دريچه دسترسی لازم است.
- روی لوله اصلی افقی فاضلاب، حداکثر به فاصله ۳۰ متر از یکدیگر.
- اندازه دريچه بازدید، روی لوله‌کشی فاضلاب تا قطر نامی ۱۰۰ میلیمتر (۴ اینچ)، برابر با قطر نامی لوله و در قطرهای بیش از ۱۰۰ میلیمتر، باید ۱۰۰ میلیمتر در نظر گرفته شود. در لوله افقی با قطر نامی بیش از ۲۰۰ میلیمتر (۸ اینچ) برای بازدید دريچه آدم‌رو نصب می‌شود. این دريچه باید در جایی و به ترتیبی نصب شود که دسترسی به آن آسان بوده و به سهولت بتوان از آن نقطه با فرستادن فنر، یا ابزار دیگر، گرفتگی لوله را برطرف کرد. دريچه‌های بازدید باید با واشر مناسب و پیچ و مهره کاملاً آب‌بند و گازبند شود تا فاضلاب و گازهای داخل لوله به فضاهای ساختمان نفوذ نکند. دهانه این دريچه باید در خلاف جهت جریان فاضلاب یا عمود بر آن باشد.
- لوله‌ها باید به موازات سطوح دیوارها و کف ساختمان اجرا شوند.

۲-۳- شبکه هواکش فاضلاب

- این شبکه جهت تخلیه هوا برای جریان یافتن گاز و بوی شبکه فاضلاب و چاه به خارج از ساختمان، هواگیری برای جلوگیری از تخلیه سیفون بر اثر مکش شبکه و هواگیری 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 دهانه آن به داخل فضاهای ساختمان نفوذ پیدا نکند.
- فاصله افقی انتهای لوله هواکش از هر در، پنجره باز شو یا دهانه 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 لوله هواکش باید به سمت نقطه اتصال آن به شاخه افقی فاضلاب شیب داشته باشد، به طوری که بخار آب تقطیر شده در داخل لوله هواکش بتواند به آسانی به لوله فاضلاب تخلیه شود.
- اتصال لوله هواکش خشک به شاخه افقی فاضلاب باید در قسمت بالای آن، بالاتر از محور لوله افقی باشد و زاویه این اتصال نباید از ۴۵ درجه (نسبت به سطح افق) کمتر باشد.
- محاسبه قطر لوله‌های قائم هواکش در هر نقطه براساس جدول (۳-۵) و کل D.F.U شاخه فاضلاب زیرمجموعه آن که هوای تهویه خود را به آن منتقل می‌نماید، صورت می‌پذیرد.

جدول ۳-۵: اندازه‌گذاری لوله‌های فرعی هواکش (قائم فرعی یا افقی)

قطر لوله هواکش		قطر لوله فاضلاب
طول هواکش کمتر از ۲۱ متر	طول هواکش بیشتر از ۲۱ متر	
۱ ۱/۲"	۱ ۱/۴"	۲"
۱ ۱/۲"	۱ ۱/۴"	۲ ۱/۲"
۲"	۱ ۱/۲"	۳"
۲ ۱/۲"	۲"	۴"
۳"	۲ ۱/۲"	۵"
۴"	۳"	۶"
۵"	۴"	۸"
۵"	۵"	۱۰"

۳-۳- انواع و مقدار فاضلاب

- به‌طور کلی 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
 - پساب حاصل از آب باران نفوذی در ایستگاه
 - پساب حاصل از دستگاه‌های تأسیساتی (چنانچه از نوع تبخیری باشند)
- 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 محاسبه می‌شود. به‌طور تقریبی مقدار این فاضلاب در حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد آب مصرفی تخمین زده می‌شود.
- مقدار نشتاب نفوذی به سازه ایستگاه و تونل در ایستگاه‌های زیر زمینی 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 نشتاب کاسته می‌شود. تخمین دقیقی از میزان این نشتاب وجود ندارد، به صورت تجربی این مقدار برای تونل‌هایی که در سفره‌های آب زیرزمینی قرار دارند ۷ لیتر در ثانیه به ازای هر کیلومتر طول تونل و برای تونل‌هایی که بالای سفره‌های آب زیر زمینی قرار دارند ۴ لیتر در ثانیه به ازای هر کیلومتر طول تونل، در نظر گرفته می‌شود.
- با توجه به این که شست‌وشوی ایستگاه معمولاً در ساعاتی انجام می‌شود که از ایستگاه بهره‌برداری نمی‌شود، فاضلاب ناشی از آن بار اضافه‌ای بر سیستم فاضلاب وارد نمی‌کند.

- عمده حجم فاضلاب که طراحی سیستم جمع‌آوری 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 ۶۰ مترمکعب است. با توجه به قدرت حریق در ایستگاه و تونل، در هر آتش‌سوزی بخشی از آب مصرفی جهت اطفاء تبخیر شده و با در نظر گرفتن حدود ۵۰ درصد 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 حوضچه‌ی این ایستگاه‌ها ریخته و تخلیه می‌شود.
- مقدار آب باران نفوذی در ایستگاه، با در دست داشتن مساحت سطوح باران‌گیر (سطوح مربوط به سقف، راه پله‌ها، آسانسور و کانال‌های تهویه می‌باشد)، هم چنین حداکثر شدت بارندگی در رگبار اولیه که از آمار سازمان هواشناسی استخراج می‌شود، محاسبه می‌شود. این پساب در مورد ایستگاه‌های غیر هم سطح با در نظر گرفتن تمهیداتی چون، شیب دادن ورودی‌ها به طرف بیرون ایستگاه و بالاتر گرفتن سطح ورودی به گالری پله‌های دسترسی، به میزان چشمگیری کاهش می‌یابد. اگر طرح معماری ایستگاه به گونه‌ای باشد که امکان دفع آب باران به کانال‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی در شهر وجود نداشته باشد (مانند گودال باغچه‌ها) می‌بایست تمهیدات لازم در داخل ایستگاه در نظر گرفته شود.

