

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

ضوابط و معیارهای طرح و اجرای سیلوهای بتنی

**مشخصات فنی عمومی و اجرایی
تاسیسات برق سیلو**

نشریه شماره ۲-۲۳۵

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

۱۳۸۱

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۱/۰۰/۳

فهرست برگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها ضوابط و معیارهای طرح و اجرای سیلوهای بتنی: مشخصات فنی و اجرایی تأسیسات برقی سیلو/ معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها. - تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۱. ۱۷۶ص: مصور. - (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه شماره ۲-۲۳۵) انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۸۱/۰۰/۳.

ISBN 964-425-339-6

مربوط به بخشنامه شماره ۵۴/۷۶۹۹-۵۴/۲۰۴۶۴ مورخ ۸۰/۱۲/۵
کتابنامه: ص. ۱۷۳-۱۷۶

۱. سیلوها - استانداردها. ۲. برق - سیمکشی - مشخصات. ۳. سیلوها - روشنایی - استانداردها. الف. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات. ب. عنوان. ج. فروست.

۱۳۸۱ ش. ۲-۲۳۵ س/۳۶۸/۳ TA

ISBN 964-425-339-6

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۳۳۹-۶

ضوابط و معیارهای طرح و اجرای سیلوهای بتنی: مشخصات فنی و اجرایی تأسیسات برقی سیلو
تهیه کننده: دفتر امور فنی و تدوین معیارها
ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. معاونت امور پشتیبانی. مرکز مدارک علمی و انتشارات
چاپ اول: ۱۰۰۰ نسخه، ۱۳۸۱
قیمت: ۱۸۰۰۰ ریال
لیتوگرافی: قاسملو
چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ
همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



بسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
دفتر رئیس سازمان

شماره: ۱۰۵/۲۰۴۶۴-۵۴/۷۶۹۹	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مشاوران و پیمانکاران
تاریخ: ۸۰/۱۲/۵	

موضوع: ضوابط و معیارهای طرح اجرای سیلوه‌های بتنی، مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برق سیلو

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۲-۲۳۵ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، با عنوان «ضوابط و معیارهای طرح و اجرای سیلوه‌های بتنی، مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برق سیلو» از نوع گروه سوم، ابلاغ می‌گردد.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده نمایند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنماهای بهتر در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، ارسال دارند.

محمد ستاری فر

معاون رئیس جمهوری و رئیس سازمان



موسسه تحقیقات و فناوری برق

موسسه تحقیقات و فناوری برق

موسسه تحقیقات و فناوری برق

موسسه تحقیقات و فناوری برق

موسسه تحقیقات و فناوری برق

بسمه تعالی

پیشگفتار

طراحی و اجرای سیستم تاسیسات برقی سیلوها با توجه به حجم زیاد ماشین آلات و وجود غبارهای سوزا در فضاهای مختلف آن حائز اهمیت بسیار بوده و بر اساس آئین نامه های جهانی به عنوان محیط های مخاطره آمیز طبقه بندی شده و دارای استانداردهای ویژه هستند. فلسفه طبقه بندی فضاهای مخاطره آمیز سیلو، بررسی امکان وجود فضای قابل اشتعال و انفجار در یک مکان، و مهمتر از آن سازگار نمودن طراحی به منظور کاهش میزان مخاطره است. طراحان و مجریان سیستم های تاسیسات برقی سیلوها باید فضاهای مختلف سیلو را بر اساس طبقه بندیها و ضوابط و معیارهای مندرج در استانداردهای یاد شده طراحی و اجرا نمایند.

معاونت امور فنی در راستای وظائف و مسئولیتهای قانونی بر اساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و نظام جدید فنی و اجرایی کشور (مصوب ۷۵/۳/۲۳ هیات محترم وزیران) و به منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در طراحی و اجرای سیستم تاسیسات برقی سیلوها اقدام به تهیه این مجموعه نموده است. بدیهی است کاربرد این گونه ضوابط ضمن ارتقای کیفیت طرحها، حصول کارایی مطلوب و ایمنی لازم موجب تسریع در امر کنترل و ارزیابی پروژهها و صرفه جویی در هزینه طرحهای عمرانی می شود.

این نشریه هماهنگ با ضوابط و معیارهای مندرج در استانداردها و نشریات داخلی که به وسیله مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، وزارت نیرو، وزارت مسکن و شهرسازی و دیگر سازمانها و نهادها تهیه شده و نیز با استفاده از استانداردهای معتبر بین المللی همچون IEC , BS , NFPA , DIN و UTE تهیه و تدوین شده است.

این مشخصات فنی که بخش دوم از مجموعه "ضوابط و معیارهای طرح و اجرای سیلوهای بتنی" است شامل مباحث مربوط به سیستم تامین و تغذیه برق سیلو، طبقه بندی سیستم تاسیسات برقی، سیستم کابل کشی و لوله کشی در مناطق خطرزا، سیستم برق اضطراری، سیستم کنترل، سیستم

حرارت سنج، سیستم ارتفاع سنج، سیستم اتصال زمین، سیستم حفاظت در برابر آذرخش، سیستمهای پخش صدا، سیستم تلفن، سیستم کشف و اعلام حریق، سیستم روشنایی، و پریزهای مصارف عمومی و متفرقه می باشد.

پیش نویس اولیه این نشریه به وسیله دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز با همکاری آقایان دکتر جعفر زرین چنگ و مهندس تقی میرزانیآ تهیه شده و متن نهایی به وسیله آقای مهندس پرویزسیداحمدی کارشناس مشاور دفتر امور فنی و تدوین معیارها مورد بازنویسی و تکمیل قرار گرفته است.

معاونت امور فنی به این وسیله از کوششهای دست اندرکاران تهیه و تدوین این نشریه و همچنین سازمانها و شرکتهای مهندسی مشاور که با اظهارنظرهای سازنده و ارشادی این معاونت را در جهت غنا بخشیدن به آن یاری نموده اند سپاسگزاری و قدردانی می نماید و انتظار دارد که کارشناسان نهادهای مربوط در ادامه این راه همچون گذشته از نظریات و پیشنهادهای سازنده خود این معاونت را بهره مند سازند.

معاون امور فنی

زمستان ۱۳۸۰

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- کلیات
۱	۲- سیستم تامین و تغذیه برق سیلو
۲	۳- برآورد میزان مصرف برق
۴	۴- ضریب همزمانی و تعداد ترانسفورماتورهای مورد نیاز
۵	۵- پست پاساژ
۷	۶- پست خصوصی
۹	۷- تابلوهای فشار متوسط
۱۹	۸- ترانسفورماتورهای پست خصوصی
۲۳	۹- تابلوهای اصلی فشار ضعیف
۲۸	۱۰- طبقه‌بندی سیستم تاسیسات برقی سیلو
۳۲	۱۱- سیستم کابلکشی و لوله‌کشی در مناطق خطرزای سیلو
۳۶	۱۲- سیستم برق اضطراری
۴۷	۱۳- سیستم کنترل سیلو
۷۳	۱۴- سیستم حرارت سنج سیلو
۷۹	۱۵- سیستم ارتفاع سنج سیلو
۸۰	۱۶- سیستم اتصال زمین سیلو
۹۷	۱۷- سیستم حفاظت سیلو در برابر آذرخش
۱۳۳	۱۸- سیستمهای پخش صدا
۱۳۸	۱۹- سیستم تلفن
۱۴۲	۲۰- سیستم کشف و اعلام حریق
۱۵۴	۲۱- سیستم روشنایی
۱۷۱	۲۲- پریزهای مصارف عمومی و متفرقه در سیلو
۱۷۳	فهرست منابع و استانداردها

..... 1
..... 2
..... 3
..... 4
..... 5
..... 6
..... 7
..... 8
..... 9
..... 10
..... 11
..... 12
..... 13
..... 14
..... 15
..... 16
..... 17
..... 18
..... 19
..... 20
..... 21
..... 22
..... 23
..... 24
..... 25
..... 26
..... 27
..... 28
..... 29
..... 30
..... 31
..... 32
..... 33
..... 34
..... 35
..... 36
..... 37
..... 38
..... 39
..... 40
..... 41
..... 42
..... 43
..... 44
..... 45
..... 46
..... 47
..... 48
..... 49
..... 50
..... 51
..... 52
..... 53
..... 54
..... 55
..... 56
..... 57
..... 58
..... 59
..... 60
..... 61
..... 62
..... 63
..... 64
..... 65
..... 66
..... 67
..... 68
..... 69
..... 70
..... 71
..... 72
..... 73
..... 74
..... 75
..... 76
..... 77
..... 78
..... 79
..... 80
..... 81
..... 82
..... 83
..... 84
..... 85
..... 86
..... 87
..... 88
..... 89
..... 90
..... 91
..... 92
..... 93
..... 94
..... 95
..... 96
..... 97
..... 98
..... 99
..... 100

□ ۱ کلیات

۱-۱ مقدمه

نظر به این که برای به کار انداختن ماشین آلات سیلو از انرژی الکتریکی استفاده می شود و باتوجه به این که در استانداردهای مربوط مناطقی از سیلو به عنوان مکانهای مخاطره آمیز طبقه بندی شده است بنابراین تعیین مشخصات فنی و روش طراحی و اجرای درست و دقیق سیستم تاسیسات برقی سیلو از اهمیت بسیاری برخوردار است. ضوابط و معیارهای یاد شده باید با در نظر گرفتن دو هدف عمده زیر صورت گیرد:

الف- ایجاد کنترل‌های لازم و ایمن سازی در تاسیسات الکتریکی

ب- استفاده بهینه و اقتصادی از انرژی نسبتاً گران برق

از آنجا که در حال حاضر طراحی و ساخت بخش عمده‌ای از تجهیزات سیستمهای برقی سیلو مانند تابلوهای برق و کنترل، اطاق فرمان و غیره در داخل کشور انجام می شود بنابراین تدوین ضوابط و معیارهای طراحی و اجرای تاسیسات برقی سیلو برای دست اندرکاران این بخش حائز اهمیت است.

۲-۱ مجموعه تجهیزات برقی سیلو

مجموعه سیستمهای عمده برقی سیلوه‌ها به شرح زیر است:

سیستم تامین و تغذیه برق سیلو، سیستم توزیع برق و برق رسانی، سیستم برق اضطراری، اطاق فرمان و سیستم کنترل ماشین آلات، سیستم اتصال زمین، سیستم روشنایی، سیستم پرزهای مصارف مختلف، سیستم حفاظت در برابر آذرخش (برقگیر حفاظتی)، سیستم پخش صدا و ایترکام، سیستم تلفن داخلی و شبکه ارتباط رایانه‌ای.

□ ۲ سیستم تامین و تغذیه برق سیلو

۱-۲ سطح برق ورودی

برق مورد نیاز سیلوه‌ها با توجه به میزان مصرف باید با احداث یک پست انشعاب فشار متوسط (پست پاساژ) برابر ضوابط شرکتهای برق منطقه‌ای و یک پست تبدیل برق

فشار متوسط به فشار ضعیف، که در نزدیکی ساختمان اصلی سیلو (نزدیک مرکز بار) ساخته می شود تامین گردد. سیستم توزیع برق فشار متوسط در ایران شامل ولتاژهای ۲۰، ۱۱ و ۳۳ کیلوولت است و بستگی به محل جغرافیایی استقرار سیلو دارد، لیکن پستهای ۲۰ کیلو ولت از دیگر انواع آن متداول تر است.

۲-۲ ولتاژ توزیع

ولتاژ توزیع سیستم تاسیسات برقی داخل سیلو با توجه به نیاز مصرف کننده ها ۲۲۰/۳۸۰ ولت خواهد بود و در مواردی که به ولتاژ دیگری مانند ۱۱۰ ولت احتیاج باشد باید از ترانسفورماتورهای تبدیل مناسب استفاده شود.

۳- برآورد میزان مصرف برق

در طراحی سیستم برق سیلو نخستین گام تعیین دقیق بار الکتریکی یا به زبان ساده تر برق مصرفی سیلو است. بار الکتریکی سیلو عمدتاً شامل الکتروموتورها و روشنایی است. در طراحی سیستم تاسیسات برق سیلو با توجه به تعداد موتورها و مقدار روشنایی مورد نیاز و سایر مصرف کننده ها باید مقدار برق مصرفی را برآورد نمود تا بتوان ظرفیت ترانسفورماتورها و تعداد و روش توزیع برق روی سویچ بردها را به دست آورد.

مصرف کننده های سیلو عموماً شامل نقاله ها (زنجیری، حلزونی و تسمه ای) شیرهای دوراهه، دریچه های برقی، بازوها، پنکسه ها و هواکشهای فیلترها، شن گیرها، تمیزکننده ها (الکها) جداسازها (الک مسیر ثانویه)، آهن ربای الکتریکی، بالابرها، آسانسور حمل نقرات، کمپرسور تامین هوای فشرده، روشنایی طبقات برج کار و پرزهای مورد لزوم در آن، پرزها و هواکشهای زیرکندوها، هشت پر سیلکونها و فیلترها و فن مربوط می باشد. مصارف دیگری مانند بار الکتریکی انبارها و کارگاه، روشنایی محوطه، جک و بیل تخلیه، دمنده ها، پمپهای آب و آتش نشانی، و مصارف

ساختمانهای جنبی از جمله اداری و مسکونی و توزین و آزمایشگاه و نمونه برداری نیز وجود دارد که در احتساب بار مجموعه باید در نظر گرفته شود. مصرف کننده های نامبرده باید بین شماری تابلو برق (تابلوهای ۱، ۲، ۳، ۴ و ...) که حسب مورد در طبقات برج کار سیلو یا مکان مربوط دیگری نصب می شود تقسیم گردد.

۳-۳ توان ظاهری مورد نیاز بر حسب کیلو ولت-آمپر برای سیستمهای موتورهای برقی با توجه به نوع موتورهای مورد استفاده و مشخص بودن میزان مصرف بر حسب کیلووات و ضرایب توان قابل محاسبه است.

۴-۳ جدول راندمان و ضرایب توان موتورهای القایی سه فاز با روتور قفسی در جدول شماره یک ارائه شده است.

جدول ۱: راندمان و ضریب توان موتورهای القایی سه فاز با روتور قفسی

$$W = \sqrt{3} VI \eta \cos\phi$$

موتور ۶ قطبی ۱۰۰۰ دور در دقیقه		موتور ۴ قطبی ۱۵۰۰ دور در دقیقه		موتور ۲ قطبی ۳۰۰۰ دور در دقیقه		قدرت موتور
Cos ϕ	η	Cos ϕ	η	Cos ϕ	η	کیلو وات
۰/۶۳	۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۶۹	۰/۷۳	۰/۷۰	۰/۵
۰/۶۶	۰/۷۰	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۷۵	۰/۷۲	۱
۰/۶۹	۰/۸۱	۰/۷۴	۰/۸۳	۰/۸۶	۰/۸۴	۵
۰/۷۱	۰/۸۲	۰/۷۸	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۸۶	۱۰
۰/۷۵	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۸۸	۲۰
۰/۸۲	۰/۸۷	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۹۰	۰/۹۰	۵۰
۰/۸۴	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۹۰	۰/۹۲	۰/۹۱	۱۰۰
۰/۹۱	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۹۳	۱۰۰۰

۵-۳ برآورد میزان کل مصرف شامل برق سورد نیاز تابلوهای مندرج در بند ۲-۳ باید با در نظر گرفتن ضریب توان هر تابلو و مقداری ظرفیت اضافی برای توسعه آتی پیش‌بینی و محاسبه شود.

□ ۴- ضریب همزمانی و تعداد ترانسفورماتورهای مورد نیاز

۱-۴ به طور کلی ضریب همزمانی عددی است بین صفر و یک و مقداری از ظرفیت نصب شده که به طور همزمان فعال است را نشان می‌دهد. ضریب نامبرده به شرح زیر تعریف می‌شود.

$$\text{ضریب همزمانی مصرف برق} = \frac{\text{حداکثر مصرف برق توسط مصرف‌کننده‌ها در یک زمان}}{\text{مجموعه ظرفیت نصب شده برقی سیلو}}$$

۲-۴ در برآورد و محاسبه میزان مصرف برق سیلو با توجه به غیر همزمان بودن کار تجهیزات برقی آن، ضریب همزمانی باید کمتر از یک در نظر گرفته شود. ناهمزمانی مصرف برق در سیلوها معمولاً "به علت انجام کارهای مختلف در زمانهای متفاوت است به طوری که مثلاً" هنگام صدور گندم امکان دارد که عملیات دریافت و وارد کردن یا پاک کردن گندم صورت نگیرد و یا این که پمپهای آب و آتش‌نشانی، دمنده‌ها یا برخی دستگاههای دیگر مصرف‌کننده برق مورد بهره‌برداری نباشد.

۳-۴ اهمیت تعیین و استفاده از ضریب همزمانی در تعیین دقیق ظرفیت مناسب ترانسفورماتورهای مورد نیاز و سایر تجهیزات برقی است. پس از محاسبه برق مصرفی سیلو و اعمال ضرایب همزمانی و توان و نیز پیش‌بینی توسعه آینده (حدود ۲۵ درصد) باید تعداد و ظرفیت ترانسفورماتورها را مشخص کرد.

۴-۴ در تاسیسات برق سیلو به منظور حصول اطمینان از تداوم کار بهتر است از دو یا چند ترانسفورماتور همسان با ظرفیتهای مساوی استفاده شود تا در مواردی که یکی از دستگاهها خراب یا دچار نقص فنی گردید بتوان با استفاده از ترانسفورماتور دیگر

مصارف ضروری سیلو را تا تعمیر دستگاه یاد شده تامین نمود.

در تعیین ظرفیت ترانسفورماتورها، باید به گونه‌ای عمل شود که در هنگام خرابی یکی از ترانسفورماتورها، ترانسفورماتور دوم برق مورد نیاز حداقل عملیات تعریف شده برای انتقال گندم در دوره مربوط را تامین نماید.

۴-۵ ظرفیتهای استاندارد ترانسفورماتورهای توزیع با ۳۱۵ کیلوولت- آمپر و بیشتر، برای سهولت مراجعه در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: ظرفیتهای استاندارد ترانسفورماتورهای توزیع با ۳۱۵ کیلوولت- آمپر و بیشتر

۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۸۰۰	۶۳۰	۵۰۰	۴۰۰	۳۱۵
------	------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----

□ ۵- پست پاساژ

۱-۵ برق مورد نیاز سیلو باید از نزدیکترین خط فشار متوسط منطقه که اکثراً ۲۰ کیلوولت می‌باشد با احداث یک پست پاساژ که در حریم سیلو استقرار می‌یابد تامین شود. این پست که در واقع حکم کلید خانه برق سیلو را دارد باید برابر ضوابط و دستورالعملهای برق منطقه‌ای طراحی و اجرا شده و در اختیار کارکنان آن قرار گیرد. در تعیین دقیق محل پست پاساژ از جمله امکان و سهولت دسترسی مامورین برق منطقه ای از بیرون محوطه سیلو، نزدیک بودن به خط فشار متوسط و نزدیک بودن به مرکز ثقل مصارف برقی سیلو (برج کار سیلو) باید مورد توجه قرار گیرد.

۲-۵ برق ورودی پست پاساژ باید توسط یک کابل سه رشته‌ای روغنی یا سه کابل تک رشته‌ای پروتودور با ولتاژ متناسب با ولتاژ فشار متوسط ورودی به سیلو تامین شود. حفاظت این کابل به وسیله فیوز کات اوت^۱ خواهد بود که برای حفاظت خط فشار

متوسط استفاده می شود.

با توجه به حساسیت ورود و خروج نغلات به سیلو و لزوم بهره‌برداری بدون وقفه از آن، در هنگام خرید و تامین برق سیلو می‌توان با توجه به وضعیت برق در منطقه مربوطه (امکانات شبکه، خطوط، پست‌ها و نیروگاه‌های موجود در منطقه) در خصوص تامین برق فشار متوسط ورودی سیلو از طریق دو مدار فشار متوسط جداگانه بررسی نمود. ضروری است بررسی مذکور در ابتدای کار پروژه صورت گرفته و در صورت تصمیم‌گیری جهت تامین برق سیلو بصورت دو مدار، مطابق ضوابط و دستورالعمل‌های مربوط در شرکت برق منطقه‌ای طراحی سیستم تغذیه صورت پذیرد. بدیهی است پیش‌بینی دو مدار جداگانه ورودی جهت برق سیلو احتمال قطع برق سیلو را بسیار محدود خواهد ساخت.

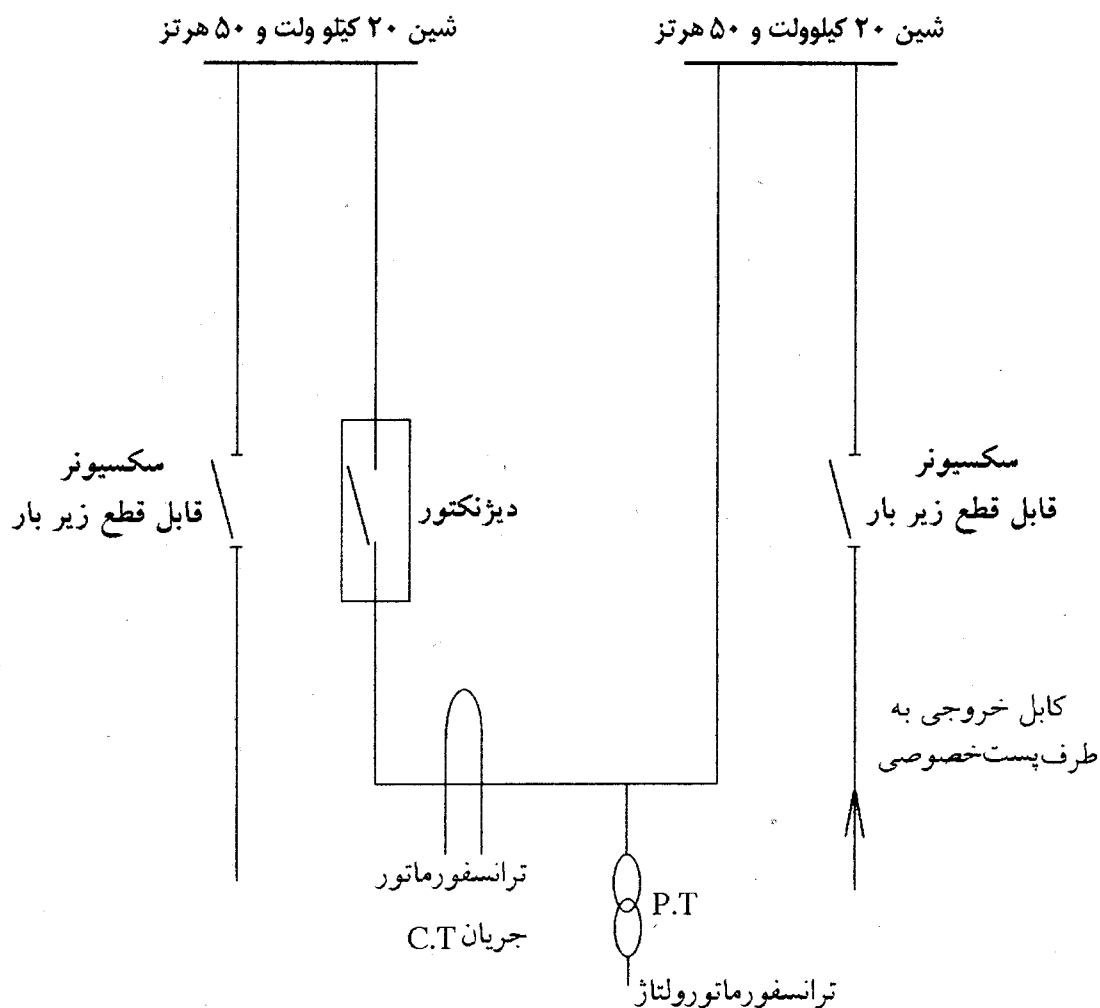
۳-۵ به منظور حفاظت تجهیزات داخل پست پاساژ و پست خصوصی در برابر اضافه ولتاژ ناشی از موج سیار، باید در محل انشعاب از برق‌گیر استفاده شود.

۴-۵ کابل ورودی به پست پاساژ باید توسط یک سکسیونر قابل قطع زیربار به شینه ۲۰ کیلوولت وصل شده و شینه مزبور توسط یک دیژنکتور کم روغن به قسمت دیگر شین ۲۰ کیلوولت متصل شود. به عبارت دیگر دیژنکتور کم روغن باید شینه ۲۰ کیلوولت را به دو قسمت تقسیم کند.

۵-۵ وسایل اندازه‌گیری شامل ترانسهای جریان (C.T.) ترانسهای ولتاژ (P.T.)، آمپر متر و ولتمتر باید روی قسمت دوم شینه ۲۰ کیلوولت قرار داده شود. کنتورهای بار آکتیو و رآکتیو نیز باید توسط ترانسهای جریان و ولتاژ تغذیه شود.

۶-۵ انشعابات پست باید به وسیله یک سکسیونر قابل قطع زیر بار از طریق یک کابل ۲۰ کیلوولت زیرزمینی به طرف پست خصوصی کابلکشی شود.

۷-۵ نمودار تک خطی نمونه پست پاساژ در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱: نمودار تک خطی پست پاساژ

۶- پست خصوصی

پست خصوصی محل تبدیل ولتاژ متوسط به فشار ضعیف، توزیع بار الکتریکی، تامین برق اضطراری و جبران توان راکتیو است. این پست با توجه به شرایط اختصاصی هر پروژه و بر اساس مقررات و مشخصات شرکت برق منطقه‌ای که عموماً شامل موارد زیر است باید طراحی و اجرا شود:

۱-۶ پست خصوصی باید حتی‌الامکان نزدیک به مرکز ثقل بار و در طبقه همکف بوده و در آن به خیابان یا فضای آزاد باز شود به گونه‌ای که نقل و انتقال ترانسفورماتور و

تابلوهای برق و حرکت جرثقیل به سهولت امکان پذیر باشد. جبهه مشرف به فضای آزاد حتی الامکان باید در جهتی باشد که تابش آفتاب حداقل باشد (رو به شمال). محل این پست باید حتماً خارج از برج کار تعیین شود تا ضمن رفع محدودیتهای مکانی، ضریب ایمنی و اطمینان کار سیستم الکتریکی افزایش یابد.

۲-۶ پست خصوصی شامل قسمتهای مجزایی برای نصب تابلوهای اصلی فشار متوسط، ترانسفورماتورها، تابلوهای اصلی توزیع نیزوی برق فشار ضعیف و خازنهای تصحیح ضریب قدرت و همچنین مولد برق اضطراری خواهد بود. این قسمتها، باید به وسیله احداث دیوار آجری به ضخامت حداقل ۳۵ سانتیمتر یا دیوار بتنی به ضخامت حداقل ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر جدا شود.

۳-۶ ابعاد پست خصوصی بستگی به میزان تجهیزاتی دارد که در آن نصب می شود و در تعیین آن باید رشد تعداد تجهیزات در آینده نیز پیش بینی شود. حداقل ابعاد پست خصوصی با دو ترانسفورماتور باید 10×14 متر در نظر گرفته شود. حداقل ارتفاع اتاق پست در قسمت استقرار ترانسفورماتورها و مولد برق اضطراری باید $5/3$ متر و درب آن حداقل $4/3$ متر ارتفاع و ۲ متر عرض داشته باشد به طوری که حمل وسایل برقی و ترانسفورماتورها به درون یا بیرون اتاق با مشکل مواجه نشود.

۴-۶ مشخصاتی که در ساختمان پست خصوصی باید رعایت شود به قرار زیر خواهد بود:

الف- برای دفع حرارت ناشی از تلفات ترانسفورماتورها در شرایط عادی ممکن است با افزایش ارتفاع پست و تعبیه دریچههای مشبک ورود هوا در قسمت پایین پست و نصب بادگیر خروج هوا در قسمت مسقف یا زیر آن اقدام نمود. در مناطق گرمسیری تهویه باید با استفاده از هواکشهای برقی و کنترل ترموستات انجام شود.

ب- اتاق پست باید عاری از رطوبت بوده و از مصالحی ساخته شود که در برابر آتش سوزی مقاوم باشد.

پ- سطوح دیوارهای داخلی اتاق باید گردگیر نباشد.

ت- ورودی اتاق باید فاقد پله و دارای شیب مجاز باشد. درب اتاق باید از نوع آهنی و به سمت خارج باز شود. قفل درب باید از نوعی باشد که حتی هنگام قفل بودن آن، از داخل قابل باز کردن باشد.

ث- سقف اتاق باید با ملات ماسه سیمان اندود و در نهایت رنگ آمیزی شود، استفاده از گچکاری و مانند آن مجاز نخواهد بود.

ج- ارتفاع کف پست خصوصی باید حداقل ۳۰ سانتیمتر از سطح سیلابروهای منطقه بالاتر باشد.

چ- دریچه‌های ورودی و خروجی هوا باید به گونه‌ای باشد که از ورود آب باران و همچنین دخول پرندگان و حیوانات کوچک به درون پست جلوگیری شود.

ح- در فضای درونی و در جداره داخلی و خارجی دیوارها، سقف و کف پست خصوصی نباید هیچ گونه لوله‌های حامل آب، گاز، تهویه و حرارت مرکزی نصب شود.

خ- برای جلوگیری از تعریق در اتاق پست، باید از گرمکن برقی مجهز به ترموستات استفاده شود.

۷- تابلوهای فشار متوسط

به منظور تغذیه و فرمان ترانسفورماتورها باید یک مجموعه تابلوی ایستاده تمام بسته شامل یک سکسیونر قابل قطع و وصل زیر بار و دو دستگاه دیژنکتور کم روغن همراه با وسایل اندازه‌گیری لازم پیش‌بینی و در پست خصوصی نصب شود. برق ورودی پست باید با استفاده از یک کابل ۲۰ کیلوولت زیرزمینی مناسب مانند NEKEBY از طریق سکسیونر یاد شده به شینه ۲۰ کیلوولت تابلو متصل شود.

۱-۷ استاندارد ساخت

۱-۱-۷- تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط سوار شده در کارخانه با پوشش فلزی باید برابر استانداردهای IEC 298 و IEC 694 و یا استاندارد وزارت نیرو-

امور برق، جلد‌های اول، دوم و سوم با عنوان "استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع" طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۷-۱-۲- لوازم و وسایل داخل تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط باید برابر استانداردهای تعیین شده زیر یا یکی از استانداردهای مشابه بین‌المللی طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد:

- شینه‌های مسی برابر استاندارد VDE 0201

- شینه‌های آلومینیومی برابر استاندارد VDE 0202

- کلیدهای قدرت مورد مصرف برای قطع و وصل جریانهای متناوب اتصال کوتاه با ولتاژهای ۱۰۰۰ ولت و بیشتر برابر استانداردهای زیر:

IEC 56, 56-1, 56-2, 56-3, 56-4, 56-4A, 56-5, 56-6

- ترانسفورماتورهای جریان مورد استفاده در لوازم اندازه‌گیری و وسایل حفاظتی الکتریکی با فرکانس ۱۵ تا ۱۰۰ هرتز باید برابر آخرین اصلاحیه استاندارد IEC 185 باشد.

- ترانسفورماتورهای ولتاژ برابر جدیدترین نسخه منتشره استاندارد IEC 186 و IEC 186B.