۳-۳-۱- شبکه جمع‌آوری فاضلاب سنگین

- در شبکه فاضلاب، معمولاً سرویس‌های بهداشتی کنار هم را یک منطقه در نظر گرفته و برای آن یک شبکه مجزا طراحی می‌کنند و از طراحی طول زیاد مسیر لوله‌های افقی اجتناب می‌شود. زیرا در طول افقی زیاد، هم احتمال گرفتگی لوله و اتصالات فاضلاب وجود دارد، هم با توجه به قطر زیاد لوله‌های فاضلاب و شیب مورد نیاز آن‌ها، نظر به این که لوله‌کشی فاضلاب معمولاً در سقف کاذب اجرا می‌شود، ارتفاع سقف کاذب مورد نیاز زیاد می‌شود.
- جانمایی پست تخلیه فاضلاب در ایستگاه (در صورت وجود) می‌بایست به گونه‌ای باشد که کمترین فاصله افقی را با سرویس‌های بهداشتی داشته باشد.
- بر طبق بند ۶-۶-۵ نشریه ۳۴۷ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی با عنوان راهنمای طراحی تلمبه‌خانه‌های فاضلاب، تجهیزات برقی داخل چاهک‌های تر باید از نوع ضد انفجار باشد، بنابراین اگر موتورهای برقی در محیط باز با چاهک تر باشد باید از نوع ضد انفجار انتخاب شود. در این مورد موتور تلمبه‌های مستغرق نیز باید از نوع ضد انفجار باشد زیرا همیشه موتور الکتریکی در زیر سطح مایع قرار ندارد، همچنین بایستی اگزاوست فن و سایر تجهیزات برقی از قبیل کلید و پریز در معرض گازهای متساعد شده از حوضچه فاضلاب سنگین نیز از نوع ضد انفجار انتخاب گردد.

۳-۳-۲- شبکه جمع‌آوری فاضلاب سبک

- جریان آب در لوله‌های جمع‌آوری فاضلاب سبک به صورت ثقلی صورت می‌گیرد. حداقل شیب در لوله‌های افقی یک درصد می‌باشد و تا چهار درصد شیب برای آن مجاز است. بهتر است شبکه طوری طراحی شود که در داخل ساختمان لوله افقی حداقل باشد و تنها در پایین‌ترین تراز برای هدایت به سیستم دفع، لوله افقی طراحی شود.
- در ایستگاه‌هایی که امکان انتقال آب باران به بیرون از ایستگاه وجود ندارد با تعبیه حوضچه ای مستقل آب باران نفوذی به ایستگاه جمع‌آوری شده و به بیرون منتقل می‌گردد. این پساب را می‌توان برای مصارف آبیاری محوطه استفاده نمود.

۳-۳-۳- جمع‌آوری و دفع فاضلاب

- آب‌های نفوذی به سازه تونل از طریق کانال پیش‌بینی شده در کف تونل با شیب مسیر به حوضچه فاضلاب ایستگاه پایین دست هدایت می‌شود. در صورت وجود خط‌القعر در تونل جهت دفع این نشتاب از پمپاژ استفاده می‌شود که با شناسایی آنها و طراحی سیستم مناسب جهت دفع فاضلاب در آنها بسته به موقعیت و شرایط طرح بایستی کار طراحی تکمیل گردد.
- در عمیق‌ترین قسمت هر ایستگاه غیر هم سطح، پست تخلیه فاضلاب تعبیه می‌شود که دارای دو حوضچه برای جمع‌آوری فاضلاب سبک و سنگین می‌باشد (امکان یکی شدن این حوضچه‌ها در صورت اخذ مجوز از اداره فاضلاب جهت تخلیه حجم پساب آتش‌نشانی وجود دارد). فاضلاب هر حوضچه توسط دو پمپ مناسب، به سطح زمین منتقل می‌شود. پمپ‌ها باید دارای کنترل کننده سطح و همچنین زنگ هشدار خطر باشند. یکی از پمپ‌ها جهت کارکرد در شرایط عادی و دیگری رزرو می‌باشد (در شرایط اضطراری امکان کارکرد همزمان هر دو پمپ در وجود دارد لذا می‌بایست تمهیدات الکتریکی لازم در نظر گرفته شود).

۳-۴- بررسی مصالح و مشخصات فنی اجزای سیستم فاضلاب

- پیشنهاد می‌گردد لوله‌های دفع فاضلاب از یکی از جنس‌های پلی‌پروپیلن با اتصالات پوش‌فیت (با قابلیت عدم انتشار شعله) با علامت BD (برای نصب در طبقات یا به صورت مدفون) و یا چدنی با اتصالات سرکاسه دار در نظر گرفته شود.
- لوله‌های هواکش از جنس فولاد گالوانیزه با اتصالات دنده‌ای برای شبکه فاضلابی از جنس چدن یا پلی‌پروپیلن می‌باشد.

فصل ۴

سیستم اطفای حریق

در ایستگاه‌های قطار شهری

۴-۱- کلیات

هدف از طراحی سیستم آتش‌نشانی، بررسی سیستم‌های آتش‌نشانی مناسب و پیش‌بینی تأسیسات و تهمیدات لازم به منظور جلوگیری از گسترش آتش و خاموش کردن آن است. در طراحی فرض بر این است که سازمان آتش‌نشانی شهری و تأسیسات شهری لازم برای خاموش کردن آتش وجود دارد (تأمین آب و هیدرانت‌های سطحی) ولی تا قبل از رسیدن پرسنل سازمان آتش‌نشانی لازم است تمهیداتی اندیشیده شود تا افراد و پرسنل مستقر در ایستگاه بتوانند مقدماً برای جلوگیری از گسترش آتش وارد عمل شوند. تعیین سیستم‌های مختلف اطفاء حریق باتوجه به نوع ساختمان و کاربری آن امکان‌پذیر است. براساس استاندارد انجمن ملی حفاظت از آتش‌سوزی آمریکا (NFPA) ایستگاه مترو در دسته کاربری کم‌مخاطره (Light Hazard) قرار دارد و آتش‌های احتمالی به طور عمده در کلاس A (مواد قابل احتراق مثل چوب، کاغذ و پلاستیک) یا کلاس C (دستگاه‌ها و سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی) قرار دارند.

۴-۲- استانداردهای طراحی

طراحی سیستم‌های آتش‌نشانی در کنار ضابطه پیش‌رو براساس این استانداردها و اصول کلی صورت می‌گیرد:

- NFPA 10, "Standard for Portable Fire Extinguishers"
- NFPA 12, "Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems"
- NFPA 13, "Standards for the Installation of Sprinkler Systems"
- NFPA 14, "Standards for the Installation of Standpipe, Private Hydrant, and Hose Systems"
- NFPA 72, "National Fire Alarm Code"
- NFPA 80, "Standard for Fire Doors and Other Opening Protectives"
- NFPA 101, "Life Safety Code"
- NFPA 130 (Ed. 2017), "Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems"
- NFPA 251, "Standard Methods of Tests of Fire Endurance of Building Construction and Materials"
- NFPA 1963, "Standard for Fire Hose Connections"
- NFPA 2001, "Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems"
- ISO 14520, "Gaseous fire-extinguishing Systems-Physical properties and system design"

• استانداردهای ملی و سازمان آتش‌نشانی شامل:

- ISIRI14119

- ضوابط سازمان آتش‌نشانی شهری در موقعیت احداث ایستگاه قطارشهری (در صورت وجود)
- استاندارد شماره ۳-۲۱۱۹۳ سازمان ملی استاندارد ایران: ایمنی سیستم‌های حمل و نقل درون شهری
- ضوابط تهیه شده توسط شرکت‌ها و یا سازمان‌های قطار شهری در موقعیت احداث ایستگاه قطارشهری (در صورت وجود)

۴-۳- استانداردهای تجهیزات

انتخاب تجهیزات مورد استفاده در سیستم‌های آتش‌نشانی مترو باید مطابق با آخرین ویرایش استانداردهای زیر انجام گیرد. این استانداردها شامل معرفی روش تست، مشخصات عملکرد و انتخاب صحیح تجهیزات تهویه می‌باشد:

- ISO (International Standard Organization)
- NFPA (National Fire Protection Association)
- ASTM (American Society for Testing and Materials)
- ANSI (American National Standards Institute)
- ASME (American Society of Mechanical Engineers)

۴-۴- کلیات طرح

در یک تقسیم‌بندی کلی، فضاهای موردنظر در طراحی از منظر آتش‌نشانی شامل فضاهای عمومی و اداری، فضاهای تجهیزاتی و فضاهای فنی می‌باشد:

- فضاهای عمومی و اداری (سکوها، سالن فروش بلیط، راهروهای ارتباطی، آبدارخانه، اتاق کمک‌های اولیه، نمازخانه، اتاق استراحت، اتاق جمع‌آوری زباله و...) در کلاس A آتش‌سوزی قرار گرفته و خاموش کننده مناسب برای این فضاها، آب و کپسول‌های پودری می‌باشد.
- فضاهای تجهیزاتی (اتاق LPS، اتاق RS، اتاق RIC، اتاق‌های باتری، اتاق برق فرعی) در کلاس C آتش‌سوزی قرار می‌گیرد. با توجه به حساسیت این اتاق‌ها و همچنین عدم حضور پرسنل، پیشنهاد می‌شود از گازهای CO₂ برای اطفاء حریق اتوماتیک گازی استفاده شود، انتخاب و یا بیان الزامات طراحی این سیستم در محدوده شرح ضابطه پیش‌رو نمی‌باشد.
- فضاهای فنی (اتاق سیگنالینگ، اتاق مخابرات، اتاق کنترل محلی و UPS، اتاق رئیس ایستگاه و اتاق‌های رک و سرور) نیز در کلاس C قرار دارند، ولی با توجه به حساسیت آنها و همچنین حضور پرسنل، پیشنهاد می‌شود از گازهای غیرهالونی دیگر نظیر FM200 یا ترکیبات آرگون IG55 یا IG100 برای اطفاء حریق استفاده گردد. انتخاب و یا بیان الزامات طراحی این سیستم در محدوده شرح ضابطه پیش‌رو نمی‌باشد.