- کلیدهای جداکننده (سکسیونر یا ایزولاتور) جریان متناوب و کلیدهای زمین برای ولتاژ بیش از ۱۰۰۰ ولت و فرکانس تا ۶۰ هرتز برابر جدیدترین اصلاحیه IEC 129.

- سایر لوازم و وسایل داخل تابلو مانند وسایل اندازه‌گیری، کلیدها و لامپهای نمایشگر، رله‌ها و غیره برابر استاندارد کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC).

۲-۷ مشخصات فنی ساخت تابلوهای فشار متوسط، ایستاده، تمام بسته با پوشش فلزی

۷-۲-۱- تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط باید به گونه‌ای طراحی شود که عملیات بهره‌برداری عادی، بازرسی و نگهداری شامل کنترل توالی فازها، اتصال زمین کابلها، عیب‌یابی در کابلها، آزمون ولتاژ در کابلها یا در سایر لوازم، و شارژ بارهای

الکتروستاتیک خطرناک با ایمنی انجام پذیرد.

۷-۲-۲- اسکلت تابلو باید از پروفیل آهنی و پوشش آن از ورقهای فلزی بوده و به وسیله پیچ و مهره به هم متصل شود به گونه‌ای که تنشهای مکانیکی وارده را بخوبی تحمل نماید و به منظور کاهش فشار رو به بالای قوس و خطای داخلی در خانه‌های فشار متوسط باید دریچه‌های ضد انفجار نصب گردد.

۷-۲-۳- در تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی، درها و پوششها فقط هنگامی باید باز شود که مدار اصلی در آن خانه بی‌برق باشد. پس از باز شدن درها و پوششهای مزبور، سایر خانه‌هایی که در معرض هادیهای برقدار قرار دارد باید به وسیله جداره‌های مناسب، درجه حفاظتی لازم را دارا باشد.

۷-۲-۴- به منظور حفاظت در برابر زنگ‌زدگی و فساد تدریجی تمامی سطوح و خانه‌های تابلو باید پس از ساخت زنگ‌زدایی، چربی‌گیری، فسفات‌کاری و رنگ‌کاری شود. سازنده تابلو باید با توجه به منطقه‌ای که تابلو در آن نصب می‌شود نوع رنگ و ضخامت پوشش را انتخاب و به کار برد و پس از رنگ‌آمیزی برابر روشهای مندرج در پیوست "ت" از جلد اول نشریه "استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع" مصوب وزارت نیرو [۲۲] مورد آزمون قرار دهد.

۷-۲-۵- سلولهای جداگانه باید مجهز به گرمکن برقی (هیتر) ضد تقطیر برای استفاده در مناطق مرطوب بوده و در صورت لزوم جدار داخلی آن با پوشش ضد میعان اندود شده باشد.

سلولهای فشار متوسط باید دارای لامپ نئون مشخص‌کننده ولتاژ، چراغ روشنایی برای تعمیر و بازرسی تابلو در حالت بی‌برق، و دریچه‌های فوقانی برای تخلیه فشار و محدود کردن صدمات ناشی از انفجار احتمالی تجهیزات داخل تابلو باشد.

۷-۲-۶- حداقل ظرفیت الکتریکی شینه‌ها نباید از شدت جریان اسمی کلید اصلی تابلو کمتر باشد. شینه‌های فاز در هر سلول، باید روی مقره‌های اتکایی از صمغ مصنوعی یا چینی متناسب با ولتاژ تابلو نصب و در صورت لزوم برای عبور شمش در بین سلول‌ها از مقره عبوری استفاده شود.

۷-۲-۷- انتخاب سطح مقطع شینه‌ها در مواردی که از شمشهای مسی یا آلومینیومی تخت استفاده می‌شود باید برابر جداول ۳-۵ و ۴-۵ از نشریه ۱-۱۱۰ (تجدید نظر اول) سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت فنی [۱] و در مواردی که از شینه‌های مسی یا آلومینیومی با مقاطع گرد (لوله‌ای) یا ناودانی استفاده می‌شود برابر جداول مندرج در جلد اول از نشریه "استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع" مصوب وزارت نیرو [۲۲] محاسبه و تعیین شود. سطح مقطع شینه‌های اتصال زمین باید برابر سطح مقطع شینه فازها انتخاب شود و در سراسر طول تابلو امتداد یافته و به قسمت‌های فلزی بدنه تابلو متصل شود.

۷-۲-۸- نقطه اتصال شینه‌ها به یکدیگر و کلیدها به شینه‌ها باید قبل از اتصال کاملاً تمیز شده، و در صورت امکان با یک لایه نقره‌ای پوشیده شود و سپس به وسیله پیچ و مهره و واشرهای مسی یا برنزی محکم شود.

اتصال کابلها به شینه‌ها، کلیدها، فیوزها، و غیره باید به وسیله کابلشو انجام شود. برای تعیین فواصل نصب بین شینه‌ها به یادداشتهای ذیل جداول ۳-۵ و ۴-۵ از نشریه ۱-۱۱۰ (تجدید نظر اول) رجوع شود.

۷-۲-۹- شینه‌ها باید با رنگ نسوز به ترتیب زیر رنگ‌آمیزی شود:

- فاز اول : به رنگ قرمز.

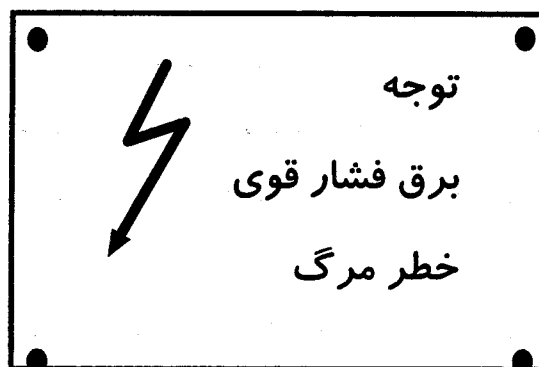
- فاز دوم : به رنگ زرد.

- فاز سوم : به رنگ آبی.

۷-۲-۱۰- کلیدها، وسایل اندازه‌گیری، و غیره که در تابلوها نصب می‌شود باید دارای شماره راهنما بوده و شماره خطوط محلی که تغذیه می‌شود روی آن نوشته شود. همچنین اتصالات وسایل اندازه‌گیری و سیستمهای کنترل و خطوط خارجی باید در روی صفحه ترمینال علامت‌گذاری شده انجام گیرد.

۷-۲-۱۱- کلیه سرسیمها در ابتدا و انتهای مسیر در داخل تابلو و همچنین سر کابلها، باید به منظور راهنمایی در تعمیرات بعدی طبق نقشه مربوط شماره‌گذاری شود.

۷-۲-۱۲- شماتیک تک خطی هر سلول تابلو فشار متوسط باید با مشخص بودن نوع کلید و وسایل داخل آن در روی تابلو به رنگ قرمز یا زرد ترسیم شود. علامت احتیاط به شکل زیر و به ابعاد ۳۰۰×۲۰۰ میلیمتر یا ۲۰۰×۱۲۰ میلیمتر باید به رنگ قرمز بر روی تابلو نصب شود.



۷-۲-۱۳- در طراحی و ساخت تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط سایر ضوابط مندرج در نشریه وزارت نیرو زیر عنوان "استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه‌های توزیع" جلدهای اول، دوم و سوم باید رعایت شود.

۷-۲-۱۴- اتصال زمین

الف- در تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی باید یک هادی اتصال زمین در سراسر طول تابلو کشیده شود. در مواردی که هادی مزبور از جنس مس

انتخاب می‌شود چگالی جریان برق در شرایط خطای زمین نباید از ۲۰۰ آمپر بر میلی‌متر مربع تجاوز کند، و سطح مقطع آن نیز نباید از ۳۰ میلی‌متر مربع کمتر باشد. انتهای هادی زمین باید به گونه‌ای ختم شود که برای اتصال به سیستم زمین تاسیسات مناسب باشد.

ب- به طور کلی با توجه به تنشهای حرارتی و مکانیکی ناشی از جریان برق موجود در هر سیستم زمین باید از پیوستگی آن اطمینان حاصل شود.

پ- محفظه هر واحد کاری^۱ باید به هادی زمین متصل باشد. تمام قسمتهای فلزی که به یک مدار اصلی یا کمکی تعلق ندارد باید به طور مستقیم به هادی زمین و یا از طریق اسکلت فلزی تابلو به سیستم زمین متصل شود.

ت- اتصالهای درونی واحدها مانند پیوند بین چارچوب، پوششها، درها، جداره‌ها یا سایر قسمتها که به منظور تامین تداوم الکتریکی صورت می‌گیرد باید به وسیله پیچ و مهره یا جوش انجام شود. درهای خانه‌هایی که در آن تجهیزات فشار متوسط وجود دارد باید با وسایل مطمئن به اسکلت متصل شود.

ث- در مواردی که اتصالهای زمین باید جریان کامل اتصال کوتاه سه فاز مدار را حمل کند (مانند اتصالهای وسایل زمین)، باید ابعاد متناسبی برای آن در نظر گرفته شود.

ج- هر قسمت از مدار اصلی که بتواند از سایر قسمتها جداگردد، باید امکان اتصال زمین داشته باشد.

چ- بخشهای فلزی یک جزء خارج شونده که معمولاً به سیستم زمین متصل است باید در وضعیت آزمون و همچنین در هر وضعیتی که مدارهای کمکی کاملاً قطع نشده باشد مطابق شرایط تعیین شده برای فاصله عایقی (به نشریه IEC 129 رجوع شود) همچنان به سیستم زمین متصل باقی بماند.

۳-۷ مشخصات فنی لوازم، وسایل و تجهیزات داخل تابلوهای فشار متوسط

۱-۳-۷- کلیدهای قدرت

۱-۱-۳-۷- شرایط عمومی

کلیدهای قدرت باید دارای مشخصات فنی مندرج در استانداردهای سری IEC 56 و

یا BS مشابه و یا یکی از استانداردهای شناخته شده و معتبر بین‌المللی بوده و مشخصات زیر را نیز شامل شود:

- استفاده از کلید برای مدت ۵ سال یا عملکرد تا ۲۰۰۰ بار در شرایط نامی بدون نیاز به تعمیر و نگهداری.

- سهولت دسترسی و تعویض پذیری کنتاکتها یا مجموعه‌های قطع کننده هنگام بازرسی، تعمیر و نگهداری و عدم امکان تعویض آن به صورت نادرست.

- انجام سیمکشیهای لازم برای عملکرد درست کلید.

- ایجاد حداقل سرو و صدا هنگام باز و بسته شدن کلید.

- ایمنی و سهولت داخل یا خارج نمودن وسیله کلیدزنی در تابلوهای کشویی از ساختار جامل آن.

- طراحی مقره‌ها و محفظه کلید به گونه‌ای که در اثر تغییر دما به هیچ قسمت تابلو نیرو وارد نشود.

- تعیین ابعاد کلید به گونه‌ای که نیروی ناشی از اتصال کوتاه و زمین لرزه را تحمل کند.

۲-۱-۳-۷- مشخصات فنی مکانیزم‌های عملکرد کلیدهای قدرت باید با ضوابط مندرج در بند ۲-۴-۳ از جلد دوم نشریه وزارت نیرو- امور برق، زیر عنوان "استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع" مطابقت نماید.

۳-۱-۳-۷- کلیدهای قدرت کم روغن مورد استفاده در پست خصوصی سیلو باید دارای مشخصات زیر باشد:

- کلید باید به طور کامل از هر طرف پوشیده و بسته بوده و هیچ نشستی روغن در شرایط کار نداشته باشد.

- کلید قدرت کم روغن باید دارای سطح سر و صدای (نویز) کمی باشد.

- کلیدهای مزبور باید با روغن کافی و با در نظر گرفتن ده درصد برای تلفات پر شود.

- کلیدهای قدرت کم روغن باید به لوازم زیر مجهز باشد:

- نمایشگر سطح روغن با علائم حداکثر و حداقل

- شیر برای نمونه گیری

- شیر برای پر کردن

- شیر تخلیه

۷-۳-۲- کلیدهای جداکننده و کلیدهای زمین

۷-۳-۲-۱- کلیدهای جداکننده و زمین باید برابر مشخصات مندرج در استاندارد IEC 129 پس از اصلاح بند ۴۳ آن به شرح زیر، طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد:

"کلیدهای جداکننده با توجه به شرایط ایمنی، باید به نحوی طراحی شود که هیچ گونه جریان نشتی از یک طرف فاصله عایقی به طرف دیگر آن عبور نکند. شرایط ایمنی یاد شده با حفاظت موثر از عایق در برابر آلودگی، به هنگام سرویس و یا با زمین کردن جریانهای نشتی، باید برآورده شود."

۷-۳-۲-۲- کلیدهای جداکننده و زمین باید برای ارتفاع از سطح دریا و شرایط محیطی محل احداث سیلو مناسب باشد.

۷-۳-۲-۳- وضعیت عملکرد کلیدهای جداکننده باید در یکی از حالات زیر به خوبی مشخص باشد:

- فاصله عایقی قابل دید باشد.

- وضعیت قسمت خارج شونده (کشویی) نسبت به قسمت ثابت به طور واضح قابل دید باشد.

- وضعیت کلید جداکننده به وسیله یک نمایشگر قابل اطمینان، کاملاً مشخص شود.

۷-۳-۲-۴- هر قسمت جداشدنی باید به گونه‌ای به قسمت ثابت متصل باشد که کلید جداکننده به علت نیروهای ناشی از تکان و سیله و یا به علت اتصال کوتاه، به طور غیرمنتظره باز نشود.

۷-۳-۲-۵- کلیدهای جداساز باید طوری طراحی شود که جریان اسمی را به طور پیوسته و بدون تجاوز از مقدار دمای مشخص شده در استاندارد IEC 129 از خود عبور دهد.

۷-۳-۲-۶- حداقل مجموع طول فاصله هوایی بین ترمینال فازهای یکسان، با عایق، در حالت باز بودن کلید، نباید از $1/15$ برابر فاصله فاز تا زمین که باعث قوس می شود، کمتر باشد و باید ولتاژ مورد لزوم را تحمل نماید.

۷-۳-۲-۷- کلیدهای جداساز باید به گونه ای طراحی شود که در برابر نیروی ناشی از جریانهای مشخص شده ای که از آن عبور می کند، بدون سوختگی یا صدمه به کتاکتتها، مقاومت کند، و باید در هر دو حالت باز یا بسته بودن کتاکتتها خود نگهدار باشد.

۷-۳-۲-۸- کلیدهای زمین و کلیدهای جداساز باید توسط ایترلاکهای مکانیکی طوری طراحی شود که بسته بودن یکی از آن دو، از بسته شدن دیگری جلوگیری کند.

۷-۳-۳- ترانسفورماتورهای جریان و ترانسفورماتورهای ولتاژ

مشخصات فنی ترانسفورماتورهای جریان باید برابر بند ۶-۶-۲ و مشخصات فنی ترانسفورماتورهای ولتاژ برابر بند ۶-۶-۳ از نشریه ۱-۱۱۰ (تجدید نظر اول) دفتر امور فنی و تدوین معیارها زیر عنوان "مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی کارهای ساختمانی" تعیین شود.

۷-۳-۴- وسایل اندازه گیری

۷-۳-۴-۱- وسایل اندازه گیری که برای خطوط ترانسفورماتورها بر روی تابلو نصب می شود باید در اندازه بزرگ بوده و اتصالات آن از پشت انجام شود. وسایل مزبور باید در برابر نفوذ رطوبت و خاک مقاوم بوده و تقریباً همسطح قسمت نگهدارنده که

ضخامت آن ۲/۵ میلیمتر خواهد بود، نصب شود. این وسایل باید دارای زمینه سفیدرنگ بوده و علامت گذاریها و درجه بندی و نشانگر آن به رنگ سیاه باشد.

۷-۳-۴-۲- وسایل اندازه گیری باید دارای پیچ تنظیم برای صفر کردن بوده و میزان دقت آن در مقادیر اسمی برابر با ± 1 درصد باشد. آمپر متر باید مطابق جریان اولیه ترانس جریان مدرج شده باشد.

۷-۳-۴-۳- ولتمترها باید دارای کوپل با تحمل ولتاژ تا ۱۵۰ ولت بوده و برای مدارهای ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ با مقادیر اسمی ۱۰۰ ولت و ۵۰ هرتز باشد و بر طبق طرف اولیه ترانسفورماتور ولتاژ مدرج باشد.

۷-۳-۴-۴- کلید ولتمتر باید از نوع گردان ۷ حالت با کنتاکت نگهدارنده و بدون فنر برگشت بوده و دارای صفحه علامت گذاری شده باشد و برای نصب روی ورق سه میلیمتری مناسب باشد. علامتها باید شامل R و S و T و R-S و T-S و R-T و O باشد.

۷-۳-۴-۵- مجموعه لامپهای نمایشگر باید از نوع تابلویی، دارای مصرف کم و برای نصب روی ورق سه میلیمتری مناسب باشد. کلاهک رنگی روی لامپها، نباید با گرمای لامپ تغییر شکل و رنگ دهد.

۴-۷ روش نصب تابلوهای فشار متوسط

۷-۴-۱- تابلوهای فشار متوسط ایستاده تمام بسته، انواع قابل دسترسی و فرمان از جلو، و کشویی، که در پست برق سیلو نصب می شود، باید به یکی از دو روش زیر نصب شود:

۷-۴-۱-۱- نصب بر روی اتاقک کابل

برای نصب این قبیل تابلوها بر روی اتاقک کابل باید یک دهانه به شکل مستطیل

متناسب با ابعاد کف تابلو در سقف اتاقک مزبور احداث و تابلو بر روی آن نصب شود. طول دهانه مورد نظر باید ۲۰ سانتیمتر از عرض مجموع عرض تابلو کمتر باشد و عرض آن نیز ۲۰ سانتیمتر از عمق تابلو کمتر باشد. لبه دهانه باید با آهن نبشی چهار سانتیمتر در چهار سانتیمتر مهار شود.

۷-۴-۱-۲- نصب بر روی کانال

طول کانال مورد نظر، که تابلو بر روی آن استقرار می‌یابد باید ۲۰ سانتیمتر کمتر از عرض مجموعه تابلو باشد و عرض آن نیز ۲۰ سانتیمتر کمتر از عمق تابلوی مربوط خواهد بود. عمق کانال باید ۱۲۰ سانتیمتر باشد. این کانال باید برای ورود و خروج کابلها به کانال کابلکشها مرتبط باشد. برای جلوگیری از جمع شدن آب در داخل کانال باید کف آن آبکش بوده و یا به یک سمت شیب داشته و در انتهای شیب به وسیله کف شور به چاهک جذب آبهای مزبور ختم شود. لبه کانال باید با آهن نبشی چهار سانتیمتر در چهار سانتیمتر مهار شود.

۷-۴-۲- تمامی سیمکشیهای مدار ثانوی تابلو مانند وسایل اندازه‌گیری، فرمان، اعلام خطر و غیره باید با سیم مسی تک لا (مفتولی) با عایق حداقل ۱۰۰۰ ولت و با مقطع ۲/۵ میلیمتر مربع انجام شود. فرم‌بندی سیمکشیهای یاد شده باید طوری باشد که در صورت نیاز به تعویض هر کدام از آنها، بدون تداخل به کار سایر مدارها، امکان‌پذیر باشد و یا این که کلیه سیمکشیهای داخلی تابلو باید در داخل کانال مخصوص نوع نسوز باشد.

۸- ترانسفورماتورهای پست خصوصی

۸-۱ باتوجه به میزان برق مصرفی سیلو باید دو دستگاه ترانسفورماتور تبدیل فشار متوسط مانند ولتاژ ۲۰ کیلو ولت به ۴۰۰ ولت با قدرت مساوی تهیه و نصب شود. مجموع ظرفیت این دو ترانسفورماتور، برق مورد نیاز سیلو را تامین خواهد کرد.

ترانسفورماتورهای فوق باید به وسیله دو دیژنکتور کم روغن فشار متوسط به شینه ۲۰ کیلو ولت متصل شود. خروجی ترانسفورماتورها در طرف فشار ضعیف ۴۰۰ ولت باید توسط دو دیژنکتور فشار ضعیف به طور مستقل وارد تابلوی توزیع اصلی گردد و از طریق این تابلوها برق سیلو توزیع شود.

۲-۸ استاندارد ساخت

ترانسفورماتورهای قدرت مورد مصرف در پست خصوصی سیلو باید برابر استانداردهای ملی ایران با شماره‌های ۲۶۲۰، ۲۶۲۱، ۲۶۲۲، ۲۶۲۳ و ۲۶۲۴ یا IEC 76-1، IEC 76-2، IEC 76-3، IEC 76-4 و IEC 76-5 و یا یکی از استانداردهای بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۳-۸ مشخصات فنی

عمده‌ترین مشخصات فنی ترانسفورماتورهای مورد مصرف در پست خصوصی به قرار زیر خواهد بود:

الف- نوع: ترانسفورماتور روغنی قابل نصب در داخل ساختمان.

ب- ارتفاع از سطح دریا: حداکثر تا ۱۰۰۰ متر^۱

پ- حداکثر درجه حرارت محیط: برای ترانسفورماتورهایی که با گردش هوا خنک می‌شود حداکثر ۴۰ درجه سانتیگراد و حداقل ۵- درجه سانتیگراد^۱

ت- شکل موج ولتاژ ورودی: تقریباً سینوسی.

ث- ولتاژهای ورودی فازها: تقریباً "متقارن (متعادل)"

ج- مشخصات الکتریکی:

قدرت اسمی: بر حسب نیاز از ۳۱۵ تا ۱۶۰۰ کیلوولت- آمپر

* - برای شرایط غیرعادی به بند ۱۰-۲-۳ از نشریه ۱-۱۱۰ (تجدید نظر اول) رجوع شود.

فرکانس اسمی : ۵۰ هرتز

ولتاژ اولیه اسمی : بر حسب نیاز شبکه (ولتاژهای معمولی ۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلوولت)

ولتاژ ثانویه اسمی : ۲۳۱-۴۰۰ ولت

امکان تنظیم ولتاژ : ± 5 درصد ولتاژ اولیه

ولتاژ امپدانس اسمی : در ترانسفورماتورهایی به قدرت ۲۵۰ تا ۱۶۰۰ کیلوولت آمپر :
۶ درصد.

گروه اتصال : در ترانسفورماتورهایی به قدرت ۲۵۰ تا ۱۶۰۰ کیلو ولت آمپر : D_{v5}

چ- مشخصات ساخت

هر ترانسفورماتور شامل هسته آهنی، سیم پیچها، عایقبندی، بازوها و نگهدارندهها، منبع اصلی محافظ سیم پیچها و خنک کننده روغن به صورت طبیعی (ONAN) با شیر تخلیه، منبع انبساط و ذخیره روغن، رطوبت گیر روغن، رله بوخ هولتس، حرارت سنج، مقره‌های فشار ضعیف یا فشار متوسط، پیچ مخصوص اتصال زمین، پایه و چرخ و قلابهای مخصوص حمل و نقل با جرثقیل و بارگیری می‌باشد.

برای شرح جزئیات مشخصات ساخت به بند ۱۰-۲-۶ از نشریه ۱-۱۱۰ (تجدید نظر اول) رجوع شود.

۴-۸ نصب ترانسفورماتورها در داخل پست خصوصی

۴-۸-۱- اتاق محل نصب ترانسفورماتور ممکن است دارای کف نیم طبقه (دارای زیرزمین) و یا از نوع کف کانال باشد، لیکن در هر دو صورت، به منظور جلوگیری از آلودگی محیط پست، اجتناب از آتش سوزی و گردآوری روغنهایی که به علل مختلف از ترانسفورماتور نشت یا سرریز می‌شود، در زیر هر ترانسفورماتور باید حوضچه‌ای مستطیل شکل به شرح زیر پیش‌بینی شود:

الف- ابعاد حوضچه باید حداقل برابر با ابعاد خارجی بزرگترین ترانسفورماتوری باشد

که در اتاق مزبور ممکن است نصب شود و عمق آن متناسب با ظرفیت روغن ترانسفورماتور نامبرده خواهد بود. لبه دورادور حوضچه باید با آهن نبشی 4×4 سانتیمتر محافظت شود.

ب- دیوارها و کف حوضچه ممکن است به صورت آجری یا اندود سیمان یا با بتن مسلح ساخته شود و سپس با رنگ مقاوم در برابر روغن رنگ آمیزی شود.

پ- به منظور به حداقل رساندن خطر آتش سوزی، داخل حوضچه روغن باید تا ارتفاع معینی از قلوه سنگ انباشته شود تا روغن داغ در مجاورت هوا قرار نگیرد.

ت- کف حوضچه باید دارای شیب مناسبی به طرف چاله گردآوری و تخلیه روغن داشته باشد و لوله تخلیه یا امکانات دیگری برای جمع آوری و تخلیه روغن در ساختمان آن در نظر گرفته شود.

ث- بر روی حوضچه باید ریلهای مناسبی برای استقرار چرخهای کوچکترین و بزرگترین ترانسفورماتور قابل استفاده در اتاق پیشبینی و نصب شود.

ج- به منظور جلوگیری از جابه جایی ترانسفورماتور، چرخهای آن باید به کمک نگهدارنده های پیچ و مهره دار بر روی ریلها محکم شود.

۸-۴-۲- در مواردی که از اتاق ترانسفورماتور با کف کانال استفاده می شود، برای نصب کابل های فشار متوسط و فشار ضعیف از تابلوها به ترانسفورماتور باید در طرفین حوضچه زیر ترانسفورماتور کانالهایی به ابعاد حداقل 30×50 سانتیمتر پیشبینی و احداث شود.

۸-۴-۳- در مواردی که از اتاق با کف نیم طبقه (دارای زیرزمین) استفاده می شود، برای ورود کابل های فشار متوسط و فشار ضعیف از زیر زمین به اتاق ترانسفورماتور باید در طرفین حوضچه، شیارهایی با ابعاد 15×50 سانتیمتر پیشبینی شود.

۸-۴-۴- برای نگاهداری کابل‌های فشار متوسط و فشار ضعیف به صورت عمودی در طرفین ترانسفورماتور تا محل اتصال آن، در کنار شیارهای ورودی کابل یا در انتهای کانالهای کابل، در طرفین حوضچه زیر ترانسفورماتور باید اسکلت‌های فلزی نرده مانند ساخته شده از نبشی حداقل ۵×۵ سانتیمتر پیش‌بینی و پایه‌های آن به طور ثابت در کف اتاق نصب شود.

۸-۴-۵- به منظور رعایت ضوابط ایمنی، بدنه اصلی ترانسفورماتور باید از طریق پیچ مخصوص اتصال زمین با استفاده از یک هادی انعطاف‌پذیر به طور محکم به چاه اتصال زمین واقع در نزدیکترین نقطه ممکن به آن متصل شود. تجهیزات داخل پست اعم از بدنه ترانسفورماتورها، تابلوها، در، دریچه‌ها، نرده‌ها و درپوش‌های فلزی باید به طور موثری به شبکه زمین پست اتصال داده شود.

□ ۹- تابلوهای اصلی فشار ضعیف

۹-۱ برای توزیع و کنترل برق مورد نیاز تابلوهای ماشین‌آلات مختلف سیلو، سیستم روشنایی (داخلی سیلو و محوطه) سیستم تخلیه، دمنده‌ها، ساختمانهای جنبی (مسکونی، اداری، انبار و غیره) پمپ‌های آب و آتش‌نشانی، و غیره باید حداقل سه دستگاه تابلوی اصلی جداگانه - دو دستگاه برای توزیع نیروی برق عادی و یک دستگاه برای توزیع نیروی برق اضطراری - از نوع ایستاده و تمام بسته پیش‌بینی و در پست خصوصی نصب شود. تابلوهای اصلی باید متناسب با تعداد و قدرت تابلوها و دستگاههای مختلف مورد تغذیه بوده و حداقل دارای بیست درصد مدار اضافی به عنوان یدک باشد.

خروجی ترانسفورماتورها در طرف فشار ضعیف ۴۰۰ ولت توسط دو دیژنکتور فشار ضعیف به طور مستقل وارد تابلوهای توزیع اصلی شده و از طریق این تابلوها برق سیلو توزیع شود.

۲-۹ استاندارد ساخت تابلوهای فشار ضعیف

تابلوهای اصلی فشار ضعیف باید برابر استانداردهای ملی ایران با شماره‌های ۱۹۲۸ و ۱۹۲۹ یا IEC 439 و یا یکی از استانداردهای بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۳-۹ استاندارد ساخت لوازم و وسایل داخل تابلوهای فشار ضعیف

لوازم و وسایل داخل تابلوهای فرمان بر کنترل فشار ضعیف سوار شده در کارخانه باید برابر استانداردهای تعیین شده زیر یا یکی از استانداردهای مشابه بین‌المللی طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد:

- شیشه‌های مسی برابر استاندارد VDE 0201 و شیشه‌های آلومینیومی برابر استاندارد VDE 0202 .

- کلیدهای خودکار فشار ضعیف برابر استاندارد 2 و IEC 157-1

- کنتاکتورهای فشار ضعیف برابر استانداردهای ملی ایران با شماره‌های ۳۱۷۹ و ۳۱۸۰ یا IEC 158-1 و IEC 158-1C .

کنتاکتورهایی که برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه در نظر گرفته می‌شود باید علاوه بر مقررات استانداردهای مزبور با مقررات و شرایط تعیین شده برای کلیدهای خودکار در استاندارد IEC 157-1 نیز مطابقت داشته باشد.

- روشهای علامت‌گذاری و شناسایی ترمینالهای کنتاکتورهای فشار ضعیف و رله‌های اضافه بار همراه آن برابر استاندارد ملی ایران با شماره ۳۱۸۱

- فیوزهای ولتاژ ضعیف برابر استانداردهای ملی ایران با شماره‌های ۳ و ۲ و ۱-۳۱۰۹ و ۳A و 3 و 2A و IEC 269-2 .

- ترانسفورماتورهای جریان برابر استاندارد IEC 185 .

سایر وسایل داخل تابلو مانند وسایل اعلام خطر، ترمینالها و غیره باید در صورت فقدان استاندارد ایرانی برابر مشخصات فنی یکی از استانداردهای معتبر جهانی و مورد

قبول دستگاه نظارت طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۴-۹ مشخصات فنی ساخت تابلوهای اصلی فشار ضعیف

۴-۹-۱- تابلوهای اصلی فشار ضعیف مورد استفاده در پست خصوصی باید از نوع ایستاده، تمام بسته و با اسکلت فلزی از آهن و پوشش از ورق فلزی با ضخامت حداقل دو میلیمتر بوده و به گونه‌ای ساخته شود که در برابر تنشهای مکانیکی وارده در شرایط عادی بهره‌برداری مقاوم باشد.

۴-۹-۲- انتخاب سطح مقطع شینه‌ها در مواردی که از شمشهای مسی یا آلومینیومی تخت استفاده می‌شود باید برابر جداول ۳-۵ و ۴-۵ از نشریه ۱-۱۱۰ (تجدید نظر اول) سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت فنی [۱] و در مواردی که از شینه‌های مسی یا آلومینیومی با مقاطع گرد (لوله‌ای) یا ناودانی استفاده می‌شود برابر جداول مندرج در جلد اول از نشریه "استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع" مصوب وزارت نیرو [۲۲] محاسبه و تعیین شود.