۴-۵- سیستم اطفاء حریق توسط آب

۴-۵-۱- جعبه‌های آتش‌نشانی (لوله قائم و شلنگ)

- برای کلیه فضاهای عمومی و اداری ایستگاه‌های مترو شامل سکو، سالن فروش بلیط، راهروهای ارتباطی، فضاهای تجاری و اداری، سیستم لوله‌های قائم تر کلاس III (اتصال ۱/۲ اینچ به همراه شلنگ ۲۵ متری و اتصال ۱/۲ اینچ با کوپلینگ) مناسب‌ترین سیستم می‌باشد. در طراحی این جعبه‌ها چنانچه مانع منطقه‌بندی حریق وجود

نداشته باشد حداکثر برای هر ۴۱۸ مترمربع یک جعبه آتش‌نشانی منظور می‌شود. برای فضای سکو با توجه به شیلنگ های ۲۵ متری، در فواصل هر ۵۰ متر بر روی هر سکو جعبه آتش‌نشانی مورد نیاز می‌باشد. در تراز سکو، جهت دید بهتر و جلوگیری از ایجاد نقطه کور در اتصال تونل و ایستگاه در دو انتهای هر سکو تعبیه جعبه آتش‌نشانی جانمایی شود.

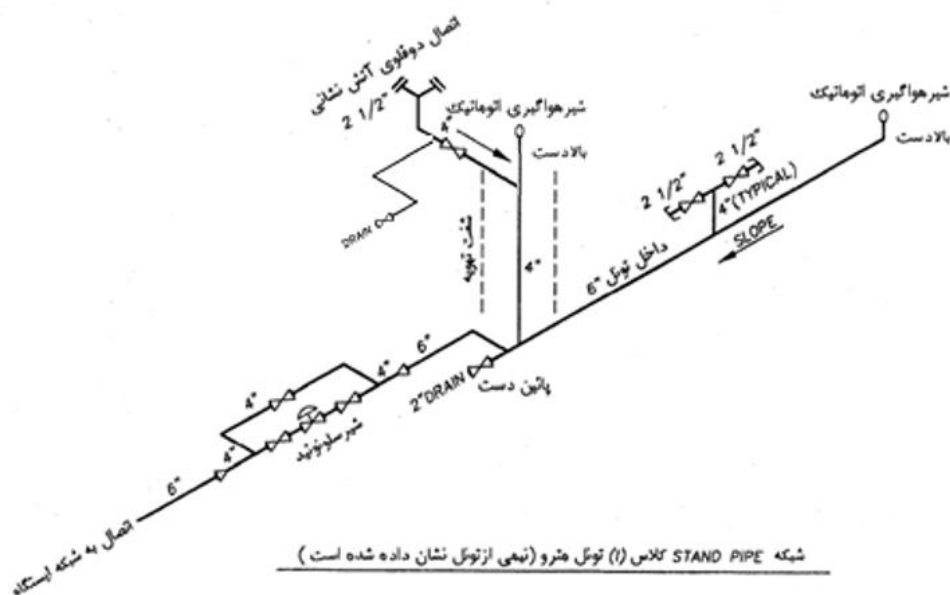
- هر لوله قائم آتش‌نشانی کلاس III باید برای دبی ۲۵۰ گالن در دقیقه طراحی شود. محدوده قابل قبول فشار آب در خروجی هر شیر بین ۴/۵ بار تا ۶/۹ بار می‌باشد (NFPA 14) که طراحی باید براساس میزان حداکثر انجام گیرد. از آنجایی که فشار آب شهر در هر حال کمتر از محدوده عنوان شده می‌باشد، پیش‌بینی مخزن ذخیره آب به همراه سیستم فشار ساز الزامی می‌نماید. همچنین به منظور رعایت استاندارد NFPA130 لازم است اتصال دو قلوای آتش‌نشانی نیز در سطح خیابان پیش‌بینی شود، از این طریق در ۳۰ دقیقه اول آتش‌سوزی امکان اطفاء توسط مخزن و پمپ فراهم بوده و پس از رسیدن پرسنل آتش‌نشانی از طریق اتصال دو قلوای آتش‌نشانی عملیات اطفاء تکمیل می‌گردد. استاندارد مربوط به طراحی این بخش NFPA14 و استاندارد مربوط به نوع اتصالات و شلنگ NFPA1963 می‌باشد.

- به منظور اطفاء حریق در تونل، لوله‌های قائم کلاس I پیش‌بینی می‌شود. قطر لوله اصلی ۶ اینچ می‌باشد که از شفت نیم تونلی (در صورت وجود) وارد شده و مطابق با شیب طبیعی تونل، نیم تونل سمت راست یا چپ را پوشش می‌دهد. در فواصل حدود ۵۰ متر یک لوله قائم ۴ اینچ با دو اتصال ۱/۲ ۲ اینچ پیش‌بینی می‌گردد.

- در صورتیکه سیستم اطفاء حریق تونل از نوع خشک طراحی گردد، به دلیل اهمیت اطفاء حریق در دقایق اولیه آتش‌سوزی و تأخیرات معمول در رسیدن پرسنل آتش‌نشانی، سیستم خشک تونل به سیستم تر ایستگاه که دارای مخزن ذخیره و پمپ می‌باشد از طریق یک شیر DELUGE متصل می‌گردد. به این ترتیب با اعلام حریق در تونل، این شیر DELUGE از طریق سیگنال ارسال شده به شیر، لوله خشک تونل برای استفاده پرسنل آموزش یافته مستقر در ایستگاه آماده بهره‌برداری می‌باشد.

- سیستم اطفاء حریق آبی ایستگاه و تونل باید به شیر هواگیری اتوماتیک مجهز باشد.

- در شکل ۴-۱ به طور نمونه شماتیک طرح اطفای آبی نیم تونل‌های ایستگاه درج گردیده است.



شکل ۴-۱: شماتیک شبکه آتش‌نشانی نیم تونل‌های ایستگاه

۴-۶- سیستم اطفاء حریق با کپسول‌های دستی

- کپسول‌های دستی یا چرخ دار اطفاء حریق به عنوان اولین تجهیزات دفاعی در مقابله با آتش‌سوزی‌های موضعی به کار می‌روند. مطابق با توصیه استانداردهای مرتبط این کپسول‌ها باید در هر محدوده تحت حفاظت، حتی در نقاطی که دارای سیستم اطفاء حریق ثابت می‌باشند نیز به کار رود.
- در ایستگاه‌های مترو، فضاهای زیر توسط کپسول‌های قابل حمل گاز CO₂ و پودر خشک مجهز می‌شوند:
 - در کنار تمام جعبه‌های آتش‌نشانی
 - اتاق RS
 - اتاق RIC
 - پست تخلیه فاضلاب
 - اتاق TPS و تهویه آن
 - اتاق LPS
 - اتاق هواساز چهارم
 - اتاق هواسازهای ایستگاه و تونل
 - اتاق فنی (اتاق سیگنالینگ و مخابرات)، کنترل محلی، UPS.
 - اتاق تابلوهای توزیع برق
 - اتاق جمع‌آوری زباله

برای استفاده از این سیستم، رعایت استانداردهای مندرج در NFPA10 الزامی است.

۷-۴- روش‌های محاسباتی سیستم‌های آتش‌نشانی

برای تأمین دبی و فشار مورد نیاز آب آتش‌نشانی از مخزن ذخیره به همراه پمپ‌های آتش‌نشانی استفاده می‌گردد. با توجه به الزامات طراحی سیستم لوله‌های قائم کلاس III، میزان آب مورد نیاز آتش‌نشانی با فرض استفاده همزمان از دو شیر در حدود ۵۰۰ گالن در دقیقه می‌باشد. دبی پمپ جوکی حدود ۵ درصد دبی پمپ اصلی (و در صورت وجود اسپرینکلر در ایستگاه، با ظرفیتی کمتر از دبی اسپرینکلرها) انتخاب می‌گردد که این مقدار حداکثر ۲۵ گالن در دقیقه می‌باشد. در محاسبه هد پمپ‌ها باید توجه داشت که فشار خروجی هر شیر در جعبه آتش‌نشانی، طبق NFPA 14 باید ۶/۹ بار (برای کلاس III) باشد. در محاسبه افت مسیر، با داشتن دبی آب آتش‌نشانی و قطر لوله‌ها، سرعت آب در لوله بدست آمده و از روی این سرعت ضریب افت لوله محاسبه شده که با در نظر گرفتن اختلاف ارتفاع و طولانی‌ترین مسیر از اتاق منبع آب تا جعبه آتش‌نشانی، افت کل مسیر محاسبه می‌گردد. در صورت زیرزمینی بودن ایستگاه‌ها، معمولاً عمق ایستگاه‌ها افت فشار مسیر را جبران می‌کند و هد پمپ تنها جهت تأمین فشار مورد نیاز در شیرهای آتش‌نشانی بوده که این مقدار حدود ۷۰ متر آب می‌باشد که البته بایستی در محاسبه هد مورد نیاز پمپ‌ها، افت فشار مسیر، شیرآلات و اختلاف ارتفاع احتمالی نیم‌تونل‌ها لحاظ گردد. با توجه به سطح فشار پمپ‌های آتش‌نشانی، ممکن است استفاده از خروجی‌های ۱۱/۲" مربوط به کلاس II آتش‌نشانی در جعبه‌ها میسر نباشد، جهت کاهش فشار در شیلنگ قرقره‌ها در صورت لزوم باید تمهیداتی نظیر استفاده از شیرهای فشار شکن یا استفاده از دو شبکه مجزا برای کلاس I و II در نظر گرفته شود.

دبی و هد پمپ‌های آتش‌نشانی می‌بایست براساس نقشه‌های معماری و مسیر پمپخانه تا مصرف‌کننده‌ها در ایستگاه و نیم‌تونل محاسبه شده و ظرفیت پمپ‌های آتش‌نشانی بر این اساس نهایی گردد.

۸-۴- برق اضطراری پمپ آتش‌نشانی

جهت تأمین برق اضطراری پمپ آتش‌نشانی استفاده از برق دو LPS هر کدام برای هر یک از پمپ‌ها الزامی می‌باشد و با توجه به اینکه شبکه برق اصلی مترو دارای نوسانات بسیار کمی می‌باشد و طبق استاندارد NFPA20 در صورتی که میزان قطعی برق در سال قبل از بهره‌برداری پروژه کمتر از ۱۰ ساعت باشد برق شبکه قابل اعتماد بوده و می‌توان به شرط انشعاب برق پمپ‌ها از هر دو LPS ایستگاه جهت کاهش خطرات دیزل پمپ و مخزن گازئیل را با پمپ الکتریکی رزرو جایگزین نمود، در این صورت از دو پمپ اصلی با ظرفیت هر کدام ۱۰۰٪ و یک پمپ جوکی استفاده خواهد شد. در خصوص الزام استفاده از دیزل پمپ ضوابط سازمان آتش‌نشانی محل پروژه در اولویت می‌باشد.