۴-۹-۳- ظرفیت الکتریکی شینه فازها نباید از صد و پنجاه درصد شدت جریان اسمی کلید اصلی تغذیه‌کننده تابلو کمتر باشد. سطح مقطع شینه‌های خنثی و اتصال زمین نباید از نصف سطح مقطع شینه فاز کمتر بوده و برای سراسر تابلو پیش‌بینی شود. شینه‌های فازها و خنثی باید روی مقره‌های اتکایی چینی یا صمغ مصنوعی نصب شود و شینه اتصال زمین باید به بدنه تابلو متصل گردد. نقطه اتصال شینه‌ها به یکدیگر و کلیدها به شینه‌ها باید قبل از اتصال کاملاً تمیز شده و در صورت امکان با یک لایه نقره‌ای پوشیده شود و سپس به وسیله پیچ و مهره و واشرهای مسی یا برنز محکم شود تا حداکثر هدایت الکتریکی بوجود آید. حداقل فاصله بین شینه‌ها باید از ۱۰ سانتیمتر کمتر نباشد. اتصال کابلها به شینه‌ها، کلیدها، فیوزها و غیره باید به وسیله کابلشو انجام شود.

۹-۴-۴- شینه‌ها باید با رنگ نسوز به ترتیب زیر رنگ‌آمیزی شود:

- فاز اول: به رنگ قرمز.

- فاز دوم: به رنگ زرد.

- فاز سوم: به رنگ آبی.

شینه‌های اتصال زمین و خنثی به رنگ سبز و زرد.

۹-۴-۵- در مواردی که پست برق سیلو در مناطقی با رطوبت و تغییر دمای زیاد باشد، باید اقدامات مناسبی با استفاده از تامین عبور هوا از داخل تابلو با گرمکن برای جلوگیری از تعرق زیان‌آور درون تابلو پیش‌بینی و به عمل آید.

۹-۴-۶- تجهیزات درون تابلو مانند کلید، کنتاکتور، وسایل اندازه‌گیری، فیوز، رله، واحد اعلام خطر، و غیره باید به نحوی نصب شود که از نظر تعمیر و نگهداری و یا تعویض به سهولت در دسترس باشد.

۹-۴-۷- سازنده تابلو باید ترمینالهای ویژه اتصال هادیهای مسی و آلومینیومی را مشخص نماید. این گونه ترمینالها باید به گونه‌ای ساخته شده باشد که فشار تماسی لازم و متناسب با جریان نامی و استقامت اتصال کوتاه دستگاه و مدار را تامین کند.

۹-۴-۸- کلیدها، وسایل اندازه‌گیری، و غیره که در تابلوها نصب می‌شود باید دارای شماره راهنما بوده و شماره خطوط محلی که تغذیه می‌شود روی آن نوشته شود، به علاوه اتصالات و وسایل اندازه‌گیری و سیستمهای کنترل و خطوط خارجی باید در روی صفحه ترمینال علامت‌گذاری شده انجام گیرد.

۹-۴-۹- وسایل اندازه‌گیری و چراغهای سیگنال و اعلام خطر، در صورتی که روی قسمت متحرک یا قابل برداشت تابلو نصب شده باشد کلیه سیمکشیهای مربوط باید با کابل یا سیم قابل انعطاف انجام شود.

۹-۴-۱۰- فواصل دستگاههایی که قسمتی از تابلو را تشکیل می‌دهد باید با فواصل داده شده در مشخصات مربوط به آن مطابقت کند. برای هادیهای برقدار و ترمینالها (مانند شینه‌ها، اتصالات بین دستگاهها و ...) فواصل هوایی و خزشی با فواصل مربوط به دستگاهی که بلافاصله به آن وصل می‌باشد، باید مطابقت داشته باشد.

۵-۹ اجزای داخلی تابلوهای اصلی

کلید ورودی (اصلی) تابلوهای اصلی پست خصوصی باید الزاماً از نوع خودکار (دیژنکتور کم روغن) بوده و کلیدهای توزیع فرعی، در صورتی که برای تغذیه به تابلوهای نیم اصلی یا فرعی سیستمهای روشنایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید از نوع کلید فیوز، و یا کلید گردان یا چاقویی با فیوز جداگانه باشد. در مواردی که بار متصله بیش از ۶۰ آمپر باشد، باید از ترانس جریان و آمپر متر مخصوص با ضریب مناسب استفاده شود.

۶-۹ روش نصب تابلوهای اصلی فشار ضعیف

تابلوهای اصلی فشار ضعیف پست خصوصی ممکن است بر حسب مورد به یکی از دو روش زیر نصب شود:

۹-۶-۱- نصب بر روی کانال

طول کانالی که تابلو بر روی آن مستقر می‌شود باید ۲۰ سانتیمتر کمتر از عرض مجموعه تابلو باشد و عرض آن، برای تابلوهای قابل دسترسی از جلو و چند خانه ۴۰ سانتیمتر و برای تابلوهای قابل دسترسی از پشت ۶۰ سانتیمتر، و عمق آن ۸۰ سانتیمتر خواهد بود. این کانال باید به کانالی که کابلهای ورودی و خروجی در آن ادامه می‌یابد مرتبط باشد. لبه کانال باید با آهن نبشی چهار سانتیمتر در چهار سانتیمتر مهار شود. برای جلوگیری از جمع شدن آب در داخل کانال، کف آن باید آبکش بوده و یا به یک سمت شیب داده شده و منتهی به کف شور و چاهک جذب آب شود.

۹-۶-۲- نصب بر روی اتاقک کابل

برای نصب تابلوهای مورد نظر بر روی اتاقک کابل باید یک دهانه به شکل مستطیل با ابعاد کف تابلو در سقف اتاقک مزبور احداث و تابلو بر روی آن نصب شود. طول دهانه مورد نظر باید ۲۰ سانتیمتر کمتر از عرض مجموعه تابلو باشد و عرض آن، برای تابلوهای قابل دسترسی از جلو و چندخانه‌ای، ۴۰ سانتیمتر و برای تابلوهای قابل دسترسی از پشت ۶۰ سانتیمتر خواهد بود. لبه دهانه باید با آهن نبشی چهار سانتیمتر در چهار سانتیمتر مهار شود.

۱۰- طبقه‌بندی سیستم تاسیسات برقی سیلو

سیستم تاسیسات برق سیلو به علت وجود غبارات سوزا در فضاهای مختلف آن بر اساس استانداردهای جهانی به عنوان محیط خطرزا طبقه‌بندی شده است. در این گونه محیطها، که غبارات سوزا به صورت توده یا ابر معلق در هوا، یا لایه‌های قابل اشتغال بر روی لوازم و تجهیزات برقی و جز آن وجود دارد، حرارت ناشی از مصرف انرژی در وسایل برقی و تجهیزات روشنایی و نیز جرقه ناشی از قطع و وصل اتصالات و کتاکت‌های مختلف در مدارهای الکتریکی و نیز بدنه‌های فلزی غیرحامل برق ممکن است باعث آتش‌سوزی و انفجار شود. بنابراین برای جلوگیری از انفجار و خسارت جانی و مالی لازم است در محیطهای خطرزای سیلو از وسایل و لوازم برقی خاصی همراه با شیوه‌های طراحی و اجرای ویژه که در استانداردها طبقه‌بندی و مشخص شده است استفاده شود.

۱-۱۰ استانداردهای طبقه‌بندی مناطق خطرزا، و لوازم و تجهیزات برقی مورد مصرف

طبقه‌بندی مناطق خطرزای سیلو، و لوازم، مصالح و تجهیزات برقی مورد استفاده در آن باید برابر استانداردهای زیر یا یکی از استانداردهای مشابه بین‌المللی انجام شود:

الف- طبقه‌بندی مناطق خطرزا برابر استانداردهای IEC 1241-2&3 :

- روشهای آزمون :

- روش تعیین حداقل حرارت اشتعال غبار (۱۹۹۴)

- روش تعیین حداقل حرارت اشتعال لایه‌های غبار (۱۹۹۳)

- روش تعیین حداقل انرژی اشتعال برای مخلوط غبار و هوا (۱۹۹۳)

ب- انتخاب، نصب و نگهداری تجهیزات برقی که به وسیله پوشش حفاظت می‌شود

برابر استاندارد BS 5345 یا BS 6467 Part 2(1988)

پ- انتخاب تجهیزاتی که مطابق استانداردهای BS 5501 یا BS 6941 ساخته شده

است برابر راهنمای استاندارد BS 7535.

ت- درجات حفاظت پوششها برابر استاندارد BS/EN 60529 (1992)

ث- مشخصات درجات حفاظت پوشش وسایل کلیدی و کنترل باولتاژ متناوب ۱۰۰۰

ولت و ولتاژ مستقیم ۱۲۰۰ ولت برابر استاندارد BS/EN 60947-1 (1992)

ج- شرایط عمومی ماشینهای دوار- درجات حفاظت پوششها برابر استاندارد

EN 60034 یا BS 4999

چ- شرایط عمومی وسایل برقی برابر استاندارد BS/EN 50014 (1993)

۲-۱۰ طبقه‌بندی محیطهای خطرزا با غبارات قابل انفجار (IEC 1241-3)

محیطهای خطرزا با غبارات سوزا بر اساس استاندارد IEC 1241-3 به شرح زیر

طبقه‌بندی شده است:

۱۰-۲-۱- منطقه ۲۰ (Zone 20): محیطی که در شرایط عادی کار، توده غبارات

سوزا با تراکم و مقدار کافی برای انفجار همراه با هوا، دائما" یا غالبا" بوجود آید، و یا

جایی که لایه‌های غبار به صورت غیرقابل کنترل با ضخامت زیاد قابل تشکیل باشد

مانند داخل دستگاههای فرایندی (سیکلونها، داخل کندوها و مخازن و مانند آن)

۱۰-۲-۲- منطقه ۲۱ (Zone 21): محیطی که در شرایط عادی کار، وجود توده

غبارات سوزا با تراکم و مقدار کافی برای انفجار، همراه با هوا محتمل باشد، مانند محللهای تخلیه و اطراف دستگاههای پرکننده کیسه‌های آرد.

۳-۲-۱۰- منطقه ۲۲ (Zone 22): محیطی که غبارات سوزا، به شکل ابر، گهگاه ممکن است رخ دهد و فقط برای مدت کوتاهی باقی بماند یا این که لایه‌های غبارات سوزا موجب افزایش تراکم قابل انفجار غبارات مزبور همراه با هوا شود (اتمسفیر قابل انفجار)، مانند لایه‌های غبارات نفوذی اطراف دستگاهها که بر اثر تلاطم هوا یا تکان دادن اشیاء تبدیل به ابری از غبارات مزبور در فضا شود.

۳-۱۰ تجهیزات مورد استفاده در مناطق خطرزای سیلو

لوازم و تجهیزات برقی مورد مصرف در مناطق سه گانه طبقه‌بندی شده سیلو به شرح زیر خواهد بود:

۳-۱-۱۰- منطقه ۲۰

با توجه به این که در منطقه ۲۰ توده غبارات سوزا همواره یا غالباً وجود دارد و معمولاً منطقه‌ای با فرآیند غباری درون مخازن بسته می‌باشد، تاسیسات برقی فقط در صورتی باید در آن قرار داده شود که مطلقاً لازم و ضروری باشد. بنابراین در مواردی که استفاده از تجهیزات برقی در منطقه ۲۰ ضرورت داشته باشد کلیه مدارها باید از نوع خود ایمن بوده و محفظه تجهیزات مورد استفاده باید حداقل دارای درجه حفاظت IP6X باشد.

۳-۲-۱۰- منطقه ۲۱

تجهیزات برقی قابل قبول برای استفاده در منطقه ۲۱ به شرح زیر خواهد بود:
الف- تجهیزات مناسب برای منطقه ۲۰ معمولاً برای منطقه ۲۱ نیز قابل قبول است.
ب- تجهیزاتی که برابر استاندارد BS 6467, Part 1 ساخته شده و دارای محفظه‌ای با حداقل درجه حفاظت IP6X باشد.

- پ- تجهیزات درون روغن^۱ "O" با حداقل درجه حفاظت پوشش IP6X .
- ت- تجهیزات تحت فشار^۲ "P" با حداقل درجه حفاظت پوشش IP6X .
- ث- تجهیزات پر شده با پودر^۳ "q" با حداقل درجه حفاظت پوشش IP6X .
- ج- محفظه‌های ضد شعله^۴ "p" با حداقل درجه حفاظت پوشش IP6X .
- چ- تجهیزات دارای ایمنی اضافی^۵ "e" با حداقل درجه حفاظت پوشش IP6X .
- ح- مدارهای خود ایمن^۶ (گروههای "ia" و "ib") با حداقل درجه حفاظت پوشش IP6X
- خ- تجهیزات محصور در کپسول^۷ "m" ، در این مورد کپسول معادل پوشش حفاظتی IP6X به شمار می‌رود لیکن برای ترمینال روکار، محفظه پوششی با درجه حفاظت یاد شده لازم خواهد بود.

۱۰-۳-۳- منطقه ۲۲

در منطقه ۲۲ سیلو که حائز شرایط کمترین میزان ریسک از مناطق سه گانه خطرزای سیلو می‌باشد، تجهیزات برقی زیر ممکن است مورد استفاده قرار گیرد:

الف- تجهیزات مناسب برای منطقه ۲۰ یا ۲۱ طبعاً برای منطقه ۲۲ نیز قابل استفاده خواهد بود.

- ب- تجهیزاتی که برابر استاندارد BS 6467,Part 1 ساخته شده و دارای محفظه‌ای با حداقل درجه حفاظت IP5X باشد را می‌توان در این گونه مناطق به کار برد.
- پ- تجهیزات درون روغن "O" با حداقل درجه حفاظت پوشش IP5X .
- ت- تجهیزات تحت فشار "P" با حداقل درجه حفاظت پوشش IP5X .
- ث- تجهیزات پر شده با پودر "q" با حداقل درجه حفاظت پوشش IP5X .

-
- 1- Oil- immersed apparatus
 - 2- pressurized apparatus
 - 3- Powder- filled apparatus
 - 4- Flameproof enclosures
 - 5- Increased safety apparatus
 - 6- Intrinsically safe circuits
 - 7- Encapsulated apparatus

- ج- محفظه‌های ضد شعله "p" با حداقل درجه حفاظت پوشش IP5X.
- چ- تجهیزات دارای ایمنی اضافی "e" با حداقل درجه حفاظت پوشش IP5X.
- ح- مدارهای خود ایمن (گروههای "ia" و "ib") با حداقل درجه حفاظت پوشش IP5X.

۱۱- سیستم کابلکشی و لوله‌کشی در مناطق خطرزای سیلو

در طراحی و اجرای سیستم لوله‌کشی و کابل‌کشی مناطق طبقه‌بندی شده تاسیسات برقی سیلو باید علاوه بر ضوابط و مقررات عمومی لوله‌کشی و کابل‌کشی عادی ساختمانها، مشخصات و معیارهای مناطق خطرزا با غبارات سوزا نیز رعایت شود. برای انتخاب نوع کابل در مناطق خطرزا با غبار سوزا دو عامل دارای اهمیت ویژه است:

- الف- در نظر گرفتن تنشهای الکتریکی (ولتاژ، جریان و افزایش حرارت حاصله)
- ب- تناسب نوع کابل برای محیط مورد نظر (دما، سرما، رطوبت، مواد شیمیایی موجود در محیط و غیره)

۱-۱۱ منطقه ۲۰ (Zone 20)

۱-۱-۱۱-۱ سیستم کابلکشی

۱-۱-۱-۱-۱ در مواردی که در منطقه ۲۰ از مدارهای خود ایمن^۱ استفاده می‌شود، در کابل‌های چند هسته‌ای با بیش از یک مدار، هر مدار باید دارای پرده فلزی^۲ جداگانه باشد و بر اساس استاندارد BS/EN 60079 قطر هادی یا رشته‌های هادی نباید از ۰/۱ میلیمتر کمتر بوده و عایق‌بندی آن باید برای برق متناوب ۵۰۰ ولت موثر مناسب باشد. در این گونه موارد بلحاظ ضرورت مشخصات ظرفیتهای القایی و خازنی و تعیین موقعیت هادیها باید یک پوشش نهایی نیز بر روی کابل کشیده شود.

1- Intrinsically safe circuits

2- Screen

۱۱-۱-۱-۲- در موارد استثنایی که در منطقه ۲۰ از سیستم مدارهای خود ایمن استفاده نمی‌شود و کابلها و لوله‌ها حامل انرژیهای آتش‌زا است، مشخصات کابلها باید به گونه‌ای تعیین شود که خطر رهایی این گونه انرژی‌ها به خارج از کابل به حداقل ممکن برسد. توصیه‌های اساسی برای انتخاب کابلها در این گونه موارد به قرار زیر است:

الف- عایق‌بندی هسته‌های کابل باید از جنس ترموپلاستیک یا الاستومریک (یا جنس مشابه دیگری با همان خواص مانند کابل‌های عایق معدنی با غلاف فلزی) با پوشش کافی برای کاربری عادی صنعتی باشد.

ب- هسته‌های کابل همچنین باید به وسیله لایه‌ای از مواد مشابه عایق احاطه شود مگر این که کابل دارای عایق معدنی با پوشش کافی باشد.

پ- به منظور حفاظت در برابر صدمات و آسیبهای مکانیکی، کابلها باید دارای پوششی از سیم یا نوار فولادی بر روی لایه زیرین باشد (به استثنای مواردی همچون کابل‌های عایق معدنی با غلاف یکپارچه فلزی)

ت- به منظور حفاظت کابلها در برابر عوامل محیطی و اجتناب از خطای زمین به زره در طول کابل، تمامی کابلها باید دارای پوششی بر روی غلاف خارجی از مواردی مانند پلی وینیل کلراید (PVC)، یا پلی اتیلن کلردار گوگردی (CSP) یا پلی اتیلن کلردار (CPE)، و یا پلی کلروپیرین (PCP) باشد.

۱۱-۱-۲- سیستم لوله‌کشی

۱۱-۱-۲-۱- در مواردی که از مدارهای خود ایمن استفاده می‌شود لوله‌های حاوی هادیهای برق باید با استفاده از یک وسیله درزبندی به گونه‌ای مسدود شود که غبارات سوزا از یک منطقه خطرزا به منطقه خطرزای دیگر یا به یک منطقه غیر خطرزا منتقل نشود و مضافاً هر مدار باید مجهز به یک پرده فلزی حفاظتی جداگانه باشد.

۱۱-۲-۱-۲- لوله‌های مورد استفاده برای سایر مدارها باید از نوع لوله‌های بدون درز یا درز جوش برابر استاندارد BS 4568 یا فلزی قابل انعطاف یا پلاستیکی با مقاومت مکانیکی سنگین و یک پوشش پلاستیکی نهایی برای به حداقل رساندن امکان آسیب و جلوگیری از ورود اتمسفر قابل انفجار به درون لوله، انتخاب شود. در این گونه سیستم‌های لوله‌کشی باید در محل خروج لوله از یک منطقه خطرزا و ورود به یک منطقه با خطرزایی کمتر یا منطقه بی‌خطر با استفاده از یک وسیله درزبندی (جعبه‌های درزبندی) به گونه‌ای مسدود شود که، غبارات سوزا از محیطی به محیط دیگر منتقل نشود.

۱۱-۲-۱-۳- به منظور جلوگیری از ورود اتمسفر قابل انفجار به درون لوله‌ها، بهتر است در صورت امکان لوله‌های برق با پودر یا گاز تحت فشار خنثی پر شود.

۲-۱۱ منطقه ۲۱ (Zone 21)

۱۱-۲-۱- سیستم کابلکشی

۱۱-۲-۱-۱- بر اساس استاندارد BS/EN 60079-14 کابل‌های مورد استفاده در صورتی که در کانال خاکی در ماسه دفن نشود از نظر انتقال شعله باید با ضوابط مندرج در استاندارد IEC 332 Part 2 مطابقت نماید.

۱۱-۲-۱-۲- کابل‌های قابل استفاده برای مدارهای ناخود ایمن^۱

الف- کابل‌های مسلح با زره سیم یا نوار فولادی که برای منطقه ۲۰ توصیه شده است برای استفاده در منطقه ۲۱ نیز مناسب خواهد بود.

ب- استفاده از کابل‌های غیر مسلح برای تاسیساتی که از نظر صدمه و آسیب مکانیکی به کابل دارای شرایط عادی است به شرطی مجاز است که غلاف خارجی کابل برای نصب در تاسیسات صنعتی استاندارد مناسب باشد

پ- انواع کابل‌های قابل استفاده برای اتصال به دستگاه‌های دستی یا قابل حمل به قرار

زیر است:

- ۱- کابل‌های قابل انعطاف با غلاف لاستیکی سخت قابل استفاده در شرایط کار استاندارد یا سنگین.
- ۲- کابل‌های قابل انعطاف با غلاف پلی‌کلرو پیرین قابل استفاده در شرایط کار استاندارد یا سنگین
- ۳- کابل‌هایی که دارای ساختمان سبتر با شرایط مساوی فوق باشد.

۱۱-۲-۱-۳- کابل‌های قابل استفاده برای مدارهای خود ایمن

- الف- شرایط کابل‌های مورد استفاده در مدارهای خود ایمن در منطقه ۲۱ همانند منطقه ۲۰ می‌باشد لیکن در کابل‌های چند هسته‌ای نیاز به در نظر گرفتن جریان خطا بین مدارهای یاد شده نخواهد بود.
- ب- حداقل قطر رشته‌های هادی در منطقه ۲۱ نباید از ۰/۱ میلیمتر کمتر باشد. عایق هادیها باید حداقل معادل ۲ میلیمتر و از ماده پلی اتیلن یا پی-وی-سی بوده و در برابر ولتاژ آزمون ۵۰۰ ولت موثر استقامت داشته و در برابر تنشهای مکانیکی احتمالی حفاظت شود. این گونه کابلها باید در مدارهای خود ایمن با ولتاژ پیک کمتر از ۶۰ ولت (متناوب یا مستقیم) به کار برده شود.

۱۱-۲-۲- سیستم لوله‌کشی

شرایط لوله‌کشی در مدارهای خود ایمن و غیر خود ایمن لزوماً همانند سیستم لوله‌کشی در منطقه ۲۰ خواهد بود با این تفاوت که در مدارهای خود ایمن برای هسته‌های کابل به پرده‌های فلزی جداگانه نیاز نخواهد بود، لیکن برای حصول اطمینان از تعیین دقیق پارامترهای القایی و خازنی هادیها باید دارای یک پوشش نهایی باشد مگر این که حداکثر جدایی لازم در لوله‌ها قابل حصول باشد.

۱۱-۳ منطقه ۲۲ (Zone 22)

- ۱۱-۳-۱- سیستمهای لوله‌کشی و کابلیکشی مندرج در بندهای ۱۰-۱ و ۱۰-۲ (مناطق طبقه‌بندی شده ۲۰ و ۲۱) ممکن است برای منطقه ۲۲ نیز مورد استفاده قرار گیرد.

۱۱-۳-۲- با توجه به این که میزان ریسک در منطقه ۲۲ بسیار کمتر از مناطق ۲۰ و ۲۱ بوده و مضافاً این که طبقه‌بندی مزبور منوط به حذف غبارات آتش‌زا است کلیه کابلهایی که دارای پوشش نهایی از جنس پلاستیک یا الاستومریک یا معادل آن بوده و بعلاوه شعله را نیز انتقال ندهد (IEC 332 Part 1) ممکن است در این منطقه به کار برده شود.

□ ۱۲- سیستم برق اضطراری

۱-۱۲ کلیات

۱۲-۱-۱- به منظور تامین نیروی برق اضطراری سیلو در مواقع قطع جریان برق عادی شبکه سراسری یا خرابی ترانسفورماتورها باید یک یا چند مولد برق اضطراری از نوع دیزل - ژنراتور متناسب با قدرت برق مورد نیاز همراه با تابلو فرمان مربوط پیش‌بینی و در جوار سیستم برق عادی در ساختمان پست خصوصی در اتاق جداگانه نصب شود.

۱۲-۱-۲- دستگاه مورد نظر باید مستقل از سیستم نیروی برق اصلی (شبکه سراسری) عمل نموده و در عین حال بتوان آن را بدون هیچ مشکلی و با پایداری مطلق با برق اصلی به صورت موازی مورد استفاده قرار داد.

۱۲-۱-۳- ظرفیت و تعداد ژنراتورهای مورد نیاز سیلو باید با توجه به عوامل زیر انتخاب شود:

الف- تغذیه و تامین سیستمهایی که برای حفاظت از تندرستی و زندگی افراد ضرورت دارد مانند سیستمهای تهویه، ردیابی و اعلام حریق، روشنایی اضطراری، آسانسورها، پمپهای آتش‌نشانی، سیستمهای ارتباطی ایمنی و غیره.

ب- فعال بودن سیستم سیلو به گونه‌ای که به مراحل کار لطمه‌ای وارد نشود.

پ- ارتفاع منطقه نصب دیزل- ژنراتور از سطح دریا (به جدول ۲ رجوع شود)

ت- اقتصادی بودن انتخاب

۲-۱۲ استانداردها و مشخصات فنی مولدهای برق

۱۲-۲-۱- موتور دیزل

۱۲-۲-۱-۱- موتور دیزل یا با سوخت گازی باید بر طبق مشخصات مندرج در

استانداردهای ISO 3046 و DIN 6271 و DIN 6280 و BS 5514 یا یکی از

استانداردهای شناخته شده بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۱۲-۲-۱-۲- موتور دیزل باید از نوع زمینی^۱ چهار سیلندر یا بیشتر، از نوع V یا در

یک ردیف با سوخت رسانی از نوع انژکتوری مستقیم و مجهز به گاورنر هیدرولیکی،

مکانیکی، یا الکتریکی باشد.

۱۲-۲-۱-۳- موتور باید با توجه به مشخصات زیر و شرایط محیطی مورد نظر قابل

بهره‌برداری باشد:

الف- اضافه بار ۱۰ درصد برای یک ساعت در هر ۱۲ ساعت.

ب- ارتفاع از سطح دریا

پ- درجه حرارت محیط

ت- رطوبت نسبی

ث- سرعت (حداکثر) ۱۵۰۰ دور در دقیقه

ج- متوسط فشار موثر:

۱- در حالت طبیعی 85 Psi

۲- در حالت سوپرسارژ 135- 160 Psi

پارامترهای ب، پ و ت با توجه به شرایط محل نصب و بهره‌برداری دیزل-ژنراتور تعیین می‌شود.

۱۲-۲-۱-۴- موتور باید مجهز به سیستم استارت الکتریکی ۲۴۰ ولت با ظرفیت کافی (حداقل سه استارت پست سرهم و بدون شارژ) بوده و چرخ طیار در هر موقعیتی باشد بتوان موتور را روشن نمود.

۱۲-۲-۱-۵- تجهیزات جانبی موتور شامل باتریهای اسید-سرب همراه با راک باتری، کابلها و کابلشوها، و شارژر اتوماتیک ۲۲۰ ولت باید پیش‌بینی و تامین شود.

۱۲-۲-۱-۶- سیستم خنک کردن آب برای دستگاههای مولد برق با بار سبک باید از نوع رادیاتور و فن، که با تسمه پروانه کار می‌کند، و برای دستگاههای با بار سنگین باید از نوع مبدل حرارتی به انضمام لوله‌ها، و پمپهای مورد لزوم، انتخاب شود.

۱۲-۲-۱-۷- رادیاتور یا مبدل حرارتی، باید از نوع پردوام بوده و دارای ظرفیت خنک‌کنندگی کافی برای ۱۰ درصد اضافه بار موتور در حرارت ۴۰ درجه سانتیگراد باشد.

۱۲-۲-۱-۸- رادیاتور یا مبدل حرارتی مورد استفاده در مناطق گرمسیری باید از نوع مخصوص مناطق حاره بوده و برای کار در درجه حرارت محیطی ۵۰ درجه سانتیگراد ساخته شده باشد.

۱۲-۲-۱-۹- مشخصات فنی سایر قسمت‌های مختلف موتور شامل سیستم روغن، بدنه سیلندر، سرسیلندر، سوپاپها، میل‌لنگ، یاتاقان اصلی، پیستون، میل بادامک و غیره باید

برابر مشخصات و ضوابط ارائه شده در فصل نهم از نشریه ۱-۱۱۰ (تجدیدنظر اول) انتخاب شود.

۱۲-۲-۲- تابلو وسایل اندازه‌گیری موتور

۱۲-۲-۲-۱- تابلو وسایل اندازه‌گیری موتور شامل فشارسنج و حرارت سنج روغن حرارت سنج برای آب ورودی و خروجی از موتور، خلاء سنج محفظه میل لنگ، فشار سنج هوای ورودی به موتور، سرعت سنج موتور با پیش‌بینی لازم برای ارسال سیگنال به تابلو کنترل، حرارت سنج اگزوز موتور با سلکتور برای تعیین درجه حرارت خروجی از هر سیلندر و درجه حرارت ورودی و خروجی توربو شارژ و نیز پیش‌بینی لازم برای ارسال سیگنال به تابلو کنترل الکتریکی خواهد بود.

۱۲-۲-۲-۲- تابلو فوق باید از نوع بسته بوده و از ورق فولادی با ضخامت دو میلیمتر ساخته شده و وسایل سنجش به صورت توکار بر روی آن نصب و درکنار موتور دیزل بر روی یک پایه یا بر روی شاسی دیزل استقرار یابد.

۱۲-۲-۲-۳- طراحی تابلو باید به گونه‌ای باشد که دسترسی به وسایل داخل آن از پشت تابلو امکان‌پذیر بوده و سیمکشیها به سهولت انجام شود. در مواردی که اتصال سیمها به وسایل سنجش به طور مناسبی مقدور نباشد باید جعبه تقسیمی برای این منظور تعبیه شده و کلیه اتصالات در آن انجام و سپس به تابلو کنترل برده شود.

۱۲-۲-۲-۴- تمامی سیمکشیهای وسایل ایمنی، سیگنالها و غیره باید با استفاده از کابلها و لوله‌های قابل انعطاف و مقاوم در برابر نشت آب و روغن از واحدهای دیزل-ژنراتور به تابلو وسایل اندازه‌گیری موتور یا جعبه انتهایی کشیده شود. سیستم سیمکشی باید کدگذاری شده و در هر دو انتها دارای ترمینال باشد.