۹-۴- حجم مخزن ذخیره

با توجه به اینکه میزان تأمین آب مورد نیاز آتش‌نشانی برای ۳۰ دقیقه استفاده در نظر گرفته می‌شود، میزان حجم مخزن مورد نیاز برای تأمین آب آتش‌نشانی حداقل ۶۰ مترمکعب می‌باشد. البته با توجه به خشک بودن لوله اطفای حریق تونل، حجم آب مورد نیاز برای پر کردن لوله خشک تونل نیز می‌بایست محاسبه و به این حجم اضافه گردد. مطابق الزامات بند ۱۶-۳-۶ مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان، بایستی این مخزن به صورت دوقلو در نظر گرفته شده تا در زمان عملیات تعمیر و نگهداری یکی از مخازن نیز، عملکرد سیستم آتش‌نشانی مختل نشود.

۱۰-۴- مشخصات فنی اجزای سیستم آتش‌نشانی

- جعبه آتش‌نشانی به ابعاد تقریبی $۱۰۰ \times ۱۴۰ \times ۲۰$ سانتیمتر مجهز به شیر کوپلینگ، نازل، شلنگ ۲۵ متری، قرقره دوار، قفل ایمنی، جای مخصوص کلید روی در و همچنین تعبیه کپسول‌های اطفای حریق می‌باشد.
- کپسول آتش‌نشانی پودر خشک و پودر CO_2 مطابق با مبحث NFPA 10 انتخاب می‌گردند.
- پمپ آتش‌نشانی طبق استاندارد NFPA 20 انتخاب می‌شود و هد پمپ در هنگام خاموش کردن دستگاه نباید از ۱۴۰٪ هد کل بیشتر شود.
- شیرها باید مطابق با استاندارد NFPA 14 باشند.

۱۱-۴- بررسی مصالح سیستم آتش‌نشانی

- لوله‌های آتش‌نشانی مطابق با استاندارد ASTM A53 از نوع فولادی سیاه بدون درز SCH40 با اتصالات جوشی می‌باشد. فیتینگ‌ها و فلنج‌ها مطابق با ANSI B16.25، ASTM A234، ANSI B16.5، ANSI B16.11 و ANSI B16.9 می‌باشند.
- شلنگ آتش‌نشانی از جنس نخ پرلون و مطابق با مبحث مربوط به NFPA 14 تولاستیکی می‌باشد.

پیوست‌ها

پیوست ۱: شرایط طرح داخل (بسته به مشخصات هر پروژه بایستی تدقیق گردد)

بار حرارتی ناشی از روشنایی (بسته به نوع چراغ‌ها بایستی تدقیق گردد)		ملاحظات	رطوبت اتاق (RH%) زمستان / تابستان	فشار اتاق (Pa)	نرخ حداقل فیلتراسیون MERV	تعداد نفرات	هوای تازه برای هر نفر (L/S)	حداقل تعویض هوا (ACH)	حداکثر دما (°C)	حداقل دما (°C)	نام فضا
Sta/hr.H ²	W/m ²										
۶/۵	۲۰	۳۳ Lit/s هوای بیرون برای اتاق‌های فروش و جمع‌آوری بلیت		>0	۸	۴	۱۷	-	۲۴	۲۲	فروش بلیت
۳/۲	۱۰		۵۰/۳۰	<۰	۸	۱۰	۱۷	۴	۲۴	۲۲	غذاخوری
۳/۲	۱۰			<۰				۱۲	◇	۲۲	دستشویی کارکنان
۶/۵	۲۰			>0	۸	۲	۱۷		۲۴	۲۲	کمک‌های اولیه
۶/۵	۲۰			>0	۸	۲	۱۷		۲۴	۲۲	اتاق پلیس
				>0	۸	-	-	۸	◇	۲۲	اتاق تعمیرات برقی و مکانیکی
۶/۵	۲۰			>0	۸	۲	۱۷	۸	◇	۲۲	پرسنل فضای تجهیزاتی
۶/۵	۲۰			+۶۲	۱۲	۲	۱۷	۴	۲۴	۱۸	اتاق ارتباطات Communication Room
۶/۵	۲۰			+۶۲	۱۲	۲	۱۷	۴	۲۴	۲۲	سیگنالی‌نگ Signaling Room
				+۶۲	۱۲	۲	۱۷	۴	۲۴	۲۲	اتاق کنترل محلی و منطقه‌ای
				+۶۲	۱۲		۱۷	۸	۲۴	۱۸	پنل کنترل منطقه‌ای

بار حرارتی ناشی از روشنایی (بسته به نوع چراغ‌ها بایستی تدقیق گردد)		ملاحظات	رطوبت اتاق (RH%) زمستان / تابستان	فشار اتاق (Pa)	نرخ حداقل فیلتراسیون MERV	تعداد نفرات	هوای تازه برای هر نفر (L/S)	حداقل تعویض هوا (ACH)	حداکثر دما (°C)	حداقل دما (°C)	نام فضا
Sta/hr.H ²	W/m ²										
				>0	۸			۴	۴۰	۱۸	اتاق اینورتر سیگنالینگ
				>0	۸			۲	◇	۹	اتاق کابل ارتباطات و سیستم‌ها
۳/۲	۱۰			<۰	۸			۶	۳۸	۲۵	اتاق باتری
۳/۲	۱۰			<۰	۸			۱۰	۳۸	۲۵	UPS
۳/۲	۱۰			+۶۲	۸			۶	۴۰	۱۸	رکتیفایر
۳/۲	۱۰			+۶۲	۱۲			۶	۴۰	۱۸	سوئیچینگ (MV, LV)
۳/۲	۱۰			<۰	۸			۶	۴۰	۹	اتاق برق LPS (شامل باتری)
۳/۲	۱۰			<۰	۸			۱۲	◇	۲۲	رختکن کاکنان
۳/۲	۱۰			<۰				۱۲	◇	◇	اتاق زباله
		بستگی به نظر کارخانه سازنده دارد		<۰					+۳۲	۹	تجهیزات آسانسور
									◇	۹	شفت آسانسور
				<۰	۸			۲	◇	۹	انبار تجهیزات
۳/۲	۱۰			<۰				۱۰	◇	۹	پست تخلیه فاضلاب

بار حرارتی ناشی از روشنایی (بسته به نوع چراغ‌ها بایستی تدقیق گردد)		ملاحظات	رطوبت اتاق (RH%) زمستان / تابستان	فشار اتاق (Pa)	نرخ حداقل فیلتراسیون MERV	تعداد نفرات	هوای تازه برای هر نفر (L/S)	حداقل تعویض هوا (ACH)	حداکثر دما (°C)	حداقل دما (°C)	نام فضا
Sta/hr.H ²	W/m ²										
۶/۵	۲۰			<۰				۴	۲۴	۲۲	آبدارخانه
۳/۲	۱۰		<۰					۴	۴۰	۹	اتاق اطفاء با گاز
								۴		۹	منبع آب
◇ حداقل یا حداکثر دما براساس دمای بیرون تعیین می‌شود.											

یادداشت:

- علاوه بر بارهای فوق، بار ناشی از تجهیزات در اتاق‌هایی مانند اتاق‌های برق، LPS، اتاق‌های فنی (سیگنالینگ و مخابرات و...) باید در محاسبات لحاظ گردد. در هر پروژه با توجه به تجهیز انتخاب شده این اعداد متفاوت می‌باشد. با استناد به تجربیات و مطالعات و اینکه اغلب در مرحله شروع طراحی مشخصات فنی تجهیزات مشخص نیست، براساس تجربیات مشابه به طور تقریبی این اعداد می‌تواند تا اعلام اعداد دقیق مورد استفاده قرار گیرد:
 - بار حرارتی تجهیزات رکتیفایر در حدود ۸۰ کیلو وات
 - بار حرارتی ناشی از تجهیزات در اتاق سیگنالینگ و مخابرات در حدود ۱۶ کیلووات
 - بار حرارتی ناشی از تجهیزات در LPSها در حدود ۳۰ کیلووات. در صورت استفاده از هوای سکو برای زدودن حرارت ناشی از کارکرد تجهیزات در LPSها این بار می‌تواند در بار حرارتی تهویه فضاهای عمومی لحاظ گردد.
 - بار حرارتی اتاق رئیس، با توجه به تجهیزاتی مانند رایانه و وسایل کنترلی ایستگاه، ۴۰ W/m² تخمین زده می‌شود.
 - بار حرارتی ناشی از رایانه‌ها در فضاهای اداری ۲/۸ W/ft² تخمین زده می‌شود.
 - بار حرارتی ناشی از هر نفر ۲۵۰ Btu/hr (محسوس) و ۲۰۰ Btu/hr (نهان) می‌باشد.

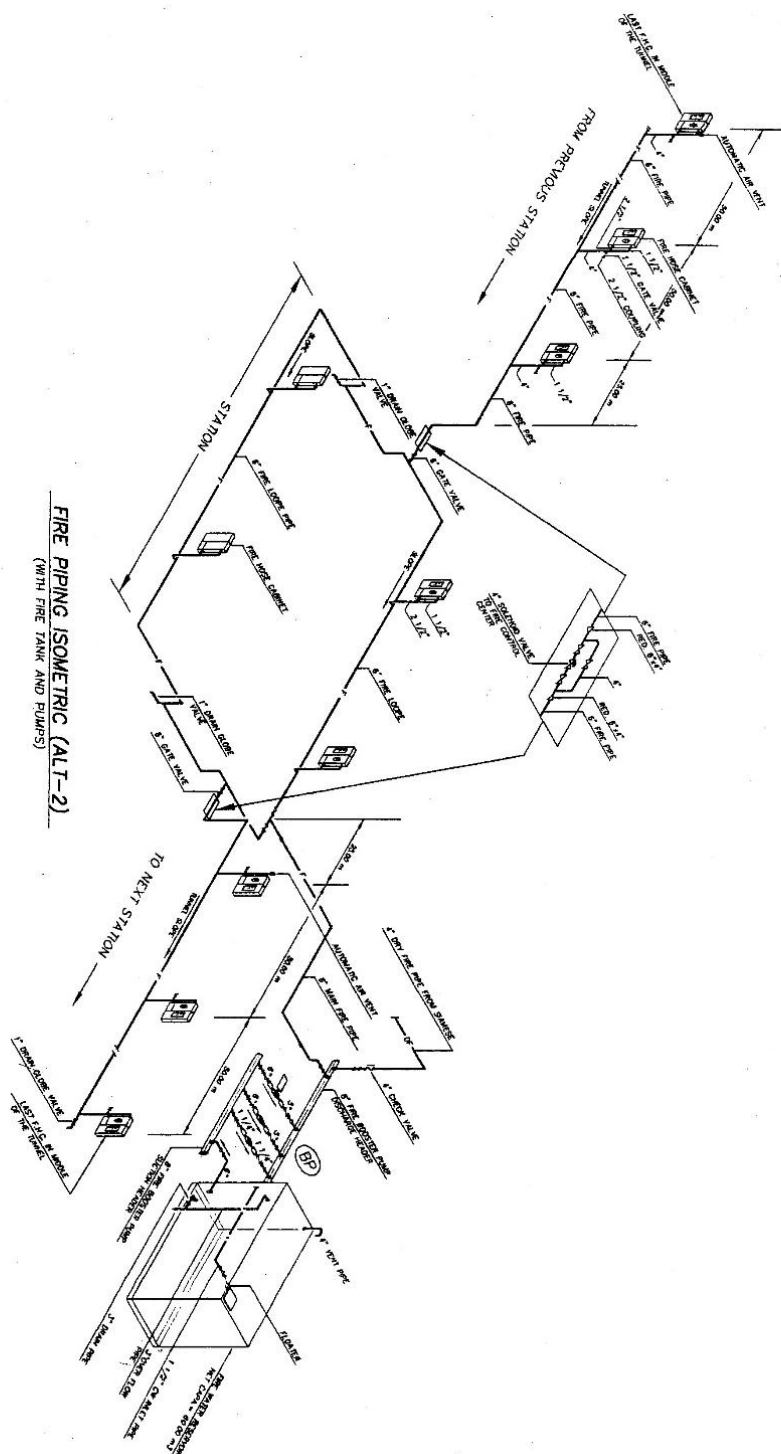
پیوست ۲: الگوی ضوابط طراحی تهویه و تهویه مطبوع به تفکیک کاربری فضاها