جدول ۳: راندمان کار ژنراتورهای دیزلی در دمای محیط (۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد)

در ارتفاعات مختلف از سطح دریا

درصد تغییرات توان و سوخت دیزلها بر حسب درجه حرارت هوای ورودی (سانتیگراد) در رطوبت ۶۰٪											ارتفاع از سطح دریا
۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	۰	
۸۹	۹۲	۹۵	۹۷	۱۰۰	۱۰۲	۱۰۳	۱۰۶	۱۰۸	۱۱۰	۱۱۱	۰
۸۸	۹۱	۹۳	۹۶	۹۸	۱۰۰	۱۰۲	۱۰۴	۱۰۶	۱۰۸	۱۱۰	۱۰۰
۸۷	۸۹	۹۲	۹۵	۹۷	۹۹	۱۰۱	۱۰۳	۱۰۵	۱۰۷	۱۰۸	۲۰۰
۸۵	۸۸	۹۱	۹۳	۹۶	۹۸	۱۰۰	۱۰۲	۱۰۴	۱۰۵	۱۰۷	۳۰۰
۸۴	۸۷	۹۰	۹۲	۹۴	۹۶	۹۸	۱۰۰	۱۰۲	۱۰۴	۱۰۶	۴۰۰
۸۳	۸۶	۸۸	۹۱	۹۳	۹۵	۹۷	۹۹	۱۰۱	۱۰۳	۱۰۴	۵۰۰
۸۲	۸۵	۸۷	۸۹	۹۲	۹۴	۹۶	۹۸	۹۹	۱۰۱	۱۰۳	۶۰۰
۸۰	۸۳	۸۶	۸۸	۹۰	۹۲	۹۴	۹۶	۹۸	۱۰۰	۱۰۱	۷۰۰
۷۹	۸۲	۸۵	۸۷	۸۹	۹۱	۹۳	۹۵	۹۷	۹۸	۱۰۰	۸۰۰
۷۸	۸۱	۸۳	۸۶	۸۸	۹۰	۹۲	۹۴	۹۵	۹۷	۹۹	۹۰۰
۷۷	۸۰	۸۲	۸۴	۸۷	۸۹	۹۰	۹۲	۹۴	۹۶	۹۷	۱۰۰۰
۷۶	۷۹	۸۱	۸۳	۸۵	۸۷	۸۹	۹۱	۹۳	۹۴	۹۶	۱۱۰۰
۷۴	۷۷	۸۰	۸۲	۸۴	۸۶	۸۸	۹۰	۹۱	۹۳	۹۵	۱۲۰۰
۷۳	۷۶	۷۹	۸۱	۸۳	۸۵	۸۷	۸۸	۹۰	۹۲	۹۳	۱۳۰۰
۷۲	۷۵	۷۷	۸۰	۸۲	۸۴	۸۶	۸۷	۸۹	۹۱	۹۲	۱۴۰۰
۷۱	۷۴	۷۶	۷۸	۸۱	۸۲	۸۴	۸۶	۸۸	۸۹	۹۱	۱۵۰۰
۷۰	۷۳	۷۵	۷۷	۷۹	۸۱	۸۳	۸۵	۸۶	۸۸	۹۰	۱۶۰۰
۶۹	۷۲	۷۴	۷۶	۷۸	۸۰	۸۲	۸۴	۸۵	۸۷	۸۸	۱۷۰۰
۶۷	۶۹	۷۳	۷۵	۷۷	۷۹	۸۱	۸۲	۸۴	۸۵	۸۷	۱۸۰۰
۶۷	۶۹	۷۲	۷۴	۷۶	۷۸	۸۰	۸۱	۸۳	۸۴	۸۶	۱۹۰۰
۶۶	۶۸	۷۱	۷۳	۷۵	۷۷	۷۸	۸۰	۸۲	۸۳	۸۵	۲۰۰۰
۶۵	۶۷	۷۰	۷۲	۷۴	۷۶	۷۷	۷۹	۸۱	۸۲	۸۴	۲۱۰۰
۶۳	۶۶	۶۸	۷۱	۷۳	۷۴	۷۶	۷۸	۷۹	۸۱	۸۲	۲۲۰۰
۶۲	۶۵	۶۷	۶۹	۷۱	۷۳	۷۵	۷۷	۷۸	۸۰	۸۱	۲۳۰۰
۶۱	۶۴	۶۶	۶۸	۷۰	۷۲	۷۴	۷۵	۷۷	۷۸	۸۰	۲۴۰۰
۶۰	۶۳	۶۵	۶۷	۶۹	۷۱	۷۳	۷۴	۷۶	۷۷	۷۹	۲۵۰۰
۵۹	۶۲	۶۴	۶۶	۶۸	۷۰	۷۲	۷۳	۷۵	۷۶	۷۸	۲۶۰۰
۵۸	۶۱	۶۳	۶۵	۶۷	۶۹	۷۱	۷۲	۷۴	۷۵	۷۶	۲۷۰۰
۵۷	۶۰	۶۲	۶۴	۶۶	۶۸	۷۰	۷۱	۷۳	۷۴	۷۵	۲۸۰۰
۵۶	۵۹	۶۱	۶۳	۶۵	۶۷	۶۸	۷۰	۷۱	۷۳	۷۴	۲۹۰۰
۵۵	۵۸	۶۰	۶۲	۶۴	۶۶	۶۷	۶۹	۷۰	۷۲	۷۳	۳۰۰۰

۱۲-۲-۳- سیستم سوخت

۱۲-۲-۳-۱- شرایط کلی

- الف- طراحی و ساخت مخازن سوخت مورد مصرف در موتور دیزل و همچنین نوع سوخت آن باید برابر مشخصات و ضوابط شرکت ملی نفت ایران باشد.
- ب- در مناطق سردسیر برای اجتناب از سخت شدن یا یخ زدن گازوئیل، سیستم سوخت باید مجهز به پیش گرمکنهای الکتریکی باشد.

۱۲-۲-۳-۲- منبع سوخت روزانه

- الف- منبع سوخت روزانه باید دارای ظرفیت اضافی برای حداقل ۸ ساعت کار دایم دستگاه در حال بار کامل بوده و به صورت کاملاً "محصور و حتی الامکان در ارتفاع بالاتر از دستگاه موتور نصب شده و مجهز به وسایل زیر باشد:
- وسایل اندازه‌گیری سطح مایع
 - لوله‌های انتقال مایع و اتصال به پمپ سوخت
 - صافیهای مناسب در مسیر انتقال سوخت قبل از پمپ سوخت
 - شیر تخلیه برای جلوگیری از تجمع فشار اضافی در داخل منبع
 - لوله‌های تهویه هوا
- ب- پمپهای سوخت موتور که به وسیله موتور کار خواهد کرد باید در کلیه شرایط مشخص شده دستگاه قابل استفاده باشد.

۱۲-۲-۳-۳- منبع سوخت ذخیره

- الف- برای ذخیره سوخت باید یک منبع ذخیره با ظرفیت سوخت حداقل ۱۵ شبانه‌روز کار، با کلیه لوازم مربوط مانند لوله و دریچه پر شدن، نشان دهنده سطح سوخت، لوله‌های تهویه هوا و انتقال مایع و غیره پیش‌بینی شود.
- ب- برای انتقال سوخت از منبع ذخیره به منبع روزانه علاوه بر پمپ برقی که به

طور خودکار عمل می‌کند باید امکان استفاده از پمپ دستی نیز وجود داشته باشد.
 پ- سطح خارجی منبع ذخیره باید برای نصب در داخل زمین به طور مناسب رنگ و حفاظت شود.

۱۲-۲-۴- ژنراتور

۱۲-۲-۴-۱- ژنراتور باید برابر یکی از استانداردهای شناخته شده بین‌المللی همچون IEC 34 ، BS 4999 ، BS 5000 یا VDE 0530 طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۱۲-۲-۴-۲- ژنراتور مورد استفاده باید از نوع سه فاز و دارای مشخصات زیر باشد:

ولتاژ خروجی زیر بار	۳۸۰/۲۲۰ ولت
فرکانس	۵۰ هرتز
ضریب قدرت	۰/۸ تاخیری
توان اسمی	برابر توان مورد نیاز
حداکثر درجه حرارت محیط	۵۰ درجه سانتیگراد
حداکثر درجه حرارت ژنراتور	۴۰ درجه سانتیگراد
اضافه بار	۱۰ درجه برای یکساعت در هر ۱۲ ساعت
حداکثر مقدار هارمونیک ۵ درصد	
فاصله زمانی اتصال کوتاه	۳ ثانیه

۱۲-۲-۴-۳- ژنراتور باید مجهز به رگولاتور ولتاژ تمام اتوماتیک با تنظیم ولتاژ $\pm 2/5$ درصد از حالت بدون بار تا بار کامل بوده و نیز دارای رگولاتور دستی با تنظیم ولتاژ ± 5 درصد باشد و در مواقع لزوم با ظرفیت استارت $1/5$ برابر جریان نامی باشد.

۱۲-۲-۴-۴- ژنراتور باید جریان بار کامل را به طور مداوم و تحت ولتاژ نامی و فرکانس نامی تامین نماید و در سرعت ۱۲۵ درصد سرعت نامی دارای کارکرد مطمئن و ایمن باشد. ایزولاسیون روتور^۱ باید از نوع کلاس F و استاتور^۲ از نوع کلاس B باشد.

۱۲-۲-۴-۵- سیم نول در ژنراتور باید مستقیماً^۱ به سیم اتصال زمین در تابلو کنترل متصل شود.

۱۲-۲-۵- تابلو کنترل الکتریکی

۱۲-۲-۵-۱- تابلو کنترل الکتریکی باید قابلیت راه‌اندازی کامل اتوماتیک سیستم دیزل-ژنراتور را در هنگام قطع برق اصلی و قطع آن در زمان بازگشت برق اصلی و نیز آماده به کار نگاه داشتن آن برای راه‌اندازی مجدد دارار باشد. تابلو مزبور همچنین باید امکان قطع و وصل دستی دیزل-ژنراتور را نیز در اختیار قرار دهد. دیزل-ژنراتور باید قبل از اتصال به بار به ولتاژ و سرعت مناسب رسیده باشد.

۱۲-۲-۵-۲- تابلو مزبور باید از ورق فولادی، نوع بسته، و ایستاده بوده و به گونه‌ای طراحی شده باشد که از دو طرف با تابلوهای مشابه قابل توسعه باشد.

۱۲-۲-۵-۳- تابلو به طور معمول باید مجهز به وسایل زیر باشد:

الف- شمش مسی ممتد برای جریان مورد نیاز.

ب- کلید اتوماتیک هوایی مجهز به رله‌های حرارتی بار اضافی و رله‌های مغناطیسی اتصال کوتاه.

پ- دستگاهها و ابزار اندازه‌گیری و ثبت مقادیر برای مولد برق بر حسب نیاز، مانند ترانسفورماتور جریان، آمپر متر، ولت متر، کیلو وات متر، دستگاه سنجش ضریب توان

1- Rotor

2- Stator

- و فرکانس سنج، کلید سلکتور ولت متر و آمپر متر، و چراغهای سیگنال.
- ت- تنظیم کننده ولتاژ رنوستای دستی و اتوماتیک.
- ث- دستگاههای اندازه گیری برای تحریک کننده بر حسب نیاز.
- ج- جعبه های انتهایی برای کابل های اصلی و فرمان.
- چ- شارژ کننده باطری و آمپر متر در صورت لزوم و نیز سیستم اعلام خبر.
- ح- سیمکشی و کلیدهای مورد نیاز برای موازی کردن دستگاههای مولد برق.

۱۲-۲-۶- مشخصات فنی اضافی برای مولدهای برق اضطراری

۱۲-۲-۶-۱- موتور باید مجهز به گرمکن اتوماتیک برای گرم کردن آب درون سیلندرهاى موتور تا حداقل ۶۰ درجه سانتیگراد و یا در مورد مجموعه دیزلهای بزرگ، گرمکن روغنی با گردش روغن گرم تحت فشار باشد.

۱۲-۲-۶-۲- سیستم راه اندازی مورد استفاده برای مولدهای برق اضطراری باید از نوع خودکار باشد ولی امکان راه اندازی دستی نیز برای موارد لزوم یا هنگام آزمایش سیستم باید پیش بینی شود.

۱۲-۲-۶-۳- به منظور پیشگیری از شروع به کار نابهنگام مولد برق اضطراری به طور اتوماتیک در مواقعی که برق اصلی (برق شبکه) دایر می باشد باید یک سیستم حفاظتی که مانع عملکرد ترانسفر سویچ در اینگونه موارد شود در تابلو پیش بینی و نصب گردد.

۱۲-۲-۶-۴- تابلو کنترل که شامل ترانسفر سویچ و راه انداز اتوماتیک برای مولد برق اضطراری خواهد بود، باید در صورت روشن نشدن دستگاه مرحله استارت را سه بار تکرار و سپس به کلی متوقف و سیستم اعلام خطر را به کار اندازد.

۱۲-۲-۶-۵- سیستم استارت اتوماتیک باید در صورت قطع جریان برق اصلی با تاخیر زمان عمل کرده و پس از روشن شدن دستگاه در هر مرحله عمل استارت زدن را قطع کند.

۱۲-۲-۶-۶- رله کنترل فاز دستگاه باید به طریقی عمل کند که در موقع قطع جریان برق اصلی یا قطع هر یک از فازها و یا ضعیف شدن فازها به اندازه کمتر از ۸۵ درصد ولتاژ نامی، دستگاه را در مدت ۳ الی ۱۰ ثانیه به کار انداخته و خط اصلی را از مدار خارج کند.

۱۲-۲-۶-۷- رله کنترل ولتاژ باید پس از برگشت نیروی برق اصلی به میزان حداقل ۹۰٪ ولتاژ نامی یا بیشتر عمل کرده و مدار مصرف را پس از ۳ تا ۱۵ دقیقه تاخیر زمانی (قابل تنظیم) به برق اصلی (برق شبکه) منتقل کند. دیزل-ژنراتور پس از انتقال بار به برق شبکه باید برای مدت ۵ الی ۱۰ دقیقه بدون بار به کار ادامه داده و سپس به طور خودکار خاموش و برای شروع به کار مجدد در صورت قطع جریان برق اصلی آماده شود.

۱۲-۲-۷- دستگاه سنکرو نیزاسیون (همزمانی)

برای اتصال موازی مولدهای برق باید از دستگاه سنکرو و نیزاسیون (همزمانی) استفاده شود. این دستگاه شامل دو عدد ولت‌متر، فرکانس سنج دابل، سنکرونوسکوپ و دو عدد لامپ سنکرو نیزاسیون می‌باشد که باید طبق نقشه‌های مربوط سیمکشی و نصب شود.

۱۲-۳ اصول و روشهای نصب

۱۲-۳-۱- محل استقرار مولدهای برق اضطراری سیلو باید در جوار سیستم برق عادی در ساختمان پست خصوصی و در اتاق مجزا از سایر قسمت‌های پست مزبور انتخاب و نصب شود.

۱۲-۳-۲- در انتخاب محل نیروگاه اضطراری باید دقت کافی به عمل آید که از نظر ایجاد لرزش، دود و سر و صدا هیچ گونه اثر نامطلوبی بر سایر فعالیت‌های محل و محیط اطراف آن نداشته باشد.

۱۲-۳-۳- سیستم اگزوست موتور دیزل شامل لوله‌کشی و ایزولاسیون از موتور تا خارج ساختمان بوده و مجهز به تقلیل دهنده صدا، دریچه هوا و غیره خواهد بود. در صورت لزوم برای کاهش صدای اگزوست موتور باید از چاه استفاده شود. لوله دودکش در داخل ساختمان باید کاملاً با مواد عایق در برابر حرارت پوشانده شود.

۱۲-۳-۴- دودکش باید از لبه بام ساختمان محل استقرار آن بلندتر باشد به گونه‌ای که فاصله بین مرکز قاعده یک مخروط فرضی وارونه با محور قائم، که راس آن در نقطه خروج دود به فضای آزاد قرار دارد، و ساختمانهای مجاور (اعم از مسکونی، تجاری یا عمومی) حداقل ۵۰ متر باشد.

۱۲-۳-۵- به طور کلی فونداسیون مولدهای برق باید مستقل از پی ساختمان و مجهز به لرزه‌گیرهای مناسب محل استقرار باشد و آسیبی به پی‌های بنا نرساند.

۱۲-۳-۶- در مواردی که مولدهای برق با قدرت ۱۵۰ کیلو وات و بیشتر به کار می‌رود باید بر اساس نقشه‌های تفصیلی کارخانه سازنده از فونداسیون دو لایه استفاده شود. به عبارت دیگر، در این گونه موارد باید ابتدا اطراف فونداسیون اصلی، که مولد بر روی آن قرار می‌گیرد، کانالی به عرض ۵ سانتیمتر و عمق ۲۵ و ۷۵ سانتیمتر (بر حسب قدرت مولد) ایجاد و سپس فونداسیون دوم با عرض مناسبی ریخته شود.

۱۲-۳-۷- در طراحی و اجرای اتاق محل نصب دیزل-ژنراتور، هوای مورد نیاز برای مصرف مولد و خنک کردن آن با توجه به نوع سیستم باید محاسبه و در نظر گرفته شود.

۱۲-۳-۸- شرایط محل نصب مولدهای برق از نظر وجود و تجمع گرد و غبار باید مورد توجه و بررسی قرار گیرد تا موجب اختلال در کار موتور و ژنراتور نشود.

۹-۳-۱۲- انتخاب محل نصب مخزن سوخت ذخیره باید با توجه به راههای ارتباطی تانکر سوخت رسانی و اتصالات لازم بین نیزوگاه و منبع یاد شده انجام شود.

۱۰-۳-۱۲- در اطراف محل نصب مولدهای برق باید فضای کافی برای دسترسی به لوازم و تجهیزات مربوط به موتور و ژنراتور و انجام تعمیرات لازم پیش‌بینی شود.

۱۱-۳-۱۲- در محل نصب مولدهای برق باید جرثقیل سرویس متناسب با واحدهای نیروگاه پیش‌بینی و نصب شود.

۴-۱۲ آزمون و تحویل دستگاهها

۱-۴-۱۲- دستگاه کامل مولد برق باید تحت شرایط ارائه شده توسط کارخانه سازنده در حضور مراجع رسمی مورد آزمون قرار گرفته و گواهی لازم صادر و ضمیمه دستگاه به خریدار ارائه شود.

۲-۴-۱۲- دستگاه مولد پس از نصب در محل نیز باید حداقل برای مدت ۴۸ ساعت زیر بار کامل در حضور دستگاه نظارت مورد آزمون قرار گرفته و سپس گواهی لازم صادر شود.

۳-۴-۱۲- کلیه وسایل راه‌اندازی و آزمون در محل نصب باید از طرف پیمانکار تهیه و تامین شود.

□ ۱۳- سیستم کنترل سیلو

۱-۱۳ کلیات

۱-۱-۱۳- کنترل پیوستگی و تقدم و تاخر مراحل مختلف کار ماشین‌آلات سیلو در

فرایند توزین، تخلیه، انتقال، بوجاری، خشک کردن، غبارگیری، هوادهی و صدور گندم ممکن است با استفاده از روش نیمه اتوماتیک و یا با به کارگیری سیستم کامپیوتر انجام شود.

۱۳-۱-۲- در هر سیلو متناسب با شرایط طراحی، یک تابلو کنترل اصلی و یک تابلوی کنترل برای ماشین آلات قسمت صادرات باید در نظر گرفته شود. کلیه موتورها و دریچه‌ها به وسیله این دو تابلو قابل فرمان و کنترل خواهد بود. بدیهی است که تابلوی کنترل صادرات فقط ماشین آلات قسمت صادرات را کنترل خواهد نمود.

۱۳-۱-۳- در مسیر فرآیند گندم کلیه دستگاهها باتوجه به نوع کار باید به صورت هم قفلی (Interlock) روشن و خاموش شود و معمولاً "تعداد اندکی از موتورها بدون ارتباط با موتورهای دیگر قابل کنترل است. تمام فرامین کنترل و مراحل هم قفلی توسط رله‌های الکترومکانیکی انجام خواهد شد.

۱۳-۱-۴- تابلویی که برای اتاق کنترل در نظر گرفته می‌شود باید شامل دو قسمت به شرح زیر باشد:

- قسمت بالا یعنی میمیک پانل (mimicpanel) باید حاوی ترسیم نمودار فرآیند گندم و شماتیک کلیه موتورها و دریچه‌ها، قیف‌ها و کندوها بوده و لامپهایی که نمایانگر حالت هر موتور، شیر دورا، دریچه و ارتفاع سنج باشد بر روی آن استقرار داشته باشد.

- قسمت پایین باید به صورت یک میز طراحی شده و تمام کلیدها و دکمه‌های مربوط به راه‌اندازی موتورها و باز و بسته نمودن دریچه‌ها و همچنین کلیدهای مربوط به مدارهای اخطار وقوع عیب، روی آن تعبیه شود.

۱۳-۱-۵- چراغهایی که باید روی تابلو میمیک قرار گیرد عبارتند از:

- چراغهای نمایانگر روشن بودن موتورها
- چراغهای نمایانگر باز بودن دریچه‌های یک راهه
- چراغهای نشان دهنده پر شدن هر کندو یا قیف یا ستاره‌ای
- چراغهای نشان دهنده خالی شدن هر کندو یا قیف یا ستاره‌ای
- چراغهای نشان دهنده باز بودن دریچه‌های دو راهه به سمت چپ
- چراغهای نشان دهنده باز بودن دریچه‌های دو راهه به سمت راست
- در قسمت میز فرمان دکمه‌ها و کلیدهای زیر باید قرار داده شود:
- دکمه‌های فشاری برای باز و بسته نمودن دریچه‌ها
- کلیدهای چند حالتی برای انتخاب محل انتقال گندم (کندوها یا ستاره‌ای‌ها)
- کلیدهای مربوط به راه‌اندازی اولیه ماشین‌آلات
- دکمه‌های فشاری مربوط به سیستم‌های هشداردهنده

۱۳-۱-۶- لوازم و وسایل باید در قسمت پشت تابلوی کنترل نصب شود:

- تمام رله‌هایی که برای هم قفلی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- تمام تایمرهای مربوط به مدار کنترل
- تجهیزات مربوط به مدارهای راه‌اندازی، منبع تغذیه و چراغهای چشمک زن
- تمام فیوزهای مربوط به مدارهای کنترل
- بوق اخطار
- تمام ترمینالها و سوکت‌های مربوط به ارتباط تابلوی فرمان با سویچ بردها

۱۳-۱-۷- در مواردی که سیستم کنترل شامل رله‌ها، تایمرها و لامپهای مربوط به آن براساس سیستم برق ۱۱۰ ولت متناوب طراحی شده باشد، برق مورد نیاز آن باید توسط یک دستگاه ترانسفورماتور ۳۸۰/۱۱۰ ولت متناسب با قدرت مورد نیاز تامین شود.

۱۳-۱-۸- میز کنترل صادرات فقط روی ماشین‌آلات زیر کندوهای صادرات کنترل خواهد داشت، بنابراین تابلوی کنترل صادرات شامل نمودار کندوها، ماشین‌آلات و دریچه‌های زیرکندوها نیز می‌باشد.

وضعیت ماشین آلات صادرات باید روی تابلوی اصلی فرمان نیز منعکس شود.

۱۳-۱-۹- تابلوی کنترل درجه حرارت کندوها باید در اتاق کنترل مرکزی نصب شود به گونه‌ای که اپراتور در هر زمان بتواند از دمای داخل کندوها مطلع شود. در مواردی که سیستم حرارت سنجها به وسیله کامپیوتر کنترل می‌شود صفحه کامپیوتر نیز در این اتاق قرار می‌گیرد.

۱۳-۱-۱۰- تمامی موتورها علاوه بر کنترل مرکزی باید دارای تجهیزاتی برای کنترل در محل استقرار نیز باشد، بدین ترتیب که در نزدیکی محل استقرار موتور جعبه‌ای شامل یک کلید گردان با چند کنتاکت و یک دکمه فشاری قرار گیرد تا بتوان موتور را به طور جداگانه روشن و خاموش کرد. در کلیه موارد کنترل مرکزی بر کنترل محلی اولویت خواهد داشت.

۱۳-۱-۱۱- به منظور جلوگیری از راه‌اندازی موتورها از اتاق کنترل در هنگام تعمیرات و آسیب دیدن تعمیرکاران باید حفاظت کافی در نظر گرفته شود.

۱۳-۱-۱۲- مدار راه‌اندازی اولیه ماشین آلات

برای جلوگیری از راه‌اندازی نابهنگام موتورها و به منظور این که افراد مجاز بتوانند بهره‌برداری از سیستم برق داخل برج کار را آغاز نمایند باید یک مدار راه‌اندازی اولیه پیش‌بینی و طراحی شود. به کارگیری مدار راه‌اندازی اولیه باید همواره همراه با یک بوق اختطاری که در تمامی برج کار نراخته می‌شود باشد. نواختن بوق به تمام افراد گوشزد می‌کند که موتوری در حال روشن شدن است و این کار احتمال صدمه و آسیب دیدن افراد را به حداقل می‌رساند.

۱۳-۱-۱۳- کنترل محلی موتورها به مدار راه‌اندازی بستگی نخواهد داشت زیرا کنترل موتور از محل استقرار فقط در هنگام تعمیرات و یا آزمایش موتور صورت خواهد گرفت.

۲-۱۳- حفظتهای لازم در سیستم کنترل سیلو

۱۳-۲-۱- طراحی و اجرای سیستم حفاظتی سیلو باید با توجه به ضرورت و جنبه‌های اقتصادی آن انجام می‌شود.

۱۳-۲-۲- به طور کلی سیستمهای حفاظتی مورد نیاز در سیلوه‌ها به شرح زیر است:

- حفاظت موتورها توسط رله جریان اضافه بار از نوع بیمتال

- حفاظت موتورها توسط فیوز

- حفاظت مدار فرمان موتور توسط فیوز

- حفاظت موتورها توسط کلیدهای حدی^۱

- حفاظت موتورها توسط دستگاه کنترل سرعت

- حفاظت موتورها توسط کل سیستم هم قفلی

- حفاظت خطوط فرمان توسط کلیدهای مینیاتوری

۱۳-۲-۳- حفاظت موتورها توسط رله جریان اضافه بار از نوع بی متال به عنوان یک

روش آسان و اقتصادی برای مصون نگهداشتن سیم پیچ موتورها در برابر حرارت

زیادناشی از جریان بیش از حد باید در نظر گرفته شود. در هنگام کشیدن بار اضافی از

موتور مکانیزم دو فلزی رله حرارتی باید عمل نموده و علاوه بر قطع مدار قدرت،

مدار فرمان موتور را نیز قطع کند و سپس سیستم اخطار عمل کرده و اپراتور را از

وجود خطا مطلع نماید.

۱۳-۲-۴- موتورها و همچنین مدار فرمان آن باید در برابر اتصال کوتاه به وسیله

فیوزهای جداگانه حفاظت شود.

۱۳-۲-۵- شماری از موتورها و بویژه موتورهای مورد استفاده در نقاله‌ها، که در

1- Limit switch

معرض ضربه‌های ناشی از انباشته شدن گندم قرار دارد، باید توسط کلیدهای حدی محافظت شود، به گونه‌ای که در صورت عمل کردن، این سیستم موتور متوقف شده و به اپراتور نیز اخطار داده شود.

۱۳-۲-۶- به منظور حفاظت موتورها در برابر ازدیاد بار گندم یا هرگونه اصطکاک مکانیکی دیگر، باید از یک دستگاه کنترل سرعت دور موتور استفاده شود تا در هنگام کم شدن سرعت دور موتور عمل نموده و ضمن قطع مدار فرمان و توقف موتور، با ارسال یک اخطار مناسب اپراتور را نیز در اتاق فرمان مطلع نماید.

۱۳-۲-۷- تمامی مدارهای فرمان که با ولتاژ ۱۱۰ ولت کار می‌کنند باید به وسیله کلیدهای مینیاتوری حفاظت شود. بدین ترتیب تمامی مدارهای فرمان شامل موتورها، دریچه‌ها، رله‌ها و تایمرها محافظت می‌شود.

۱۳-۳ سیستم کنترل سطح گندم در کندوها و قیفها

۱۳-۳-۱- به منظور آگاهی اپراتور از وضعیت محل‌های مختلف، کلیه کندوها (اصلی و صادرات)، کندوهای فرعی، قیفها و ستاره‌ای‌ها باید دارای نشان‌دهنده‌های حد بالا باشد و جز قیفهای کوچک، تمام منابع ذکر شده باید دارای نشان‌دهنده‌های حد پایین باشد.

۱۳-۳-۲- هرکندو باید مجهز به یک مدار الکتریکی باشد به گونه‌ای که در هنگام پر شدن کندو بسته شده و اپراتور را در اتاق کنترل مطلع نماید.

۱۳-۳-۳- دستگاه ارتفاع سنج هر کندو باید به گونه‌ای تعبیه شود که سطح گندم به مقدار ۲ یا ۳ متر پایین‌تر از درب فوقانی کندو قرار گیرد تا در هنگام انجام عملیات ذخیره‌سازی اپراتور وقت لازم برای تعویض کندوی انتخاب شده به عنوان مقصد گندم را داشته باشد.

۴-۱۳ کنترل دریچه‌های یک طرفه و دو طرفه

۴-۱۳-۱- کنترل دریچه‌های یک طرفه و دو طرفه گندم در سیلوها باید از اتاق کنترل

مرکزی صورت گیرد.

۴-۱۳-۲- دریچه‌های صادرات باید از تابلوی صادرات قابل کنترل باشد. این

دریچه‌ها به علت این که در مواردی مسئله مخلوط نمودن گندم با کیفیت‌های متفاوت

پیش می‌آید مکانیزم متفاوتی با دیگر دریچه‌ها خواهد داشت و توسط یک موتور

القایی باز و بسته شده و از روی تابلو صادرات میزان باز بودن آن باید کاملاً قابل

کنترل باشد. همچنین تابلو کنترل صادرات باید مجهز به نشان‌دهنده‌هایی باشد که

حالت هر دریچه را در هر لحظه برای اپراتور مشخص سازد.

۵-۱۳ استقرار دکمه‌ها روی میز فرمان

به طور کلی باید سعی بر این باشد که محل نصب دکمه‌ها روی میز فرمان به گونه‌ای

باشد که هماهنگی لازم و کافی بین شماتیک روی تابلو کنترل با دکمه‌های مربوط

روی میز فرمان وجود داشته باشد. مثلاً اگر روی تابلو کنترل علامت نقاله CCI بالاتر

از علامت نقاله CC3 باشد، روی میز فرمان نیز همین مساله در مورد دکمه‌های مربوط

رعایت شود.

۶-۱۳ طرح میز فرمان

۶-۱۳-۱- طرح میز فرمان باید به گونه‌ای باشد که اپراتور اتاق فرمان با کمترین

تجربه بتواند با اطمینان کافی به راه‌اندازی هر دستگاه اقدام کند و تقدم و تاخر موتورها

و دستگاه‌های جنبی مثل دریچه‌ها در موقع روشن و خاموش شدن رعایت شود.

۶-۱۳-۲- استقرار دکمه‌ها با توجه به نوع عملیات روی گندم طبقه‌بندی شود.

۱۳-۶-۳- دکمه‌های مربوط به سیستم‌های اخطار و حفاظت باید در محل خاصی استقرار یابد.

۱۳-۶-۴- دکمه‌های مربوط به راه‌اندازی اولیه باید در محل جداگانه‌ای قرار گیرد.

۱۳-۶-۵- ارتباط بین دکمه‌های ماشین‌آلات و سایر وسایل باید با خطوط جهت‌دار و در جهت مخالف جریان گندم و به رنگهای مختلف برای جلوگیری از هرگونه اشتباه دید اپراتور ترسیم شود.

۱۳-۶-۶- نام هر وسیله باید روی دکمه‌های مربوط به آن نوشته شود.

۱۳-۶-۷- رنگهای انتخاب شده برای دکمه‌ها باید گویای عمل آن باشد.

۱۳-۶-۸- خطوط رابط بین کلیدها باید حداقل تلاقی با یکدیگر را داشته باشد.

۱۳-۶-۹- سعی شود تا حد امکان نام وسیله‌ای که بعد از دستگاه فعلی و در مسیر جریان گندم قرار می‌گیرد، روی دکمه‌های وسیله فعلی نوشته شود تا اطمینان زیادتری به اپراتور بدهد.

۱۳-۶-۱۰- میز فرمان باید بر اساس نوع ماشین‌آلات و نوع کار آن به نواحی مختلفی تقسیم شود.

۱۳-۷ انتخاب رنگ دکمه‌های میز فرمان

رنگ دکمه‌های میز فرمان به شرح زیر خواهد بود:

- شستیهای خاموش کردن (STOP) به رنگ قرمز.

- شستیهای روشن کردن (START) به رنگ سبز.

- کلیدهای مربوط به دریچه‌های یک راهه و دو راهه به رنگ سبز.
- کلیدهای محلی (LOCAL) روی میز کنترل به رنگ زرد.
- کلید کنترل برق راه‌اندازی تابلو صادرات به رنگ زرد.
- تمام شستیهای مربوط به سیستم حفاظت و اخطار به رنگ قرمز.
- تمامی کلیدهای مربوط به سیستم راه‌اندازی اولیه به رنگ سبز.

۸-۱۳ مدار فرمان نقاله‌های زنجیری

۱-۸-۱۳- هر نقاله زنجیری باید دارای هر دو نوع کنترل مرکزی و محلی باشد. هر نقاله باید در روی میز فرمان دارای تعدادی کلید باشد و وضعیت آن در هر لحظه توسط چراغهای روی میز و تابلو نمایش داده شود.

۲-۸-۱۳- حفاظت موتورهای این گونه نقاله‌ها باید توسط رله‌های حرارتی بی‌متال، کلیدهای حدی ضربه‌گیر، سیستم کنترل سرعت و سیستم هم قفلی صورت گیرد.

۳-۸-۱۳- ارتباط نقاله و سویچ بردها از طریق کابلهای قدرت و ارتباط دستگاه کنترل سرعت و کلیدهای حدی با تابلو فرمان از طریق کابلهای فرمان انجام خواهد شد. تابلو کنترل و تابلو سویچ برد نیز باید در ارتباط با یکدیگر باشد.

۴-۸-۱۳- هرگونه عیب در کار مدار کانویر باید توسط سیستمهای اخطار حس شده و به اپراتور گزارش شود تا تصمیم مقتضی گرفته شود.

۵-۸-۱۳- شمای مدار فرمان ساده یک نقاله زنجیری در شکل ۲ به عنوان نمونه آمده است. شرح حروف اختصاری مورد استفاده در شکل مزبور به قرار زیر است:

I مجموعه مدار هم قفلی (Interlocking) بکار رفته در کنترل نقاله زنجیری

LS رله کلید حدی

SP رله کنترل سرعت

T تایمر

CC بویین کنتاکتور

Y رله حرارتی بیمتال

۹-۱۳ مدار فرمان نقاله‌های (کانویبرهای) حلزونی

۱۳-۹-۱- شماری دکمه فشاری برای قطع و وصل مدار فرمان و تعدادی چراغ سیگنال برای مشخص نمودن وضعیت موتورهای نقاله حلزونی باید در روی میز کنترل در نظر گرفته شود به گونه‌ای که اپراتور در هر لحظه بتواند از شرایط موتور آگاه شود.

۱۳-۹-۲- یک مدار فرمان ساده برای نقاله‌های حلزونی در شکل ۳ به عنوان نمونه ارائه شده است. شرح حروف اختصاری مورد استفاده در شکل مزبور به قرار زیر است:

I مجموعه مدار هم قفلی

LS رله کلید حدی

Y رله حرارتی بی متال

SC بویین کنتاکتور موتور

L رله کمکی در فرمان حلزونی (SC)

۱۳-۱۰ مدار فرمان بالابرها (الواتورها)

۱۳-۱۰-۱- هر بالابر باید از طریق میز فرمان توسط دکمه‌های فشاری برای قطع و وصل و شماری چراغ سیگنال برای مشخص نمودن وضعیت آن تحت کنترل قرار گیرد. چون قدرت موتور الواتورها زیاد است میزان جریان مصرفی نیز باید با استفاده از یک دستگاه آمپر متر که در روی میز فرمان نصب می‌شود قابل کنترل باشد.

۱۳-۱۰-۲- برای حفاظت بالابرها باید از موارد حفاظتی زیر استفاده شود:

- حفاظت با استفاده از رله حرارتی بی متال

- حفاظت با استفاده از دستگاه کنترل سرعت

- حفاظت با استفاده از سیستم هم قفلی کل مدارهای فرمان

۱۳-۱۰-۳- در مواردی که آزمایش یا راه‌اندازی موقت مورد نظر باشد باید یک دستگاه موتور در محل نصب پیش‌بینی شود.

۱۳-۱۰-۴- یک مدار فرمان ساده برای بالابرها در شکل ۴ به عنوان نمونه ارائه شده است. شرح حروف اختصاری مورد استفاده در شکل مزبور به قرار زیر است:

Y رله حرارتی بی متال

EX بوبین کنتاکتور موتور آزمون

SP رله کنترل سرعت

T تایمر

E رله کمکی فرمان

I مجموعه سیستم هم قفلی در مدار الواتور

۱۳-۱۱ مدار فرمان الکها

۱۳-۱۱-۱- الکها، که در مسیر جریان گندم برای تمیز کردن آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید با استفاده از رله حرارتی بی متال و سیستم هم قفلی محافظت و کنترل شود. برای هر الک باید تعدادی دکمه روی میز فرمان و شماری چراغ سیگنال روی تابلو فرمان در نظر گرفته شود تا کار راه‌اندازی موتور الک و اطلاع رساندن به اپراتور انجام شود.

۱۳-۱۱-۲- کنترل موتور الک باید مثل اکثر موتورهای سیلو از اتاق کنترل مرکزی و همزمان از محل استقرار الک امکان‌پذیر باشد. در هنگام آزمایش موتور یا انجام تعمیرات از کنترل محلی استفاده می‌شود زیرا در این روش کنترل باید بدون استفاده از سیستم هم قفلی صورت گیرد.

۱۳-۱۱-۳- یک مدار فرمان ساده برای الکها در شکل ۵ به عنوان نمونه ارائه شده

است. شرح حروف اختصاری مورد استفاده در شکل مزبور به قرار زیر است:

Y رله حرارتی بی متال

PC بوبین کنتاکتور الک

L رله کمکی

I مجموعه سیستم هم قفلی

۱۳-۱۱-۴- مدار فرمان شن گیرها وجوگیرها مشابه مدار فرمان الکها خواهد بود و باید

حفاظت از آن توسط رله حرارتی بی متال و سیستم هم قفلی صورت پذیرد.

۱۳-۱۲ مدار فرمان سیکلونها

۱۳-۱۲-۱- سیکلون مورد استفاده در سیلوها عموماً از نظر برقی دارای دو موتور

وابسته به یکدیگر، یعنی موتور هشت پر سیکلون و موتور هواکش یا ونتیلاتور می باشد.

۱۳-۱۲-۲- هشت پر سیکلون باید هم از اتاق فرمان و هم از محل استقرار قابل

کنترل باشد و حفاظت آن از طریق رله حرارتی بی متال صورت گیرد در برخی موارد نیز علاوه بر بی متال باید توسط سیستم هم قفلی محافظت شود.

۱۳-۱۲-۳- هر سیکلون باید در روی میز فرمان دارای دکمه های قطع و وصل و در

روی تابلو فرمان دارای چراغهای سیگنال برای مشخص بودن وضعیت کار باشد.

۱۳-۱۲-۴- شماتیک یک مدار ساده فرمان هشت پر سیکلون در شکل ۶ به عنوان

نمونه ارائه شده است. شرح حروف اختصاری مورد استفاده در شکل مزبور به قرار زیر است:

Y رله حرارتی بی متال

CY بوبین کنتاکتور موتور هشت پر

L رله کمکی

FS کلید فیوز حفاظت مدار فرمان سیکلون

۱۳-۱۳ مدار فرمان فنهای هواکش

۱۳-۱۳-۱- فنهای هواکش که در ارتباط با سیکلونها و فیلترها مورد استفاده قرار می‌گیرد عموماً از نوع سه فاز با راه‌اندازی ستاره- مثلث می‌باشد. نظر به این که ظرفیت این موتورها زیاد است و نیاز به کویل راه‌اندازی کم در شروع کار دارد، باید از مدار ستاره- مثلث استفاده شود.

۱۳-۱۳-۲- حفاظت این گونه فن‌ها باید توسط رله حرارتی بی‌متال صورت پذیرد و برای راه‌اندازی استفاده از سیستم هم‌قفلی ضرورت نخواهد داشت.

۱۳-۱۳-۳- مدار ستاره - مثلث با تایمر و رله حرارتی بی‌متال باید در داخل سویچ برد و سایر اجزاء مدار فرمان باید در داخل میز کنترل نصب شود.

۱۳-۱۳-۴- برای هر فن باید در روی میز کنترل یک کلید قطع (STOP) و یک کلید راه‌اندازی (START) و یک کلید محلی (LOCAL) در محل استقرار همراه با چراغهای سیگنال مربوط در روی تابلو فرمان (برای آگاهی اپراتور از وضعیت فن) پیش‌بینی و نصب شود.

۱۳-۱۳-۵- کنترل فن باید هم از مرکز کنترل و هم از محل استقرار با اولویت مرکزی بر محلی قابل اعمال باشد.

۱۳-۱۳-۶- شمای یک مدار ساده فرمان یک هواکش در شکل ۷ به عنوان نمونه ارائه شده است. شرح حروف اختصاری مورد استفاده در شکل مزبور به قرار زیر است:

Y رله حرارتی بی متال

VE بوبین کنتاکتور اصلی

FS فیوز حفاظت مدار فرمان

TVE تایمر

۱۳-۱۴ مدار فرمان برای دریچه‌های یک راهه

۱۳-۱۴-۱- دریچه یک راهه همانند یک شیر الکتریکی است که با توجه به محل استقرار و پیچیدگی باید یک سیستم هم قفلی با سایر موتورهای مرتبط با آن طراحی و اجرا شود.

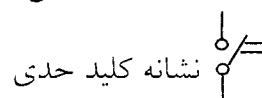
۱۳-۱۴-۲- هر دریچه برقی - بادی باید دارای چند کلید حدی برای نشان دادن حالات باز یا بسته بودن آن باشد.


۱۳-۱۴-۳- امکان کنترل دریچه‌ها علاوه بر میز فرمان باید در محل استقرار نیز موجود بوده و وضعیت آن در هر لحظه برای اپراتور در تابلو فرمان نشان داده شود.

۱۳-۱۴-۴- شمای ساده مدار فرمان یک دریچه بادی - برقی در شکل ۸ به عنوان نمونه ارائه شده است. شرح حروف اختصاری مورد استفاده در شکل مزبور به قرار زیر است:

PS کلید فرمان دریچه

رله PS رله کمکی دریچه



شیر برقی (سولنوئید) دریچه با نشانه  رسم شده است.

۱۳-۱۵ مدار فرمان دریچه دوطرفه

۱۳-۱۵-۱- دریچه‌های دو طرفه، که به عنوان یک دو راهی مسیر گندم را تعیین می‌کند، باید از اتاق فرمان توسط اپراتور قابل کنترل باشد. تمامی دریچه‌ها باید به صورت هم قفلی در ارتباط با یکدیگر کنترل و تنظیم شود. هر دریچه باید از اتاق کنترل و همچنین از محل استقرار قابل باز و بسته شدن به چپ و راست باشد.

۱۳-۱۵-۲- کلیدهای دریچه‌های دو طرفه باید به صورت هم قفلی عمل نمایند به گونه‌ای که اپراتور نتواند همزمان دریچه‌های سمت راست و چپ را با هم باز کند.

۱۳-۱۵-۳- وضعیت باز و بسته بودن دریچه‌ها باید به وسیله کلیدهای حدی در روی تابلو فرمان نشان داده شود.

۱۳-۱۵-۴- شمای ساده مدار فرمان یک دریچه دو طرفه در شکل ۹ به عنوان نمونه ارائه شده است.

۱۳-۱۶ مدار فرمان حد بالای گندم در کندوها، ستاره‌ای‌ها و قیفها

۱۳-۱۶-۱- برای تمام کندوها، ستاره‌ای‌ها و قیفها باید یک سیستم اخطار حد بالای گندم در نظر گرفته شود. با عملکرد این سیستم علاوه بر انجام عملیات حفاظتی، با روشن شدن یک سیگنال روی تابلو فرمان اپراتور از پر شدن کندو، ستاره‌ای یا قیفها مطلع می‌شود.

۱۳-۱۶-۲- تنها نشان‌دهنده‌های حد بالا در سیستم هم قفلی در ارتباط با سایر تجهیزات خواهد بود و نشان‌دهنده‌های حد پایین گندم فقط برای نشان دادن وضعیت خالی بودن کندوها، ستاره‌ای‌ها و یا قیفها خواهد بود.

۱۳-۱۶-۳- شمای یک مدار ساده فرمان نشان‌دهنده حد بالای گندم در شکل ۱۰ ارائه شده است که در آن دو رله بنام M و MX و یک لامپ سیگنال روی تابلو کنترل به کار رفته است. هر یک از دو رله نامبرده در مدار فرمان و سیستم هم قفلی نقش مخصوص به خود را ایفا می‌کند.

۱۳-۱۷ مدار فرمان کمپرسورها

۱۳-۱۷-۱- کمپرسورها، که برای تهیه هوای فشرده مورد لزوم برای دریچه‌ها و فیلترها به کار می‌رود، باید توسط رله حرارتی بی متال، فیوز و تابلوهای محلی حفاظت شود.

یادآوری:

در سیستم هم قفلی کمپرسورها همبندی نمی‌شود ولی به طور طبیعی خاموش بودن آن و عدم تولید هوای فشرده به ویژه برای دریچه‌ها مانع از کار سیستم هم قفلی می‌گردد.

۱۳-۱۷-۲- برای هر کمپرسور باید در روی میز فرمان یک کلید قطع (STOP) و یک کلید وصل (START) به منظور کنترل آن همراه با یک چراغ سیگنال در روی تابلو فرمان و یک کلید محلی در محل نصب به منظور انجام عملیات بازرسی و آزمایش پیش‌بینی و نصب شود.

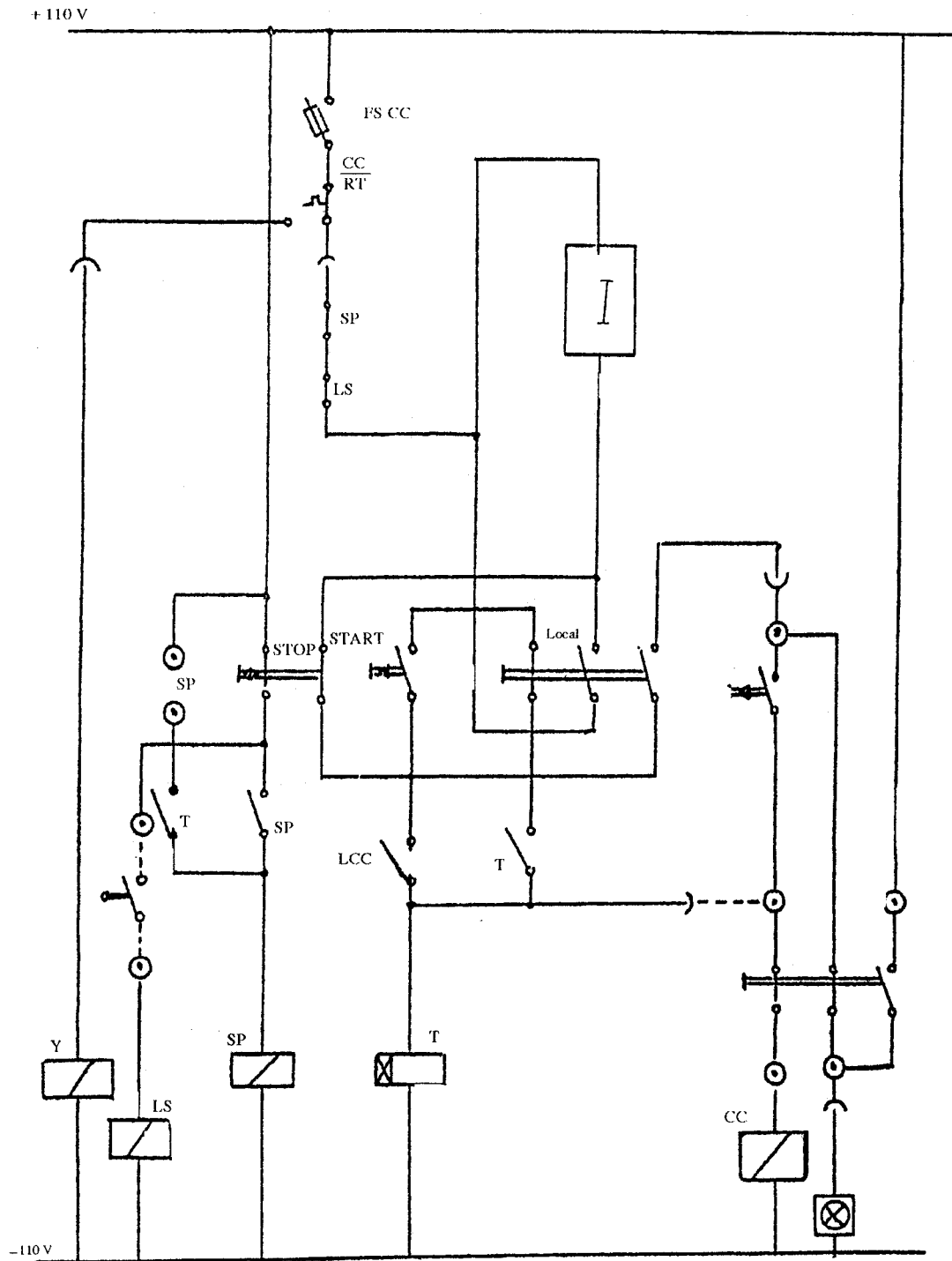
۱۳-۱۷-۳- شمای مدار فرمان یک کمپرسور در شکل ۱۱ به عنوان نمونه آمده است. شرح حروف اختصاری مورد مصرف در شکل یاد شده به قرار زیر است:

Y رله حرارتی بی متال

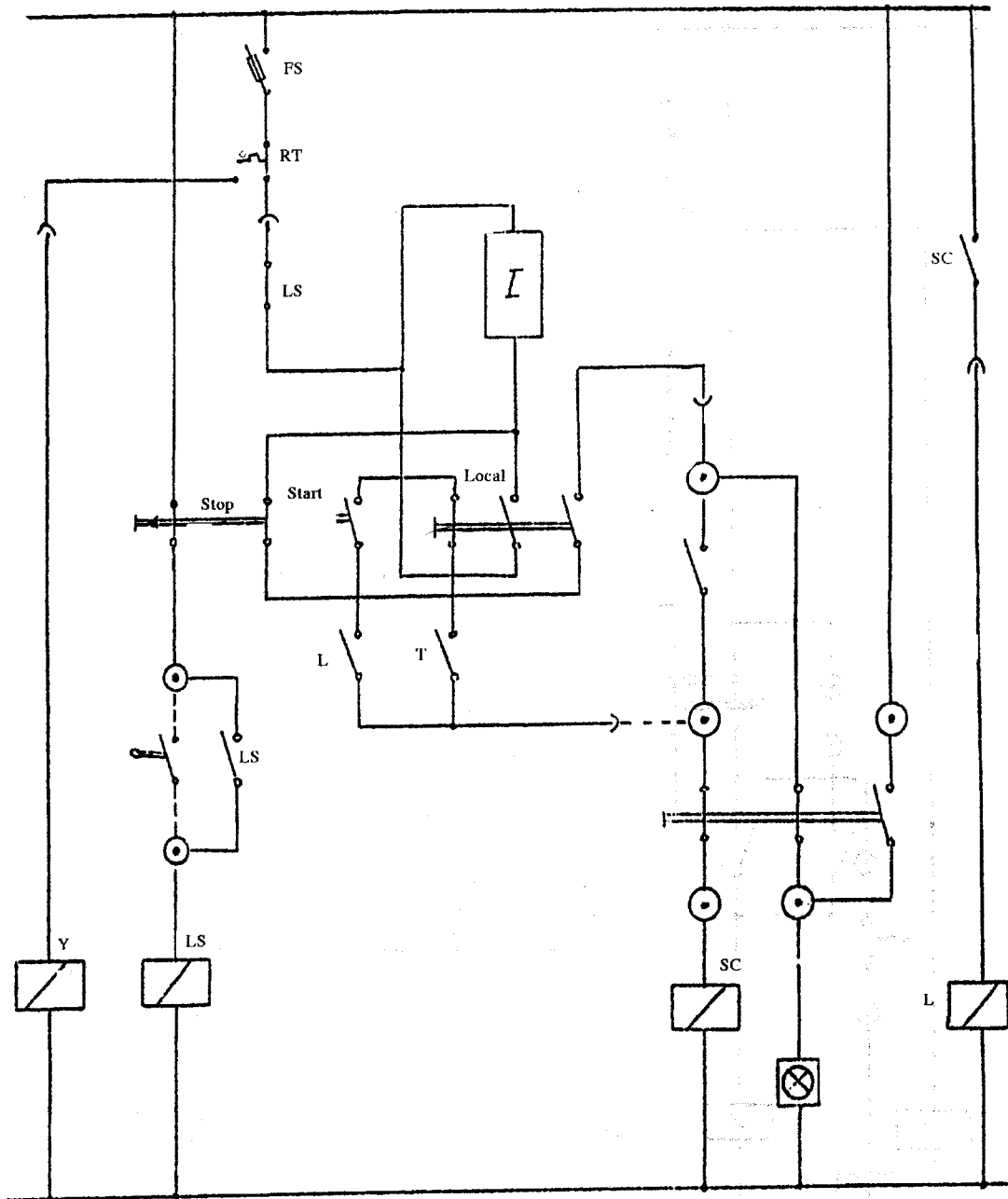
CO بوبین کتاکتور کمپرسور

L رله کمکی

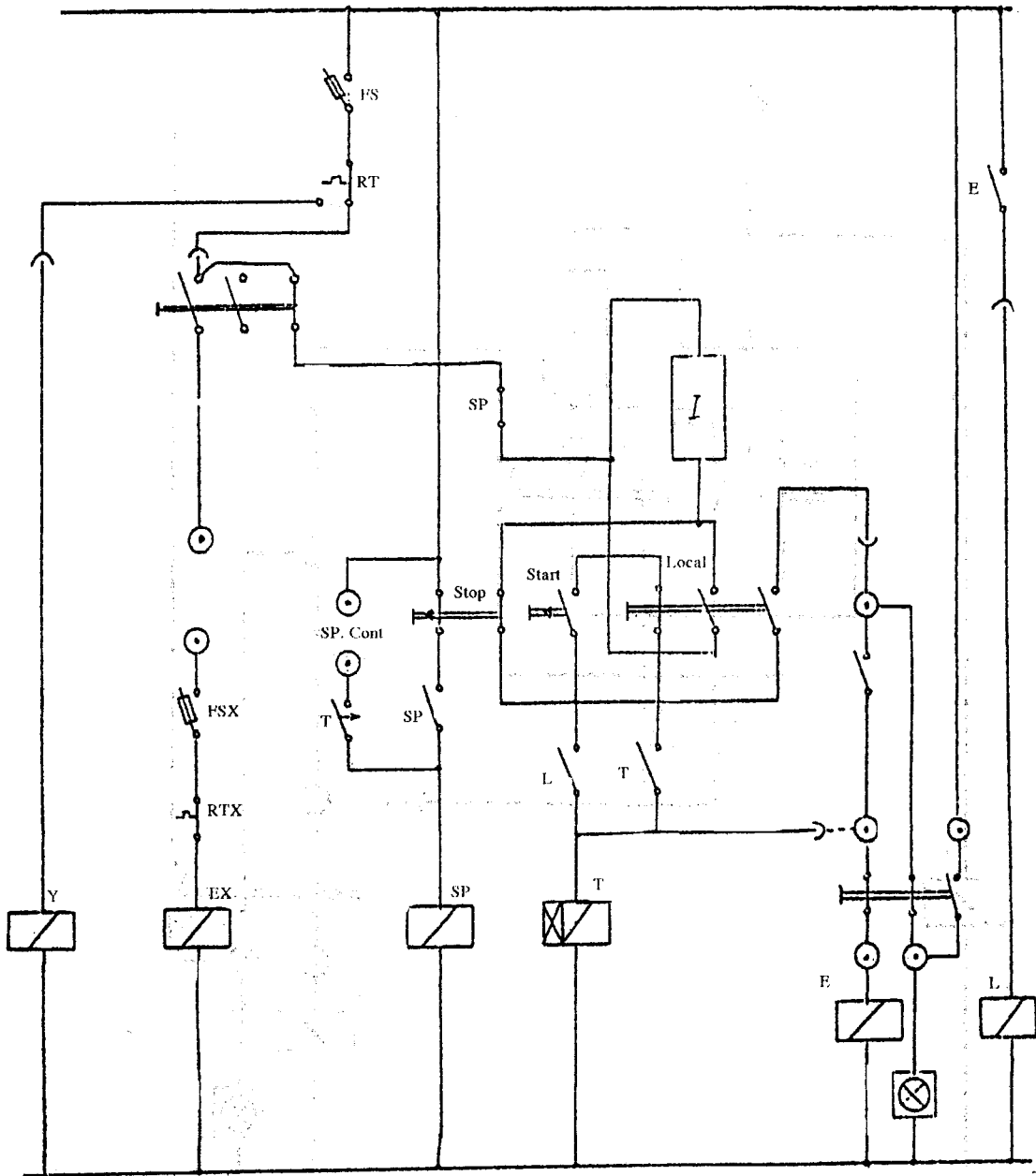
FS فیوز محافظ مدار فرمان



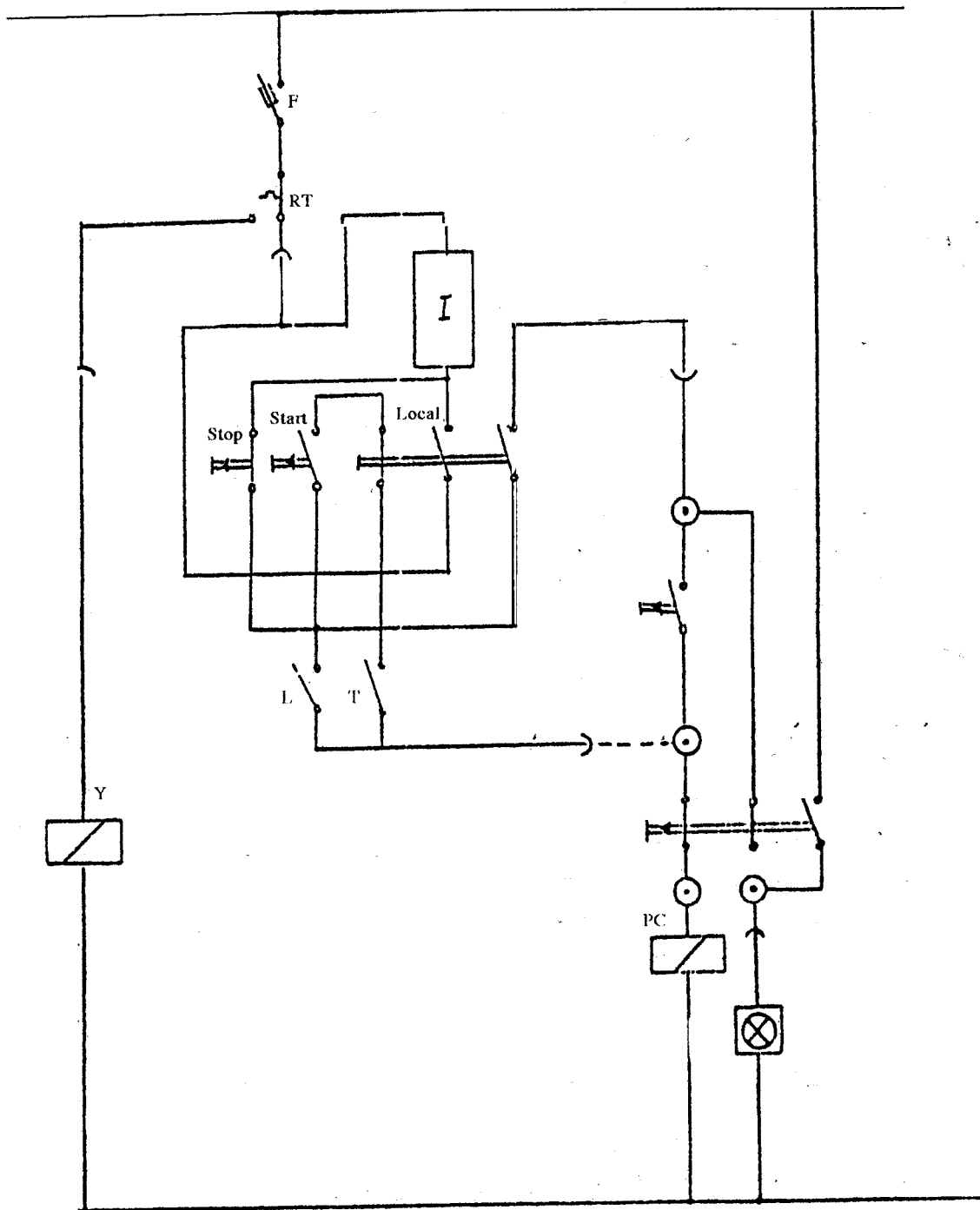
شکل ۲: شمای مدار فرمان ساده یک نقاله زنجیری