یادداشت: اطلاعات موجود در جداول باید توسط طراح ایستگاه تکمیل و به همراه گزارش انتخاب سیستم‌ها برای هر ایستگاه ارائه شود. نمونه‌ای از این جدول جهت راهنمایی برای استفاده از آن در گزارش‌ها در این پیوست آورده شده است.

کاربری اتاق	دستشویی کارکنان
نوع تجهیز	یونیت مرکزی/ محلی
موقعیت قرارگیری:	داخل اتاق / در اتاق تجهیزات مکانیکی مجاور اتاق / متحرک
نوع فن:	کانالی / سانتریفیوژ / محوری / با محرکت تسمه‌ای با رانه مستقیم
سرعت:	تک سرعت / دو سرعت / موارد دیگر (توضیح)
افزونگی:	دارد / ندارد / چند درصد (۷۵-۱۰۰٪)
بازیابی گرما:	دارد / ندارد / در صورت استفاده از سوخت برای گرمایش دارد
خروجی هوای تخلیه:	بیرون از ایستگاه / ایستگاه/ تونل
دریافت هوای تازه:	از بیرون از ایستگاه / ایستگاه
بهبود هوای تامین شده (عملیات انجام شده بر هوای تامین شده):	گرمایش / سرمایش / معتدل / فیلتر
فیلتراسیون:	نیاز ندارد / پلنوم هوای ورودی به اتاق / فیلتر هوای تامین شده
سرمایش:	ندارد / تبرید انبساط مستقیم / هیت پمپ / (روش‌های دیگر)
چیدمان:	اسپیلیت/اوپراتور دیوار نصب / هیت پمپ / فن کویل زمینی و...
گرمایش اتاق:	الکتریکی / آبی / پمپ حرارتی / گاز / (انواع دیگر)
تیپ (گونه):	کانال‌های فن‌دار / گرم‌کن‌های کانالی / صفحه‌های تابشی و (انواع دیگر)
گرمایش پشتیبان:	نیاز ندارد / استفاده از دمنده‌های گرمایی (انواع دیگر)
رطوبت‌زنی:	نیاز ندارد / رطوبت‌زن دیواری / در مسیر کانال و...
توزیع هوا:	لازم ندارد / کانال کشی / بدون کانال
هوای تامین شده / ورودی:	لازم ندارد / از بالای اتاق / از پایین اتاق / موارد دیگر (توضیح)
هوای برگشت / تخلیه:	لازم ندارد / هوای برگشت از بالا / هوای برگشت از پایین / موارد دیگر
واحد اختلاط هوا:	ندارد / VAV / مسیر جایگزین / bypass / موارد دیگر
کنترل اتاق:	دمای اتاق / هوای برگشت / جداول زمانی / موارد دیگر
گونه:	محلی / سیستم اتوماتیک ساختمان / موارد دیگر
خاموش کردن:	ندارد / در مواقع حریق / دود / موارد دیگر
الزامات ویژه:	ندارد / میزان آلاینده‌ها / درجه‌بندی خطر / موارد دیگر
مشخصات کلی الکتریکی	شامل بار مصرفی، سطح ولتاژ، تعداد فاز

پیوست ۳: دیاگرام سیستم اطفای حریق آبی نمونه یک ایستگاه

یادداشت: بایستی به اقتضای هندسه و فضاهای ایستگاه تدقیق گردد.



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 نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال های اخیر در سایت اینترنتی **nezamfanni.ir** قابل دستیابی می باشد.

**Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization**

**Specifications for
Design of Urban and Suburban
Railway Stations
Vol. III:
Electrical & Mechanical Design**

No.804-3

Last Edition 09/10/2021

Deputy of Technical and Infrastructure
Development Affairs

Department of Technical and Executive
Affairs, Consultants and Contractors

nezamfanni.ir

2021

این ضابطه

با عنوان جلد سوم «ضوابط طراحی
ایستگاه‌های قطار شهری و حومه» ملاک
طراحی تاسیسات عمومی ایستگاه‌ها در خطوط
قطار شهری و حومه‌ای کشور است.