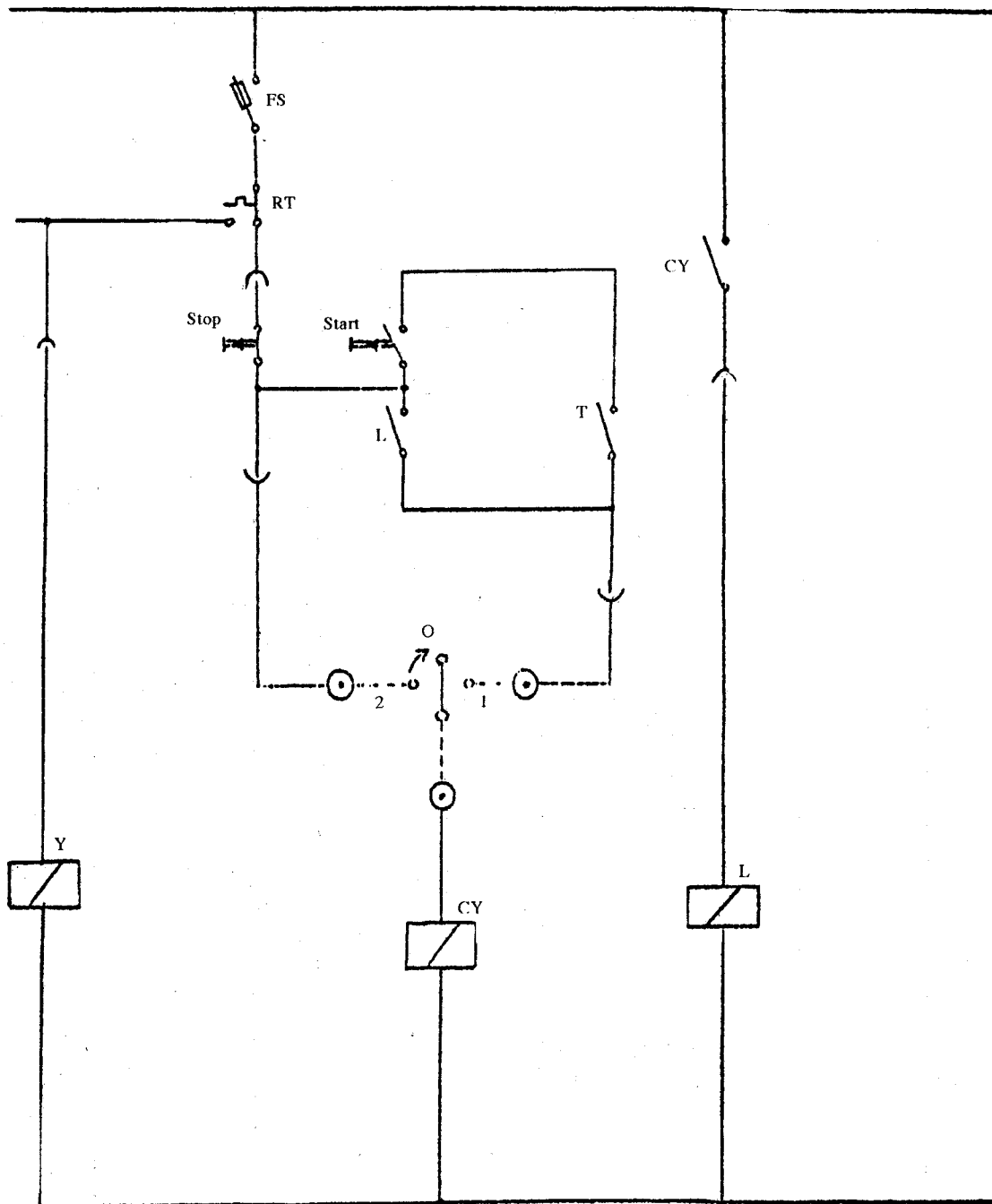
شکل ۳: شمای مدار فرمان ساده یک نقاله حلزونی



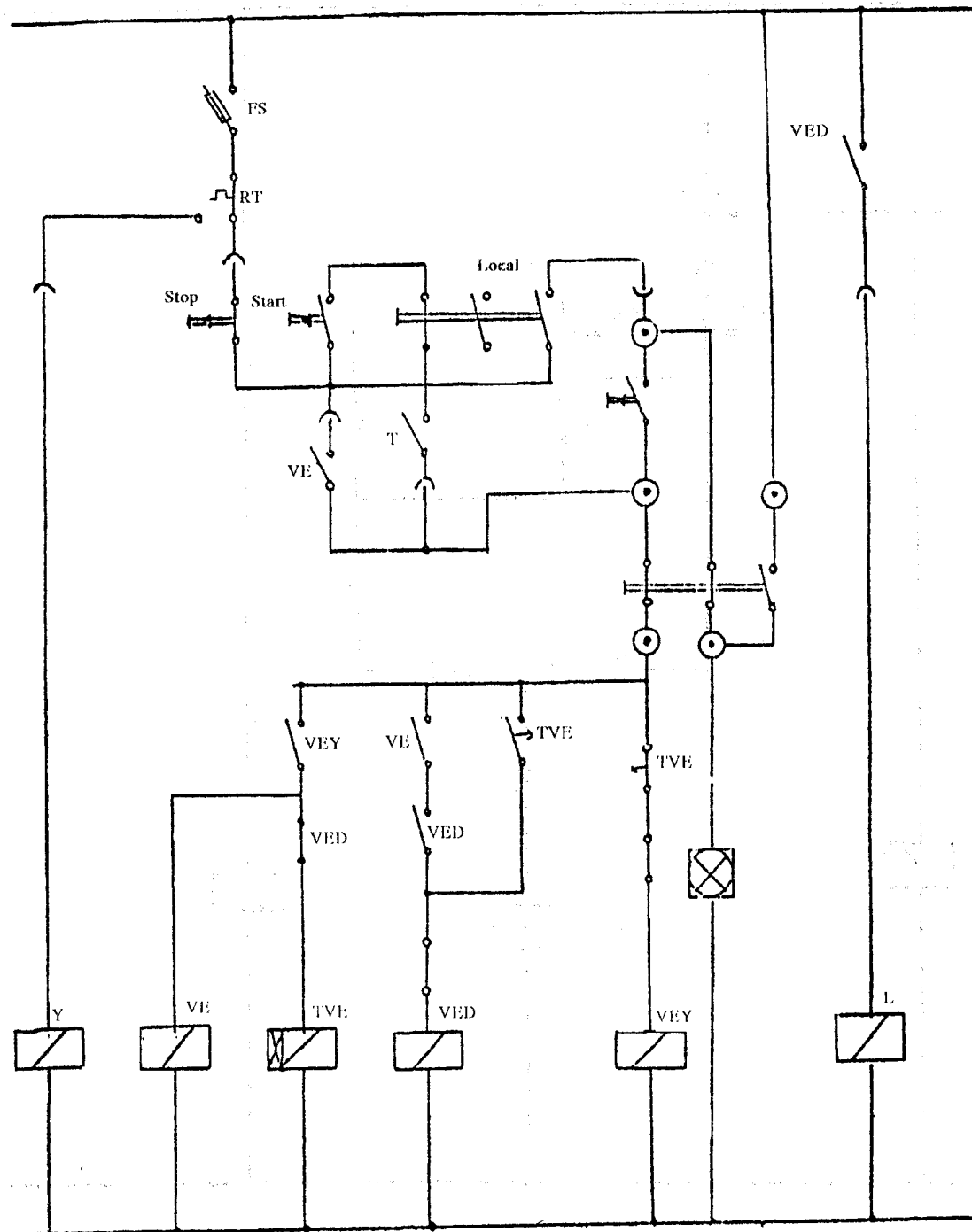
شکل ۴: شمای مدار فرمان ساده یک بالابر (الواتور)



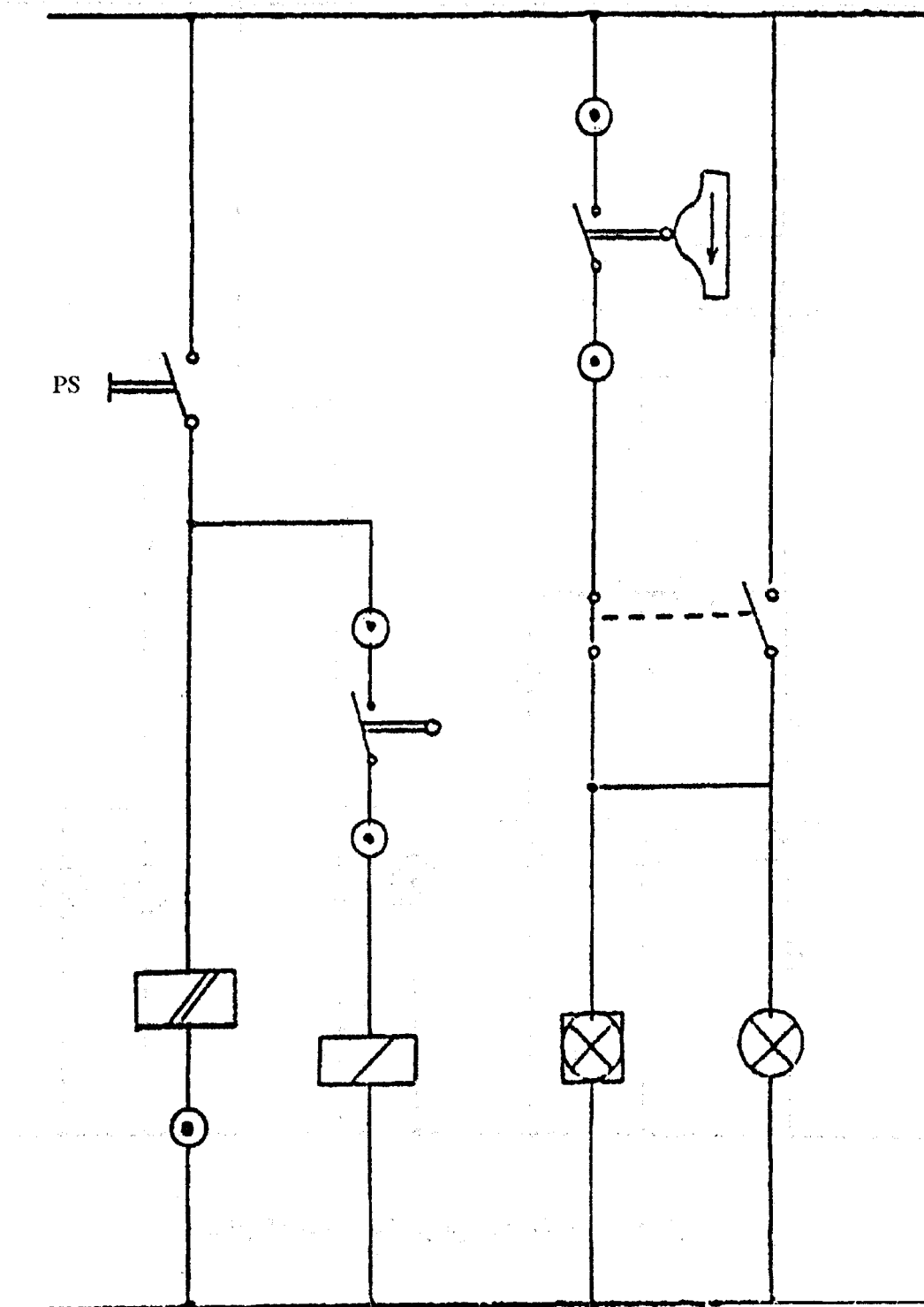
شکل ۵: شمای مدار فرمان ساده یک الک



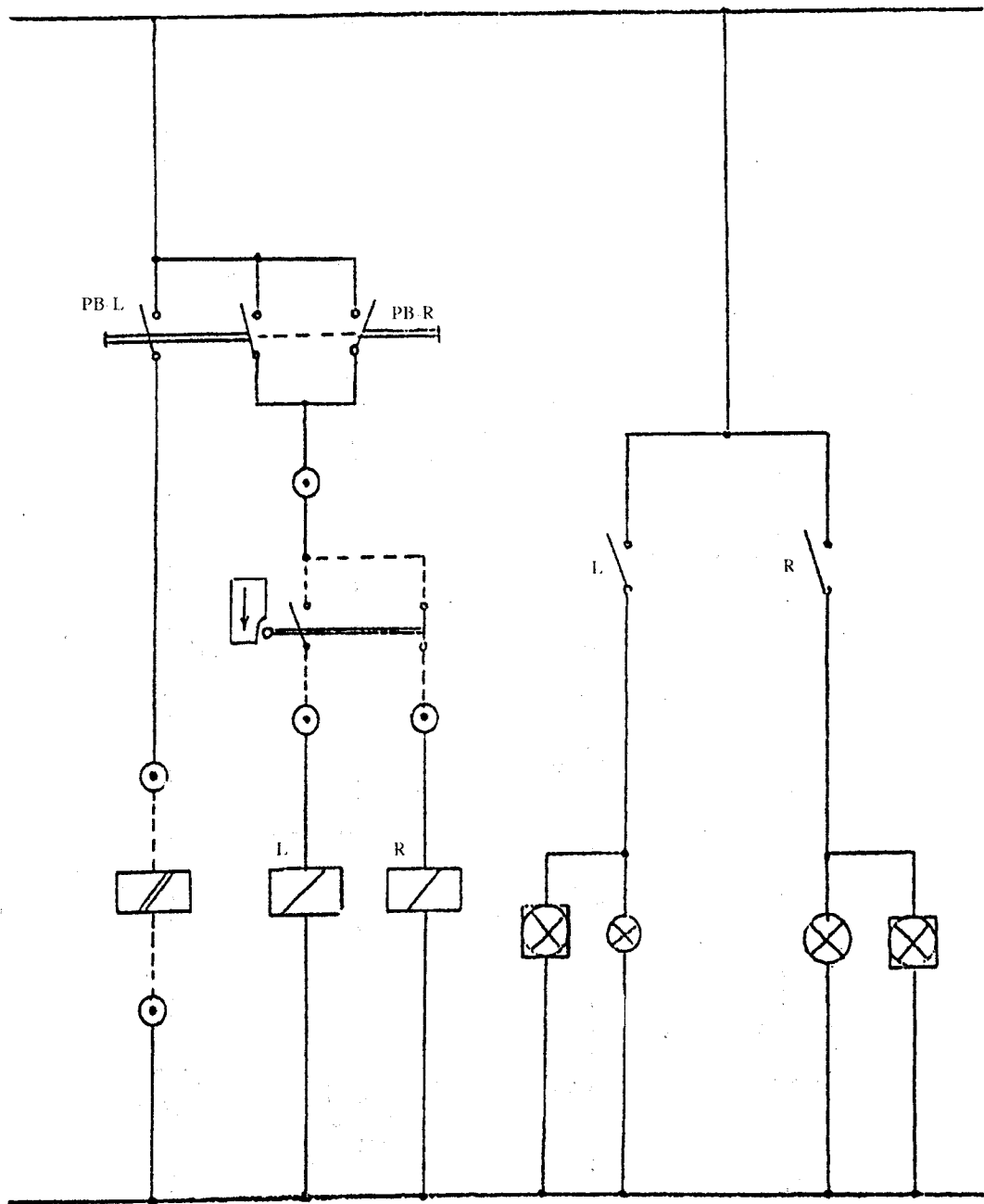
شکل ۶: شمای مدار فرمان ساده یک سیکلون هشت پر



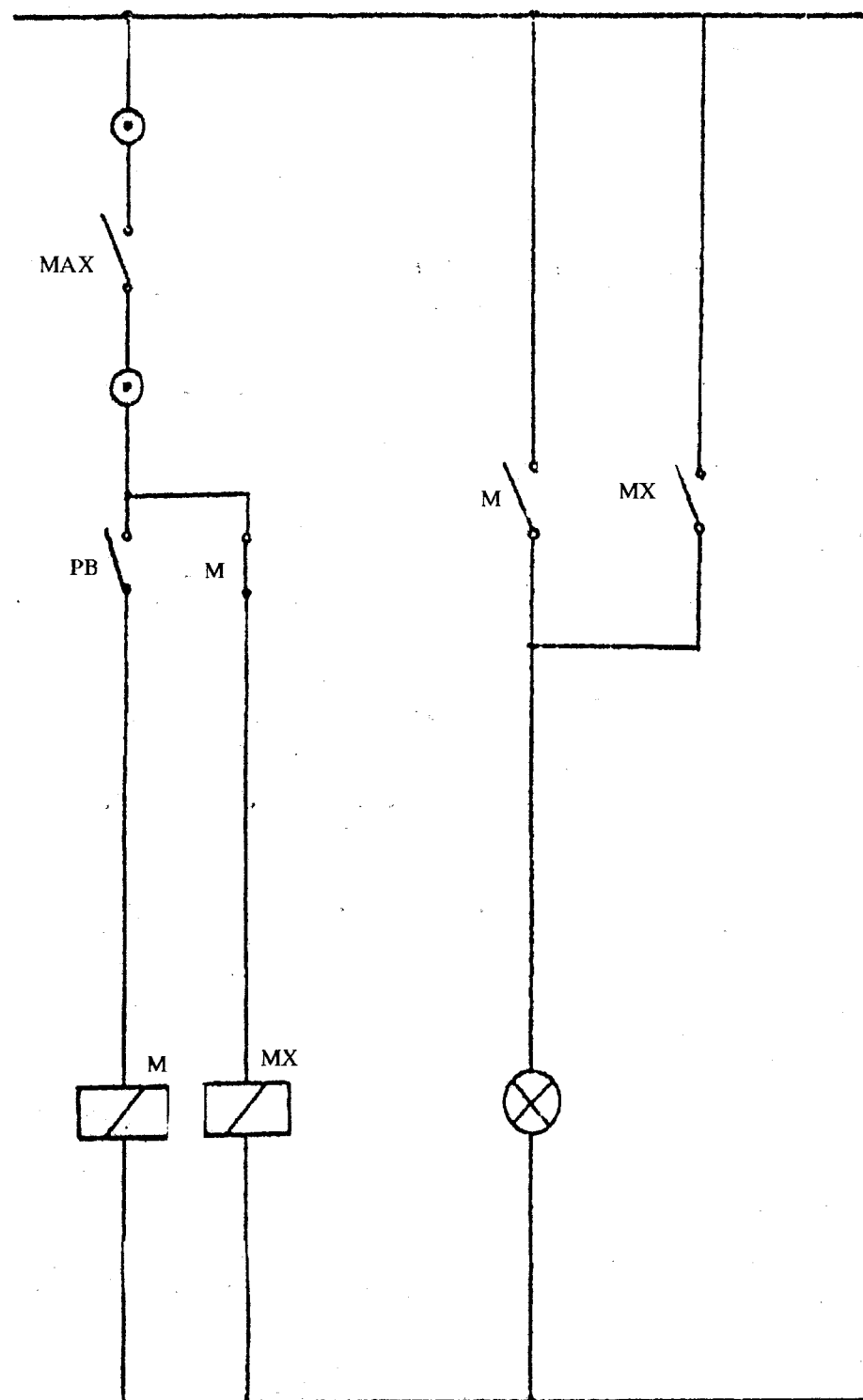
شکل ۷: شمای مدار فرمان ساده یک هواکش



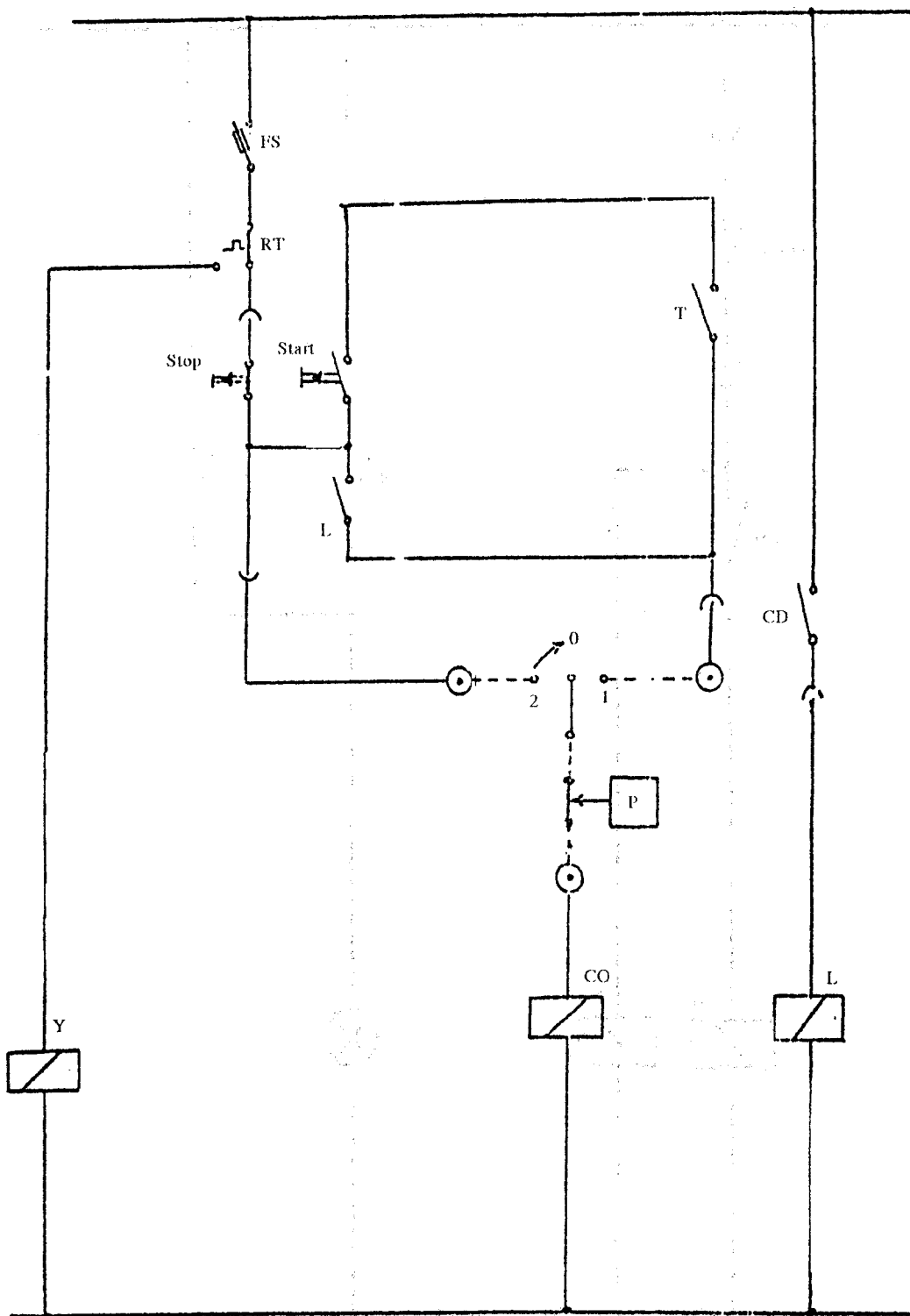
شکل ۸: شمای مدار فرمان ساده یک دریچه یک راهه



شکل ۹: شمای مدار فرمان ساده یک درجه دو طرفه



شکل ۱۰: شمای مدار فرمان ساده یک نشان دهنده حد بالای گندم



شکل ۱۱: شمای مدار فرمان ساده یک کمپرسور

□ ۱۴- سیستم حرارت سنج سیلو

۱-۱۴ کلیات

۱۴-۱-۱- به منظور سالم نگهداشتن گندم، هوادهی و ضدعفونی به موقع و جلوگیری از ضایعات ناشی از وجود حشرات و سایر عوامل مخرب در سیلوها، باید یک سیستم کنترل و گزارش میزان دما در کندوها پیش‌بینی و نصب شود.

۱۴-۱-۲- اندازه‌گیری درجه حرارت در کندوها ممکن است به کمک سنسورهای حرارتی از نوع ترمیستور ویا با استفاده از مدارهای مجتمع الکترونیکی مانند LM35 انجام شود. حساسیت این نوع سنسورها بهتر از ± 0.5 درجه سانتیگراد و محدوده عملکرد آن بین -80 تا $+150$ درجه سانتیگراد است.

۱۴-۱-۳- کنترل سیستم دماسنجهها در سیلوها ممکن است با استفاده از دستگاههای کامپیوتر انجام شود. این گونه دستگاهها توانایی خودآزمایی (SELF-TEST) داشته و قبل از اعلام درجه حرارت، اتصالات الکتریکی قسمتهای مختلف سیستم را مورد آزمون قرار می‌دهد.

۱۴-۱-۴- سیستم حرارت سنج باید برابر یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۲-۱۴ روش نصب و شمار دماسنجهها

۱۴-۲-۱- سنسورهای دماسنج باید در روی کابل‌های ویژه (به شرح بند ۱۴-۲-۲) نصب و در داخل کندوها آویزان شود. تعداد کابلها در هر کندو بستگی به قطر کندو دارد. شمار کابلها در هر کندو بر حسب قطر آن در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴: شمار کابلها بر حسب قطر کندو

تعداد کابل در مرکز کندو	تعداد کابل	قطر کندو (متر)
۱	۱	۶
۰	۳	۸
۰	۳	۱۰
۱	۴	۱۲
۱	۶	۱۴
۱	۷	۱۶
۱	۸	۱۸
۰	۱۱	۲۰
۰	۱۲	۲۲
۰	۱۳	۲۴
۱	۱۷	۲۶
۱	۱۹	۲۸
۰	۲۲	۳۰
۰	۲۹	۳۵
۱	۳۴	۴۰

۱۴-۲-۲- روکش یا غلاف کابلها باید دارای شرایط زیر باشد:

الف- جنس روکش باید از نوع پلی اتیلن با چگالی زیاد (HDPE) باشد.

ب- روکش باید در برابر سایش غلاته مقاوم باشد.

پ- غلاف باید دارای خاصیت ضد الکتریسیته ساکن بوده و در برابر چربیهای

خوراکی مقاوم باشد.

۱۴-۲-۳- شمار حرارت سنجها در روی هر کابل بستگی به درجه حرارت منطقه

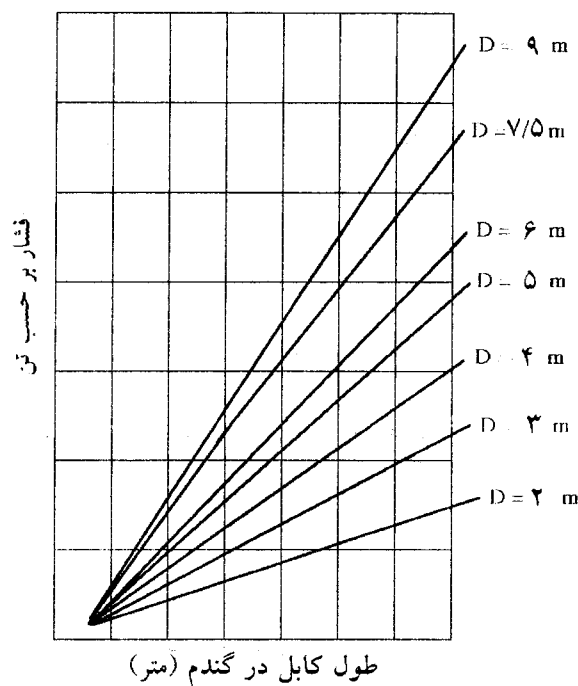
سیلو دارد، لیکن در هر صورت این فاصله نباید از پنج متر بیشتر باشد.

۱۴-۲-۴- کابلها نباید در محلی نصب شود که ریزش گندم به داخل کندو و یا تخلیه

گندم از کندو باعث صدمه و آسیب به آن شود.

۱۴-۲-۵- کابلها باید استقامت نگهداری باری را که فشار گندم بر آن وارد می‌کند داشته باشد. این فشار بستگی به قطر کندو و طول کابل دارد و در منحنیهای شکل ۱۲ ارائه شده است. در شکل یاد شده هر منحنی بر حسب قطر کندو رسم شده است.

۱۴-۲-۶- در صورتی که لازم باشد برای ثابت نگهداشتن کابل می‌توان انتهای قسمت پایین هر کابل را به کمک پیچ و مهره به کف کندو متصل و محکم کرد. بدیهی است که این نوع اتصال میزان باری را که کابلها به سقف کندو وارد می‌کند به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد که در محاسبات سازه‌ای باید در نظر گرفته شود.



شکل ۱۲: منحنی‌های فشار گندم در کندو بر حسب قطر کندو و طول کابل

۱۴-۳ سیستم کامپیوتر و کابلکشی مدارهای اندازه‌گیری دما

۱۴-۳-۱- سیستم کامپیوتر باید به گونه‌ای برنامه‌ریزی شده باشد که در هر لحظه درجه حرارت هر یک از سنسورها بر روی صفحه کامپیوتر قابل انتخاب و نمایش باشد. بنابراین سیمکشی کابلها و اتصال آن به کامپیوتر باید از طریق جعبه‌های تقسیم

صورت گیرد و برای این منظور باید یک کاسه در قسمت فوقانی هر یک از کابلها نصب و سرسیمها و برد الکترونیکی مربوط به هر کابل در آن قرار داده شود.

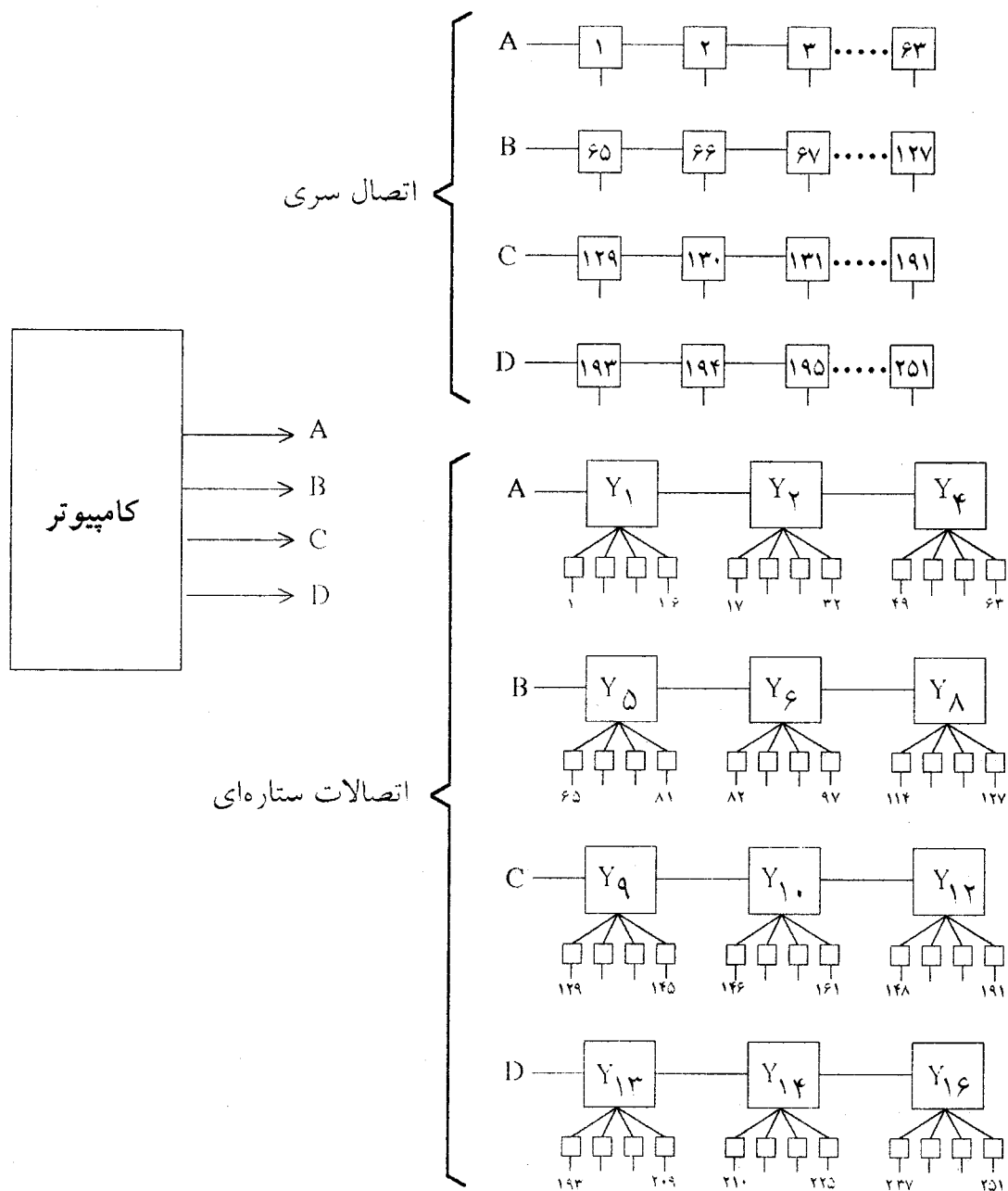
۱۴-۳-۲- هادیهای ارتباطی بین کابلهای حرارت سنج و مرکز جمع آوری اطلاعات باید از طریق لوله‌های فلزی به کاسه‌های مربوط به هر کابل وارد و یا از آن خارج شود.

۱۴-۳-۳- دو نمونه از سیستمهای اتصال بین کامپیوتر و جعبه‌های تقسیم و دماسنجها (اتصالهای سری و ستاره‌ای) در شکل ۱۳ ارائه شده است.

۱۴-۳-۴- سیستم نرم‌افزار کامپیوتر باید به گونه‌ای طراحی شده باشد که منحنی تغییرات دمای هر سنسور را برای ۲۴ ساعت، یکپهفته و یکماه به طور جداگانه رسم کند.

۱۴-۳-۵- سیستم کامپیوتر همچنین نباید به گونه‌ای باشد که در هر لحظه بتوان درجه حرارت سنسورها را چاپ نمود. یک نمونه از چاپ درجه حرارت سنسورها در شکل ۱۴ آمده است.

۱۴-۳-۶- سرعت خواندن درجه حرارت تمامی سنسورها نباید از سه تا هشت دقیقه تجاوز کند.



شکل ۱۳: نمونه‌های سیستم اتصال سری و ستاره‌ای بین کامپیوتر و جعبه‌های تقسیم و دماسنجها

SILO : 1	Sen1	Sen2	Sen3	Sen4	Sen5	Sen6	Sen7	Sen8	Sen9
CABLE A :	13	14	13	14	13	13	13	13	13
CABLE B :	15	15	15	14	14	14	14	14	13
CABLE C :	12	13	14	13	14	13	13	13	13

SILO : 2	Sen1	Sen2	Sen3	Sen4	Sen5	Sen6	Sen7	Sen8	Sen9
CABLE A :	17	16	16	16	16	16	16	15	15
CABLE B :	16	16	16	16	16	15	15	15	15
CABLE C :	16	17	15	16	16	16	15	15	15

SILO : 3	Sen1	Sen2	Sen3	Sen4	Sen5	Sen6	Sen7	Sen8	Sen9
CABLE A :	19	18	18	18	18	17	17	16	17
CABLE B :	19	18	18	18	17	18	17	17	17
CABLE C :	15	18	17	18	17	17	17	17	18

SILO : 4	Sen1	Sen2	Sen3	Sen4	Sen5	Sen6	Sen7	Sen8	Sen9
CABLE A :	16	16	15	15	14	14	13	14	13
CABLE B :	15	15	15	15	15	15	15	14	14
CABLE C :	15	15	15	15	15	15	15	15	14

شکل ۱۴: نمونه چاپ درجه حرارت سنسورها به وسیله چاپگر کامپیوتر

□ ۱۵ سیستم ارتفاع سنج سیلو

۱-۱۵ موارد کاربرد و محل نصب

برای موارد استفاده از ارتفاع سنجها و محل استقرار به بند ۱۳-۳ رجوع شود.

۲-۱۵ اساس کار ارتفاع سنجها

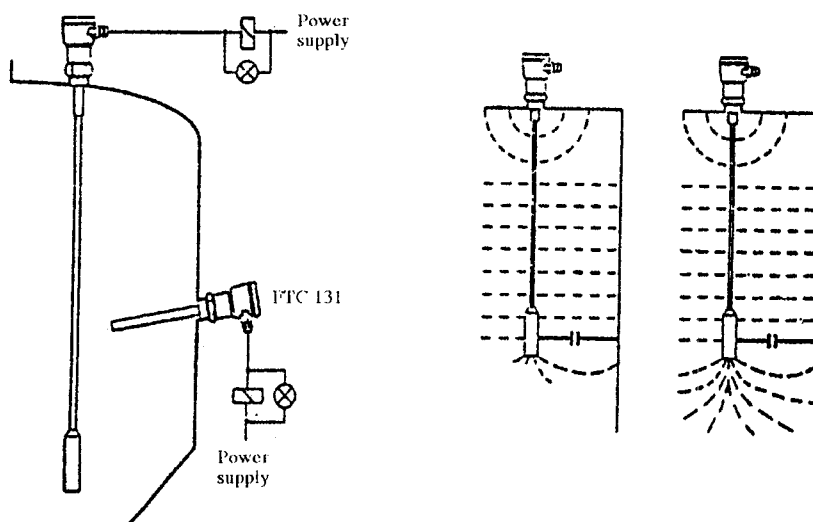
۱۵-۲-۱- یک ارتفاع سنج در واقع یک کلید حدی است و یکی از انواع مناسب آن که بر اساس تغییر مقدار خازن یک مدار الکترونیکی کار می کند نوع نوسان ساز الکترونیکی است.

۱۵-۲-۲- در یک نوسان ساز الکترونیکی مقدار فرکانس بستگی به مقدار خازن مدار دارد و وجود گندم در بین صفحات آن موجب تغییر فرکانس و تشخیص سطح گندم می شود. پر شدن گندم مقدار دی الکتریک (ε) خازن را زیاد نموده و باعث ازدیاد مقدار خازن و تغییر فرکانس نوسان ساز و در نتیجه عملکرد ارتفاع سنج می شود.

۱۵-۲-۳- شکل ۱۵ ساختمان یک نوع ارتفاع سنج را نشان می دهد. در این سیستم میله یا کابل ارتفاع سنج یکی از صفحات خازن را تشکیل می دهد و از بدنه کندو به جای صفحه دیگر استفاده می شود.

۱۵-۲-۴- در نوع دیگری از کلیدهای حدی که ممکن است در سیستم ارتفاع سنج به کار رود، خازن مدار در نوک یک کابل یا میله قرار دارد و هنگامی که گندم به نوک میله نزدیک می شود مدار الکترونیکی عمل نموده و پر شدن کندو را مشخص می نماید.

۱۵-۲-۵- با توجه به این که داخل کندوها، ستاره ای ها و قیفها در زمره مناطق مخاطره آمیز طبقه بندی شده محسوب می شود، به منظور جلوگیری از آتش سوزی و انفجار، خازن سیستم ارتفاع سنج باید با ولتاژ کم (حداکثر ۲۴ ولت) تغذیه شود (مدار دارای ایمنی ذاتی).



شکل ۱۵: نمونه ارتفاع سنجهای خازنی

۱۶ سیستم اتصال زمین سیلو

۱-۱۶ کلیات

به منظور ایمن سازی تاسیسات الکتریکی سیلو شامل حفاظت افراد در برابر برق گرفتگی و کار صحیح تاسیسات الکتریکی و نیز جلوگیری از آتش سوزی و انفجار باید یک سیستم اتصال زمین حفاظتی به شرح زیر طراحی و اجرا شود:

۱-۱-۱۶- روش حفاظت توصیه شده در استانداردها برای سیستم اتصال زمین سیلوها استفاده از سیستم TN-S می باشد. این سیستم دارای نقطه ای است که مستقیماً به زمین وصل است (نقطه خنثی N) و کلیه بدنه های هادی تاسیسات الکتریکی از طریق یک هادی حفاظتی جداگانه (PE) به این نقطه متصل می باشد.

۱-۱-۲- در اجرای این روش باید بدنه فلزی تابلوهای فشار متوسط و فشار ضعیف و ترانسفورماتورها را از طریق تسمه های مسی یا سیمهای تابیده مسی با مقطع مناسب بهم وصل نموده و سپس به شبکه اتصال زمین سیلو متصل نمود.

۱-۱-۳- برای شبکه اصلی اتصال زمین سیلو باید از میلگردهای بتن مسلح در پی ها

و شالوده‌هایی که نسبت به زمین عایق‌بندی نشده و حداقل عمق آن از سطح زمین یک متر باشد استفاده شود. در این گونه موارد سازه‌های فولادی سوار بر این نوع پی‌ها باید از طریق اتصال بولتهای نگهدارنده سازه یا با استفاده از کابل به میلگردهای بتن همبندی شود. استفاده از سازه‌های فولادی ساختمان به عنوان هادی اتصال زمین باید برنامه‌ریزی شده بوده و اتصالات مربوط با هم آهنگی و نظارت مجریان تاسیسات برقی پروژه صورت گیرد.

۱۶-۱-۴- در مواردی که استفاده از شبکه میلگردها کافی و یا مسیر نباشد باید شماری الکتروود مخصوص اتصال زمین، که تعداد آن بر حسب مقاومت الکتریکی زمین متفاوت خواهد بود، در اطراف ساختمان یا در منطقه‌ای که برای این منظور در نظر گرفته می‌شود، به ترتیبی که فاصله هر الکتروود و الکتروود بعدی از دو برابر طول الکتروود کمتر نباشد نصب شود، و سپس کلیه الکتروودها به وسیله سیم یا شمش مسی به یکدیگر متصل شود. در این گونه موارد برای کم کردن مقاومت اتصال زمین، در صورت امکان ممکن است از شبکه آرماتوربندی کف برج کار نیز استفاده شود. برای این منظور باید تعدادی هادی مسی تاییده شده را با اتصال جوش یا کلمپ پیچ و مهره‌ای به شبکه آرماتورهای کف متصل نموده و سپس به شمش اتصال زمین سویچ بردها ارتباط داده شود.

۲-۱۶ طراحی و اجرای سیستم اتصال زمین حفاظتی سیلو

در طراحی و اجرای سیستم اتصال زمین حفاظتی سیلوها باید کلیه ضوابط و استانداردهای مندرج در فصل پانزدهم از نشریه ۱-۱۱۰ (تجدید نظر اول) سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور فنی و همچنین بحث سیزدهم از مقررات ملی ساختمانی ایران، وزارت مسکن و شهرسازی، رعایت شود.

مراحل طراحی و اجرای سیستم اتصال زمین حفاظتی سیلوها به شرح زیر خواهد بود:

۱۶-۲-۱- تعیین مقاومت ویژه خاک در محل احداث سیلو

اندازه‌گیری مقاومت ویژه خاک به وسیله دستگاه و روش مخصوص به هنگام انجام مطالعات ژئوتکنیک و یا با همکاری شرکت برق منطقه‌ای انجام می‌شود. برای این منظور باید سه میله آهنی هر یک به طول ۱۱۰ سانتیمتر به گونه‌ای در زمین کوبیده شود که در رئوس یک مثلث متساوی‌الاضلاع قرار گیرد و مقاومت میله با دستگاه مخصوص اندازه‌گیری شود. مقاومت اندازه‌گیری شده R در رابطه زیر صدق خواهد کرد:

$$R = \frac{\rho \ln\left(\frac{4L}{d}\right)}{2\pi l}$$

در این رابطه R مقاومت میله، ρ مقاومت ویژه زمین، L طول میله، d قطر میله و l فاصله بین میله‌ها خواهد بود.

۱۶-۲-۲- مقاومت ویژه انواع خاکهای مختلف در جدول ۵ به عنوان نمونه ارائه شده است.

جدول ۵: مقاومت ویژه انواع زمین

مقاومت ویژه ($\Omega.m$)	نوع زمین
۴۰ تا ۵	مرداب و باتلاق
۲۰۰ تا ۲۰	خاک رس و زمین مزروعی
^(۲) ۲۵۰ تا ^(۱) ۲۰۰	ماسه
^(۲) ۱۰۰۰ تا ^(۱) ۵۰۰	شن
۳۰۰۰ تا ۲۰۰۰	سنگلاخ و گرانیت

(۲) خشک

(۱) مرطوب

۱۶-۲-۳- تعیین مقاومت گسترده شبکه آرماتوربندی کف ساختمان نیز با روشی مشابه اندازه‌گیری مقاومت الکتروود زمین صورت می‌گیرد، که این امر با کمک متخصصین برق منطقه‌ای انجام می‌شود.

۱۶-۲-۴- تعیین نوع و شمار الکترودهای زمین موازی

۱۶-۲-۴-۱- از انواع الکترودهای زمین بر حسب مورد و نوع زمین ممکن است استفاده شود. فرمول محاسبه مقاومت انواع مختلف الکترودهای زمین در جدول ۶ ارائه شده است.

۱۶-۲-۴-۲- الکترودهای زمین از نوع میله مسی مغز فولادی، به قطر ۲۵ میلیمتر و به طول ۱/۲ متر، قابل کوبیدن مستقیم در زمین به کمک کلاهک مخصوص و قابل سر هم کردن تا چهار میله با استفاده از بوشن مخصوص، معمولاً به عنوان یکی از انواع الکترودهای مناسب برای استفاده در سیستم زمین سیلوها قابل توصیه است، زیرا دارای حفاظت کافی در برابر خوردگی و استقامت مکانیکی لازم می‌باشد. مقاومت گسترده این نوع میله از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{2L}{D} + \frac{1}{2} \ln \frac{4T+L}{4T-L} \right)$$

که در آن L طول میله و D قطر آن است، و ρ مقاومت ویژه خاک و T فاصله سطح زمین از وسط میله می‌باشد.

۱۶-۲-۴-۳- قطر میله‌های زمین اثر قابل ملاحظه‌ای در کاهش مقاومت اتصال زمین ندارد به گونه‌ای که دو برابر شدن آن میزان مقاومت را صرفاً ده درصد تقلیل می‌دهد، لیکن به طور کلی الکترودها باید به گونه‌ای انتخاب شود که برای کوبیدن در زمین استقامت کافی داشته باشد.

۱۶-۲-۴-۴- با توجه به این که مقاومت هر یک از میله‌های زمین معمولاً بیش از حداکثر مقاومت مجاز سیستم اتصال زمین است بنابراین به منظور کاهش میزان

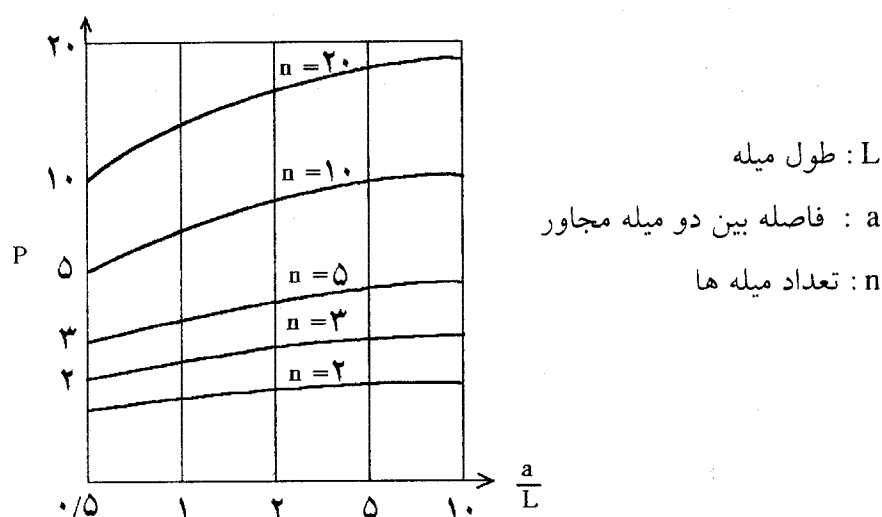
۱- برای شرح انواع الکترودهای زمین و ضوابط کاربردی آن به فصل پانزدهم از نشریه ۱۱۰۰۰ (تجدید نظر اول) و ضوابط مقررات ملی ساختمانی ایران مبحث ۱۳ رجوع شود.

مقاومت سیستم و نیل به حداکثر مقاومت مجاز باید از شماری میله موازی استفاده شود.

۱۶-۲-۴-۵- مقاومت تعداد میله‌های زمین علاوه بر روش محاسباتی معمول ممکن

است از رابطه $R_e = \frac{R_1}{P}$ نیز محاسبه شود، که در آن R_1 مقاومت یک میله و P عددی

است که از منحنی‌های شکل ۱۶ بدست می‌آید.



شکل ۱۶: منحنیهای تعیین تعداد الکترودهای زمین

۱۶-۲-۴-۶- فواصل میله‌های مجاور نباید کمتر از دو برابر طول میله‌ها باشد.

۱۶-۲-۴-۷- در مواردی که مقاومت بدست آمده بیش از حداکثر مقاومت مجاز باشد

باید یک ردیف اضافی از میله‌های یاد شده به فاصله حدود چهار متر از ردیف اول

نصب شود تا تعداد کل میله‌ها افزایش یافته و در نتیجه مقاومت معادل کاهش یابد.

۱۶-۲-۴-۸- کلیه الکترودهای میله‌ای باید با تسمه مسی 3×25 میلیمتر به یکدیگر

متصل شود.

۱۶-۲-۵- عمق کوبیدن یا دفن میله‌ها در زمین

۱۶-۲-۵-۱- طول میله‌های اتصال زمین اثر زیادی بر مقاومت گسترده آن دارد. الکتروود باید در عمقی از خاک فرو رود که به سطح رطوبت دائمی خاک برسد و در آن سطح باید دمای خاک نسبتاً ثابت باشد. اگر میله به چنین عمقی نرسد مقاومت زمین زیاد خواهد شد. برای میله‌ها مقاومت گسترده از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln\left(\frac{4L}{D} - 1\right)$$

که L طول و D قطر سطح مقطع میله است.

۱۶-۲-۵-۲- برای سهولت در امر نگهداری و بازرسی سیستم اتصال زمین بعد از نصب و جلوگیری از پوشیده و مفقود شدن محل نصب الکتروود، باید در بالای هر الکتروود حوضچه‌ای با درپوش مناسب مطابق شکل ۱۷ ساخته و نصب شود.

۱۶-۲-۶- محدود نمودن مدت زمان برقراری جریان اتصال بدنه

مدت زمان عبور جریان اتصال زمین باید تا حد امکان محدود و کوتاه باشد تا از خشک شدن رطوبت زمین در اطراف میله‌ها که باعث بالا رفتن مقاومت گسترده زمین می‌شود جلوگیری گردد. در محاسبات اتصال کوتاه بهتر است مدت زمان برقراری جریان مذکور حدود سه ثانیه در نظر گرفته شود.

۱۶-۲-۷- مشخصات و سطح مقطع هادیهای سیستم اتصال زمین (حفاظتی و نول)

۱۶-۲-۷-۱- کلیه هادیهای مورد مصرف در سیستم اتصال زمین و همچنین تمامی اتصالات و ملحقات مربوط به آن، باید از آلایژ مسی، ویژه کاربرد در تاسیسات برق ساخته شده باشد.

۱۶-۲-۷-۲- هادیهای خطوط و شبکه اصلی سیستم اتصال زمین و همچنین خطوط

انشعابات اصلی ممکن است از نوع تسمه مسی حلقه‌ای و یا سیم مسی لخت باشد.

۱۶-۲-۷-۳- هادیهای انشعابی فرعی از خطوط اصلی، که برای اتصال به دستگاهها به کار می رود، باید از نوع سیم مسی الخت باشد.

۱۶-۲-۷-۴- سطح مقطع هادیهای حفاظتی ونول در لوله یا کابل تا سطح ۱۶ میلیمتر مربع باید برابر با سیم فاز باشد.

۱۶-۲-۷-۵- در مواردی که سطح مقطع هادیهای فاز بیش از ۱۶ میلیمتر مربع باشد، سطح مقطع هادیهای نول و حفاظتی برابر جدول شماره ۷ خواهد بود.

جدول ۷: سطح مقطع هادیهای فاز و نول و حفاظتی

۳۰۰	۲۴۰	۱۸۵	۱۵۰	۱۲۰	۹۵	۷۰	۵۰	۳۵	۲۵	سطح مقطع هادی فاز (میلیمتر مربع)
۱۵۰	۱۲۰	۹۵	۷۰	۷۰	۵۰	۳۵	۲۵	۱۶	۱۶	سطح مقطع هادی نول و حفاظتی (میلیمتر مربع)

۱۶-۲-۸- در طراحی و اجرای سیستم حفاظتی کلیه الکتروموتورهای مورد استفاده در تاسیسات شیلو موارد زیر باید رعایت شود:

الف- انتخاب و نصب الکتروموتورها و دیگر لوازم مربوط به آن باید با توجه به ضوابط و مقررات مناطق مخاطره آمیز طبقه بندی شده از انواع مصوب برای منطقه مورد نظر باشد.

ب- مقاومت های مسیر عبور جریان اتصال بدنه باید برای هر یک از موتورها محاسبه شود.

پ- میزان جریان اتصال کوتاه فاز به نول باید محاسبه و مشخص شود.

ت- هادیهای مناسب با توجه به محاسبات فوق انتخاب شود.

ث- لزوم استفاده از کلیدهای F-I و F-W مورد بررسی قرار گیرد.

ج- بارها باید به صورت متعادل روی فازهای مختلف تقسیم شود تا در صورت قطع سیم نول حداقل جریان خطا از زمین عبور کند.

چ- در صورت قطع سیم نول، ولتاژ فازها باید سریعاً توسط فیوز یا کلید اتوماتیک قطع شود.

۱۶-۲-۹- جعبه اتصال آزمون

۱۶-۲-۹-۱- به منظور آزمایش مقاومت میله اتصال زمین هر الکتروود یا میله اتصال زمین باید دارای یک جعبه اتصال آزمون باشد. اتصال اهمی و مقاومت الکتروود زمین باید حداقل سالی یکبار مورد آزمون قرار گیرد.

۱۶-۲-۹-۲- جعبه اتصال آزمون باید روی نزدیکترین دیوار به الکتروود و در ارتفاع حداقل ۱/۵ متر از کف زمین نصب شود (شکل ۱۷).

۱۶-۲-۱۰- نصب هادیهای خشی و اتصال زمین حفاظتی

۱۶-۲-۱۰-۱- هادی خشی (N) یا هادی حفاظتی (PE) باید با همان عایقبندی و دقتی که در نصب هادیهای فاز صورت می‌گیرد نصب شود.

۱۶-۲-۱۰-۲- استفاده از سیم مسی روپوش دار به عنوان هادی اتصال زمین حفاظتی و عبور آن از لوله فلزی به صورت منفرد (در صورتی که با هادیهای فاز و نول در یک پوشش یا در یک حفاظ قرار نگرفته باشد) مجاز نمی‌باشد.

۱۶-۲-۱۰-۳- برای اتصال تسمه مسی و یا سیم مسی لخت به الکتروود اتصال زمین باید از بستها و کابلشوهای متناسب با نوع الکتروود برابر شکل ۱۸ استفاده شود.

۱۶-۲-۱۰-۴- هادیهای شبکه سیستم اتصال زمین اعم از تسمه مسی یا سیم مسی لخت باید حتی المقدور به صورت روکار و قابل رویت و دسترسی نصب شود.

۱۶-۲-۱۰-۵- برای نصب هادیهای شبکه سیستم اتصال زمین به دیوار، سقف و کف ساختمان و یا در کانال، باید از بستهای مخصوص از جنس مس یا برنج، که در شکل ۱۹ نشان داده شده است، استفاده شود.

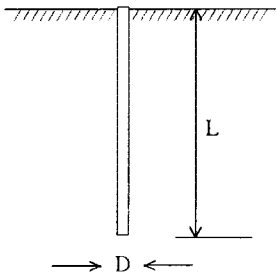
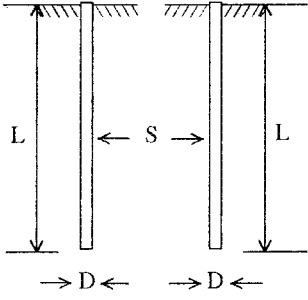
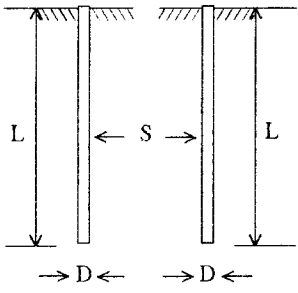
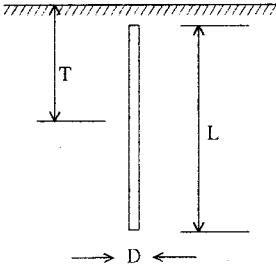
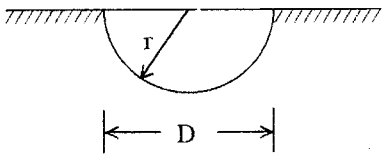
۱۶-۲-۱۱- آزمون سیستم اتصال زمین

۱۶-۲-۱۱-۱- برای حصول اطمینان از عدم تجاوز میزان مقاومت الکترودها نسبت به جرم کلی زمین از حداکثر مجاز، مقاومت الکتریکی تمامی الکترودها باید پس از نصب با دستگاههای اندازه‌گیری مخصوص و به وسیله افراد کارآموده دقیقاً اندازه‌گیری شود.

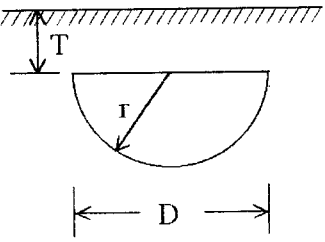
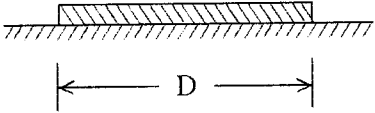
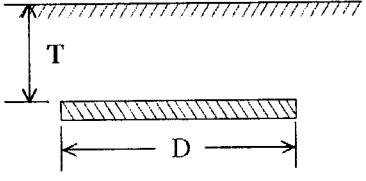
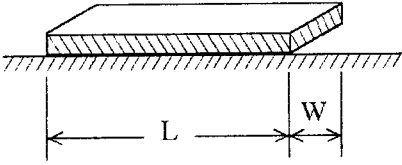
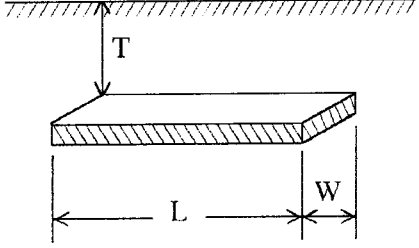
۱۶-۲-۱۱-۲- به منظور حصول اطمینان از ممتد و متصل بودن کابل‌های شبکه سیستم اتصال زمین و نیز کنترل میزان مقاومت مجاز کل آن، تمامی شبکه سیستم مزبور باید پس از اتمام عملیات نصب به وسیله دستگاههای ویژه به دقت مورد آزمون و اندازه‌گیری مقاومت قرار گیرد.

۱۶-۲-۱۱-۳- هر الکتروود یا سیستم اتصال زمین باید دارای شناسنامه‌ای حاوی مشخصات کامل آن شامل نوع و جنس الکتروود و ابعاد لازم، تاریخ احداث، محل استقرار، جنس خاک، مقدار مقاومت، اندازه‌گیری شده اولیه و دوره‌های متعاقب و دیگر اطلاعات ضروری باشد. در اندازه‌گیری‌های دوره‌ای علاوه بر میزان مقاومت و تاریخ باید ساعت اندازه‌گیری، دمای هوا (درجه سلسیوس)، رطوبت نسبی، مقدار بارندگی ۴۸ ساعت گذشته به میلیمتر نیز ثبت شود. این شناسنامه باید در اختیار فرد یا افراد و یا تشکیلات بهره‌بردار از سیستم بوده و برای بازرسی در دسترس باشد.

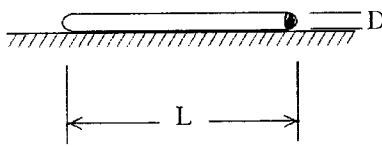
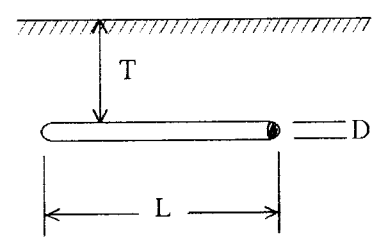
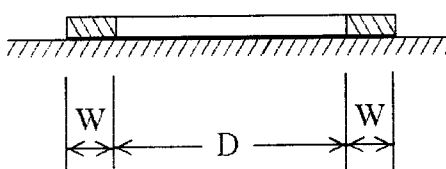
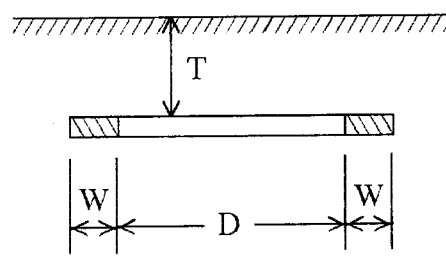
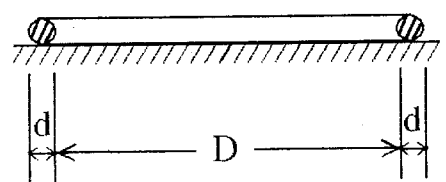
جدول ۶: فرمول محاسبه مقاومت الکترودهای مختلف زمین

	<p>الکتروده تک میله‌ای یا تک لوله‌ای که انتهای آن در سطح زمین قرار گرفته باشد.</p> $R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{4L}{D} \quad L \gg \frac{D}{2}$
	<p>الکتروده دو میله‌ای یا دو لوله‌ای که انتهای آن در سطح زمین قرار گرفته و فاصله بین آن دو بیشتر از طول الکتروده باشد $S > L$</p> $R = \frac{\rho}{4\pi L} \left[\ln \left(\frac{8L}{D} \right) - 1 \right] + \frac{\rho}{4\pi S} \left(1 - \frac{L^2}{3S^2} + \frac{2L^4}{5S^4} + \dots \right)$
	<p>الکتروده دو میله‌ای یا دو لوله‌ای که انتهای آن در سطح زمین قرار گرفته و فاصله بین آن دو کمتر از طول الکتروده باشد $S < L$</p> $R = \frac{\rho}{4\pi L} \left[\ln \frac{8L}{D} + \ln \frac{4L}{S} - 2 + \frac{S}{2L} - \frac{S^2}{16L^2} + \frac{S^4}{512L^4} + \dots \right]$
	<p>الکتروده تک میله‌ای یا تک لوله‌ای که انتهای آن از سطح زمین پایین‌تر قرار گرفته باشد.</p> $L \gg \frac{D}{2} \quad T \gg \frac{L}{4}$ $R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{2L}{D} + \frac{1}{2} \ln \frac{4T+L}{4T-L} \right)$
	<p>الکتروده نیم کره، نصب شده همسطح با زمین</p> $R = \frac{\rho}{\pi D} \quad R = \frac{\rho}{2\pi r}$

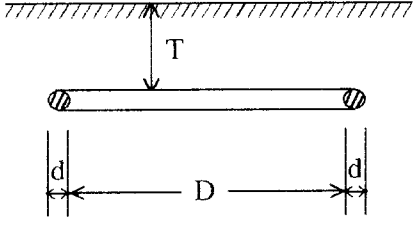
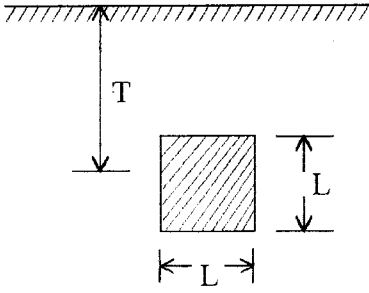
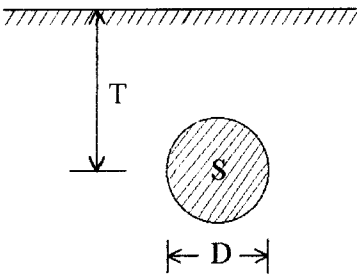
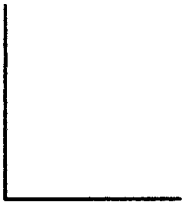
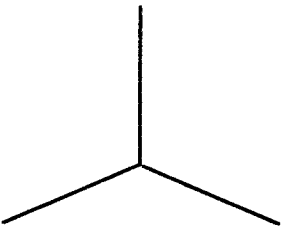
ادامه جدول ۶

	<p>الکتروود نیم کره، نصب شده پایین تر از سطح زمین</p> $T \gg r$ $R = \frac{\rho}{2\pi D} \left(1 + \frac{D}{4T}\right) \quad R = \frac{\rho}{2\pi r} \left(1 + \frac{D}{4T}\right)$
	<p>الکتروود صفحه دایره ای نصب شده در سطح خاک .</p> $R = \frac{\rho}{2D}$
	<p>الکتروود صفحه دایره‌ای، نصب شده در زیر خاک</p> $T \gg \frac{D}{2}$ $R = \frac{\rho}{4D} \left(1 + \frac{2}{\pi} \arcsin \frac{D}{\sqrt{16T^2 + D^2}}\right)$
	<p>الکتروود تسمه‌ای، نصب شده در سطح خاک در خط مستقیم</p> $L \gg W$ $R = \frac{\rho}{\pi L} \left(\ln \frac{4L}{W}\right)$
	<p>الکتروود تسمه‌ای، نصب شده در زیر خاک در خط مستقیم</p> $L \gg W$ $R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{2L^2}{WT}\right) \quad T \gg \frac{L}{4}$

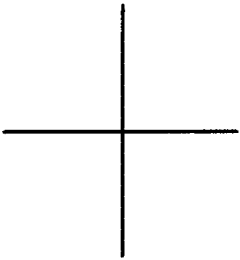
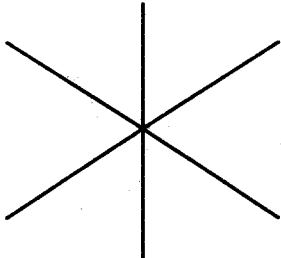
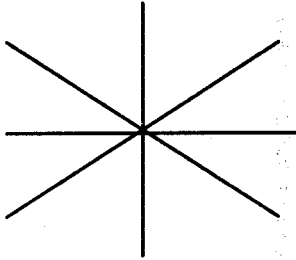
ادامه جدول ۶

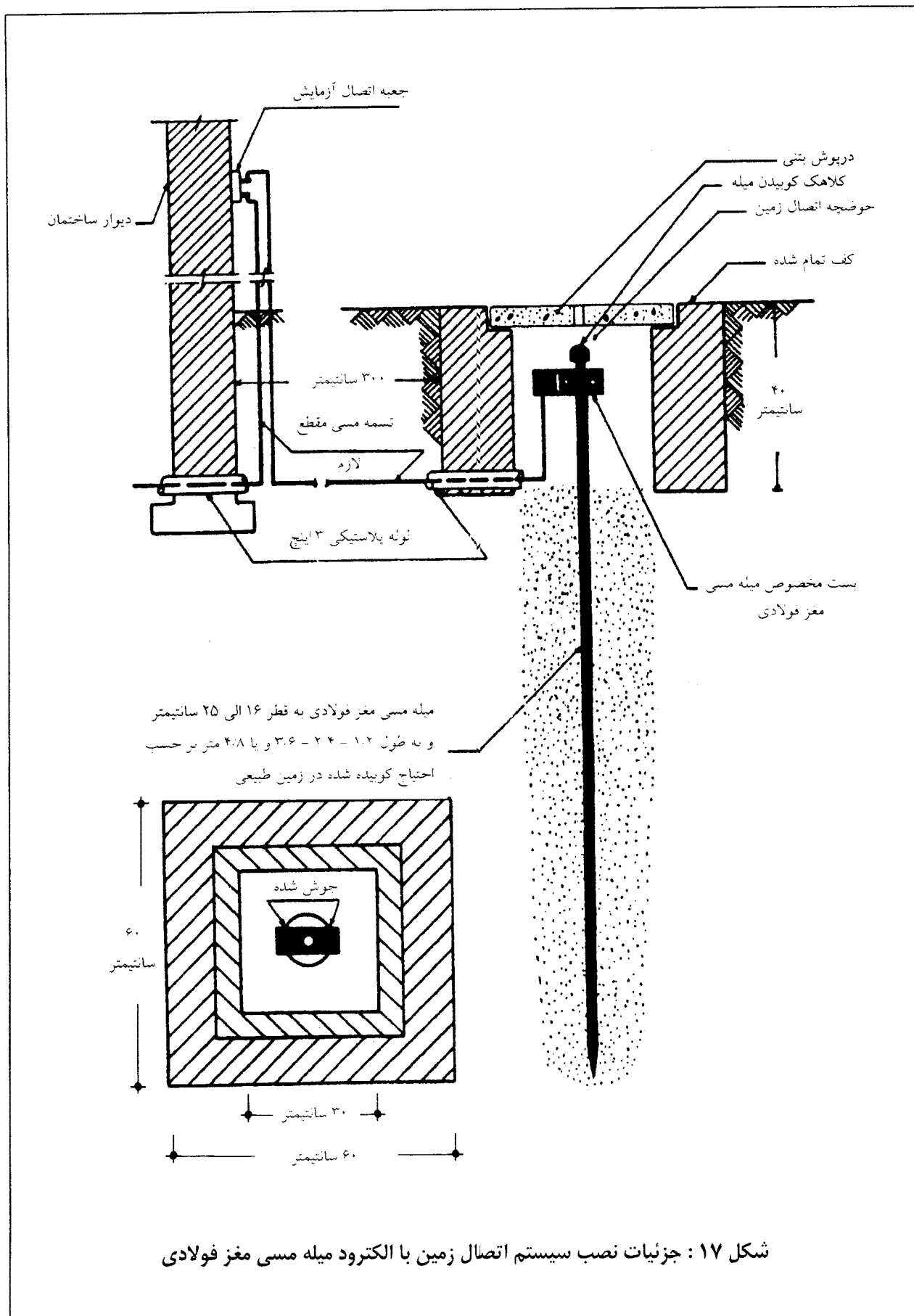
	<p>الکتروود سیم‌مسی، نصب‌شده در سطح خاک در خط مستقیم</p> $L \gg D$ $R = \frac{\rho}{\pi L} \left(\ln \frac{2L}{D} \right)$
	<p>الکتروود سیم‌مسی، نصب‌شده در زیر خاک در خط مستقیم</p> $L \gg D \quad T \ll \frac{L}{4}$ $R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{L^2}{DT} \right)$
	<p>الکتروود تسمه‌ای به شکل حلقه، نصب شده در سطح خاک</p> $D \gg W$ $R = \frac{\rho}{2\pi D} \left(\ln \frac{16D}{W} \right)$
	<p>الکتروود تسمه‌ای به شکل حلقه، نصب شده در زیر خاک</p> $D \gg W \quad T \ll \frac{D}{2}$ $R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \left(\ln \frac{8\pi D^2}{WT} \right)$
	<p>الکتروود سیم‌مسی به شکل حلقه، نصب‌شده در سطح خاک</p> $D \gg d$ $R = \frac{\rho}{\pi^2 D} \left(\ln \frac{8D}{d} \right)$

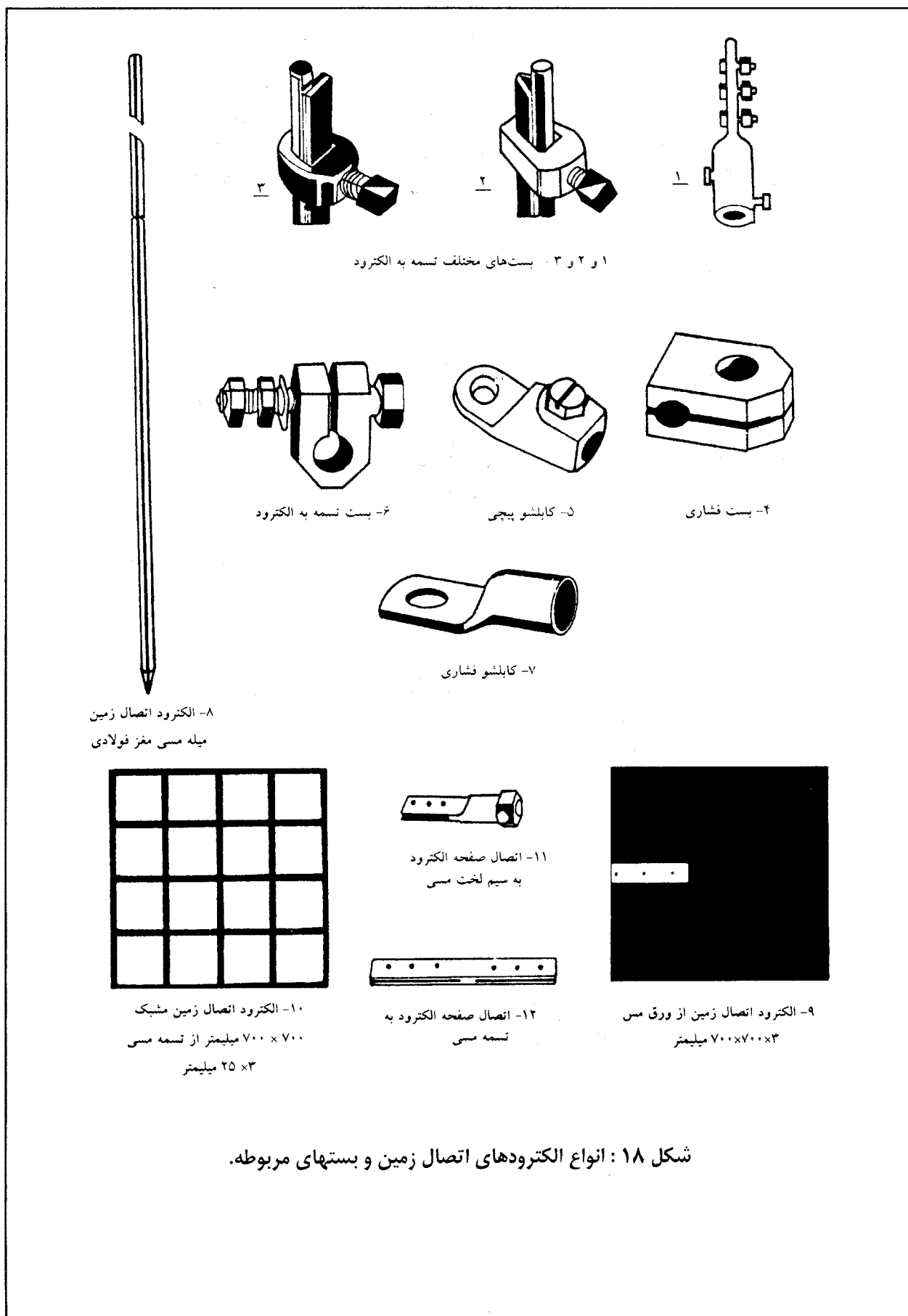
ادامه جدول ۶

	<p>الکترو سیم مسی به شکل حلقه، نصب شده در زیر خاک</p> $D \gg d \quad T \ll \frac{D}{2}$ $R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \left(\ln \frac{4\pi D^2}{dT} \right)$
	<p>الکترو صفحه مربعی، نصب شده به حالت عمودی در زیر خاک</p> $T > \sqrt{L^2 / \pi}$ $R = \frac{\rho}{4\sqrt{\pi}L^2} \left(\frac{\pi}{2} + \sin^{-1} \sqrt{\frac{L^2}{4T^2\pi + L^2}} \right)$
	<p>الکترو صفحه دایره‌ای، نصب شده به حالت عمودی در زیر خاک</p> $S = \frac{D^2\pi}{4} \quad T > \sqrt{S/\pi}$ $R = \frac{\rho}{4\sqrt{\pi}S} \left(\frac{\pi}{2} + \sin^{-1} \sqrt{\frac{S}{4T^2\pi + S}} \right)$
	<p>الکترو میله‌ای، به شکل راست گوشه، به طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به عمق T</p> $R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{2L}{r} + \ln \frac{2L}{2T} - 0.2373 + 0.2146 \frac{2T}{L} + 0.1035 \frac{(2T)^2}{L^2} + \dots \right)$
	<p>الکترو به شکل ستاره با سه بازو و به طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به عمق T</p> $R = \frac{\rho}{6\pi L} \left(\ln \frac{2L}{r} + \ln \frac{2L}{2T} - 1.071 - 0.209 \frac{2T}{L} + 0.237 \frac{(2T)^2}{L^2} - 0.054 \frac{(2T)^4}{L^4} + \dots \right)$

ادامه جدول ۶

	<p>الکتروود به شکل ستاره با چهار بازو و به طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به عمق T</p> $R = \frac{\rho}{8\pi L} \left(\ln \frac{2L}{r} + \ln \frac{2L}{2T} + 2.912 - 1.071 \frac{2T}{L} + 0.645 \frac{(2T)^2}{L^2} - 0.145 \frac{(2T)^4}{L^4} + \dots \right)$
	<p>الکتروود به شکل ستاره با شش بازو و به طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به عمق T</p> $R = \frac{\rho}{12\pi L} \left(\ln \frac{2L}{r} + \ln \frac{2L}{2T} + 6.351 - 3.123 \frac{2T}{L} + 1.758 \frac{(2T)^2}{L^2} - 0.49 \frac{(2T)^4}{L^4} + \dots \right)$
	<p>الکتروود به شکل ستاره با هشت بازو و به طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به عمق T</p> $R = \frac{\rho}{16\pi L} \left(\ln \frac{2L}{r} + \ln \frac{2L}{2T} + 10.98 - 8.51 \frac{2T}{L} + 3.26 \frac{(2T)^2}{L^2} - 1.17 \frac{(2T)^4}{L^4} + \dots \right)$

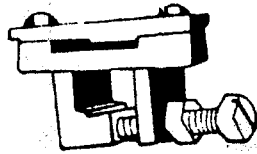




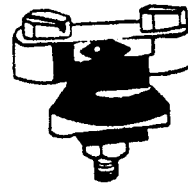
شکل ۱۸: انواع الکترودهای اتصال زمین و بستهای مربوطه.



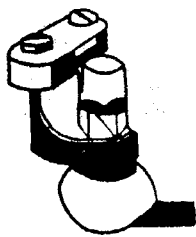
۳- تسمه مسی ۲۰×۳ میلیمتر
و یا ۲۵×۳ میلیمتر



۲- بست تسمه مخصوص
نصب روی نرده



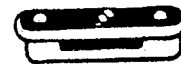
۱- بست تسمه مخصوص نصب
روی ورق موجدار



۶- بست تسمه مخصوص
نصب روی دیوار



۵- بست تسمه مخصوص
نصب روی خرپا



۴- بست تسمه مخصوص نصب روی
دیوار و یا دست انداز پشت بام



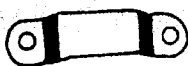
۹- بست تسمه مخصوص
نصب در داخل دیوار



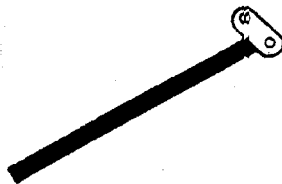
۸- بست تسمه مخصوص
نصب در داخل دیوار



۷- بست تسمه مخصوص
نصب در داخل دیوار



۱۳- بست یکپارچه ساده



۱۲- بست یکپارچه ساده



۱۱- میخ مسی



۱۰- میخ سرکج مسی

شکل ۱۹: بستها و نگهدارنده‌های مختلف تسمه

□ ۱۷ سیستم حفاظت سیلو در برابر آذرخش

۱-۱۷ کلیات و تعاریف

۱-۱-۱۷-۱- مقدمه

آذرخش یا صاعقه یک پدیده مخاطره‌آمیز طبیعی است که بر اثر تخلیه الکتریکی ابرهای باردار به زمین صورت می‌گیرد و در صورتی که تمهیدات لازم در برابر آن پیش‌بینی نشود موجب آتش‌سوزی، انفجار و برق‌گرفتگی و در نتیجه صدمه و آسیب جانی و خسارات مالی بسیار می‌شود.

ضوابط ارائه شده در این بخش از جنبه‌های کلی و عمومی مورد بحث قرار گرفته است و برای به کارگیری در یک پروژه خاص باید شرایط محلی و ویژه آن نیز مورد توجه قرار گیرد. همچنین این نکته باید مورد تاکید قرار گیرد که حتی در صورت تدارک یک سیستم حفاظتی نیز ریسک خسارت به ساختمان هرگز کاملاً متفی نمی‌شود.

۱-۱-۱۷-۲- تعاریف

تعاریف و مفاهیم واژه‌ها و اصطلاحات مورد استفاده در این بخش به شرح زیر است:

۱-۱-۱۷-۱-۲-۱- سیستم حفاظت در برابر آذرخش^۱

این سیستم مشتمل بر تاسیسات حفاظت بیرونی و در صورت لزوم تاسیسات حفاظت درونی ساختمان می‌باشد.

۱-۱-۱۷-۲-۲-۱- سیستم حفاظت بیرونی در برابر آذرخش^۲

این سیستم شامل یک یا چند پایانه هوایی، یک یا چند هادی نزولی و یک یا چند سیستم پایانه زمینی همراه با لوازم و متعلقات مربوط می‌باشد.

1- Lightning protection system

2- External lightning protecton installation

۱۷-۱-۲-۳- سیستم حفاظت درونی در برابر آذرخش^۱

این سیستم شامل تمامی تجهیزات و اقداماتی است که اثرات الکترومغناطیسی جریان ناشی از آذرخش را درون حجم مورد نظر کاهش می دهد.

۱۷-۱-۲-۴- پایانه هوایی^۲

فوقانی ترین بخش یک سیستم حفاظت در برابر آذرخش که در نوع قفس فاراده شامل میله یا لوله نوک تیز (میله و سر میله یک یا چند شاخه) با اندازه و جنس مشخص، پایه نصب و محل اتصال هادیهای ارتباطی بوده و در اشکال دیگر قفس فاراده متشکل از هر ترکیبی از میله‌ها، سیمهای کشیده شده و شبکه هادیها خواهد بود و در برقگیرهای الکترونیکی، که در انواع مختلف ساخته می شود، به طور کلی شامل میله برقگیر، مجموعه یونیزه کننده الکترونیکی، پایه نصب و محل اتصال هادیهای ارتباطی است.

۱۷-۱-۲-۵- پایانه زمینی^۳

بخشی از یک سیستم تاسیسات حفاظت بیرونی در برابر آذرخش که ممکن است شامل یک یا چند الکتروود میله‌ای، لوله‌ای، تسمه یا ورق مسی مدفون در زمین باشد که به صورت شبکه بسته یا شعاعی، عمودی یا مایل، یا جاسازی شده در پیهها برای هدایت و توزیع برق ناشی از آذرخش به زمین به کار می رود.

۱۷-۱-۲-۶- هادی نزولی^۴

بخشی از سیستم تاسیسات بیرونی ساختمان که جریان برق آذرخش را از سیستم پایانه هوایی به سیستم پایانه زمینی انتقال می دهد.

1- Internal lightning protection installation

2- Air terminals

3- Ground terminals

4- Down conductor

۱۷-۱-۲-۷- همبندی الکتریکی^۱

وصل الکتریکی هر ترکیبی از اجزای هادی، بدنه‌ها، قسمتهای فلزی در دسترس، اجزای فلزی ساختمانها، انواع لوله‌کشها، پرده‌های هادی و زره‌کابلها، پوششهای هادی و غیره به یکدیگر به منظور از بین بردن اختلاف پتانسیل احتمالی بین آنها در حالت عادی یا در صورت بروز اتصالی.

۱۷-۱-۲-۸- کلاس حفاظت^۲

طبقه‌بندی یک سیستم حفاظت در برابر آذرخش که مبین سطح کارایی آن است.

۱۷-۱-۳- ارزیابی میزان ریسک

به طور کلی، ارزیابی میزان خطر آذرخش برای هر بنا یا سازه، بستگی به عواملی همچون نوع، ساختار، ارتفاع و موقعیت نسبی بنا، توپوگرافی محل، محتوای تصرف و دفعات رعد و برق در منطقه مورد نظر خواهد داشت، که با کاربرد ضوابط ارائه شده در استانداردها یا با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری، شرایط هر نوع ساختمان یا فضایی را ممکن است مورد ارزیابی و طبقه‌بندی قرار داده و کلاس حفاظت آن را تعیین نمود.

در مورد سیلوه‌ها با توجه به طبقه‌بندی محیط آن از نظر خطرزایی، ارتفاع بنا و جنبه‌های صنعتی تجمعی و در مواردی نیز موقعیت محل استقرار آن، استفاده از یک سیستم برقگیر حفاظتی مطمئن اجتناب ناپذیر و الزامی است.

۱۷-۱-۴- حفاظت ساختمانها و تاسیسات سیلو در برابر آذرخش

به منظور حفاظت ساختمانها و دیگر تاسیسات موجود در سیلو باید یک سیستم حفاظت در برابر آذرخش متناسب با مورد کاربرد شامل حفاظت بیرونی و در صورت لزوم حفاظت درونی پیش‌بینی و نصب شود. اصول محافظت سیلوه‌ها و دیگر

1- Electrical bonding

2- Protection level

تاسیسات مورد نظر در برابر آذرخش بر اساس جذب، هدایت و دفع بار الکتریکی به زمین از طریق مسیر عبور جریان برق، جداگانه با حداقل مقاومت وبدون این که خطری ایجاد کند استوار می‌باشد.

۱۷-۱-۵- سیستم حفاظت بیرونی در برابر آذرخش شامل پنج قسمت اصلی به شرح زیر خواهد بود:

الف- پایانه‌های هوایی که جذب آذرخش را بعهده داشته و از برخورد آن با ساختمان ممانعت نموده و بارهای الکتریکی را از طریق هادیهای نزولی یا رابط به سیستم زمین منتقل می‌کند.

ب- هادیهای رابط یا نزولی، که الکترودهای برقگیر را از کوتاه ترین مسیر ممکن به جعبه‌های اتصال آزمون سیستم متصل می‌نماید.

پ- جعبه‌های اتصال آزمون که در قسمت‌های در دسترس نزدیک زمین نصب شده و هادیهای رابط را به پایانه‌های زمینی وصل می‌کند.

ت- پایانه‌های زمینی که کار تخلیه جریان ناشی از آذرخش را به زمین بعهده دارد.

ث- مهارها یا سیمهای محافظ که اتصال بین پایانه‌های هوایی یا هادیهای رابط را با دیگر قسمت‌های فلزی ساختمان برقرار می‌کند.

۱۷-۲ انواع برقگیرهای مورد استفاده در سیلوها

به طور کلی برقگیرهایی که معمولاً "برای محافظت خارجی سیلوها، ساختمانها و دیگر تاسیسات مورد نظر ممکن است به کار برده شود به قرار زیر است:

الف- برقگیر قفس فاراده^۱ یا شکلی از آن

ب- برقگیر مولد برق اولیه (ESE)^۲ مرسوم به الکترونیک

1- Farady cage

2- Early Streamer Emission

۱۷-۲-۱- برقگیر قفس فاراده یا شکلی از آن

برقگیر قفس فاراده شامل تعدادی پایانه‌های هوایی (میله‌های برقگیر فرانکلین) می‌باشد که بر روی سطح مرتفع پشت بام سیلو و یا بلندترین قسمت برج و دیگر تاسیسات مشابه نصب و به وسیله شبکه تسمه مسی به یکدیگر مرتبط و از یک و یا چند نقطه مختلف با استفاده از تسمه یا سیم مسی لخت به سیستم پایانه‌های زمینی (شبکه اتصال زمین) مربوط متصل می‌شود. شکل دیگر قفس فاراده شامل سیستم پایانه‌های هوایی متشکل از هر ترکیبی از میله‌ها، سیمهای کشیده شده و شبکه هادیها می‌باشد.

۱۷-۲-۲- برقگیر الکترونیک شامل یک یا تعدادی پایانه هوایی الکترونیک با ملحقات و اتصالات مربوط می‌باشد، که بر حسب مورد ممکن است در مرکز بلندترین قسمت سیلو، برج، دودکش و دیگر تاسیسات مشابه، و یا بر روی سطوح مرتفع ساختمان مورد حفاظت بر روی پایه مربوط نصب و به وسیله تسمه یا سیم مسی لخت به یکدیگر مرتبط و سپس از یک یا چند نقطه مختلف به سیستم پایانه‌های زمینی (شبکه اتصال زمین) متصل شود.

شعاع فضای محافظت شده از مرکز هر برقگیر الکترونیک بستگی به مدل، ساختمان، ارتفاع نصب و موارد کاربرد آن دارد.

۱۷-۳ استانداردها و مشخصات فنی سیستمهای مورد استفاده برای حفاظت سیلوه‌ها در برابر آذرخش

۱۷-۳-۱- لوازم و تجهیزات مورد استفاده در سیستم حفاظت در برابر آذرخش باید برابر یکی از استانداردهای شناخته شده معتبر جهانی همچون BS 6651, NFPA 78, IEC 1024 یا NFC 17-102 طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد. روش نصب سیستمهای یاد شده نیز باید با ضوابط و معیارهای مندرج در یکی از استانداردهای نامبرده مطابقت نماید.

در طراحی و اجرای سیستم حفاظت ساختمان اصلی سیلو در برابر آذرخش همچنین، ضوابط و معیارهای محیطهای خطرزا نیز باید برابر یکی از استانداردهای معتبر جهانی

مانند IEC, VDE, NFPA 70 یا BS در نظر گرفته شده و رعایت شود.

۱۷-۳-۲- مشخصات سیستم برقگیر از نوع قفس فاراده یا شکلی از آن

۱۷-۳-۲-۱- لوازم مورد مصرف در سیستم حفاظتی باید از نوع مقاوم در برابر زنگ زدگی و خوردگی بوده و یا این که به نحو قابل قبولی در برابر عوامل مذکور مقاوم شده باشد. استفاده از دو نوع جنس مختلفی که ایجاد شرایط الکترولیتی نموده و در مجاورت رطوبت موجب تسریع در خوردگی می شود به هیچ وجه مجاز نخواهد بود.

۱۷-۳-۲-۲- در مواردی که بخشی از سیستم حفاظتی از جنس مس بوده و در معرض مستقیم گازهای متصاعد از دودکش یا دیگر گازهای خورنده قرار می گیرد، قسمت یاد شده باید به وسیله یک اندرود حفاظتی از جنس سرب یا ماده محافظ مشابه دیگر با روش غوطه‌وری گرم^۱ پوشیده شود. در این گونه موارد اندود نامبرده باید حداقل تا ۶۰ سانتیمتر پایین‌تر از دهانه دودکش ادامه یابد.

۱۷-۳-۲-۳- مشخصات پایانه‌های هم‌رایی قفس فاراده به شرح زیر خواهد بود:

الف- میله برقگیر یک پارچه و سر میله تک شاخه و یا چند شاخه باید از جنس مس خالص (با ضریب رسانایی حدود ۹۵ درصد) ساخته شده و نوک شاخه‌ها به شکل مخروطی تیز بوده و صیقلی شده باشد. برای نصب سرمیله (تک شاخه و یا چند شاخه) بر روی میله برقگیر باید قسمت داخلی انتهای آن دارای دنده متناسب با دنده میله برقگیر باشد. انواع میله برقگیر در شکل ۲۰ نشان داده شده است.

ب- میله برقگیر دو پارچه باید از میله مسی و یا لوله مسی صیقل داده شده ساخته شده و دو سر آن (یک سر برای سوار کردن سرمیله و سر دیگر جهت نصب روی پایه) به طول مناسب دنده شده باشد.

1- Hot dip

قطر میله برقگیر دو پارچه باید حداقل پنج هشتم اینچ و حداکثر یک اینچ بوده و طول آن نیز حداقل یک متر و حداکثر دو متر باشد. (شکل ۲۰). در مواردی که ارتفاع میله برقگیر از یک متر متجاوز باشد باید از نقطه‌ای که از نصف ارتفاع آن کمتر نباشد حفاظت لازم از نظر ایستایی میله در نظر گرفته شود.

۱۷-۳-۲-۴- شبکه ارتباطی بین میله‌های برقگیر در پشت بام سیلو باید از تسمه مسی با حداقل ابعاد ۲۰×۳ میلی‌متر تشکیل شده باشد.

۱۷-۳-۲-۵- در مواردی که از شبکه پایانه هوایی (برابر استاندارد BS 6651) استفاده می‌شود حداقل سطح مقطع هادیهای موازی رشته‌ای باید ۵۰ میلی‌متر مربع در نظر گرفته شود.

• ۱۷-۳-۲-۶- هادیهای ارتباطی (هادیهای نزولی) بین شبکه پایانه‌های هوایی در پشت بام و پایانه‌های زمینی باید از نوع تسمه مسی با حداقل ابعاد ۲۰×۳ میلی‌متر و یا سیم مسی لخت با حداقل سطح مقطع ۷۰ میلی‌متر مربع باشد.

۱۷-۳-۲-۷- سیستم پایانه‌های زمینی باید یکی از انواع میله اتصال زمین، لوله اتصال زمین و یا ورق مسی یکپارچه یا مشبک دفن شده در زمین یا چاه اتصال زمین باشند، لیکن در هر صورت مقاومت سیستم پایانه‌های زمینی نباید از پنج اهم تجاوز کند. برای مشخصات و اصول و روشهای نصب انواع پایانه‌های زمینی به فصل ۱۵ از نشریه ۱-۱۱۰ (تجدید نظر اول) و برای مشخصات سیستم اتصال زمین حفاظتی سیلو به بند ۱۶ از این مشخصات فنی رجوع شود.

۱۷-۳-۲-۸- در مواردی که سیستم برقگیر برابر استاندارد IEC 1024-1 طراحی و اجرا می‌شود، حداقل طول الکترودهای پایانه‌های زمین باید با توجه به کلاس حفاظت مربوط و مقاومت زمین بر حسب منحنی شکل ۲۱ تعیین شود.

۱۷-۳-۲-۹- جنس مهارهای^۱ بیرون از سطح زمین باید با جنس الکترودهای برقگیر و هادیهای نزولی یکسان باشد و سطح مقطع مهارها نیز باید با سطح مقطع هادیهای رابط برابر باشد. در زیر سطح زمین فقط استفاده از مهارهای مسی مجاز است.

۱۷-۳-۳-۳- مشخصات فنی برقگیر الکترونیک (ESE) بر اساس استاندارد NFC 17-102
 ۱۷-۳-۳-۱- پایانه‌های هوایی الکترونیک باید شامل یک میله نوک تیز به شرح بند
 ۱۷-۳-۳-۲، یک دستگاه محرک^۲، و یک میله پایه مجهز به سیستم اتصال هادی
 نزولی باشد. این نوع برقگیر انرژی موجود در هوای متلاطم پیش از طوفان را جذب و
 به وسیله دستگاه محرک الکترونیکی هوای اطراف میله برقگیر را یونیزه می‌نماید.
 سطح حفاظت شده به وسیله یک برقگیر الکترونیک (ESE) با استفاده از یک مدل
 الکتروژئومتری^۳ و پیشروی زمان تخلیه^۴ آن تعیین می‌شود.

۱۷-۳-۳-۲- مشخصات هر برقگیر الکترونیک باید با اندازه‌گیری پیشروی زمان
 تخلیه صاعقه آن در مقایسه با یک میله برقگیر ساده که در آزمونهای ارزیابی برقگیر
 تعیین می‌شود، مشخص گردد.

۱۷-۳-۳-۳- لوازم و تجهیزاتی که جریان برق صاعقه از آن عبور می‌نماید باید از
 جنس مس، آلیاژ مس یا فولاد ضد زنگ باشد. میله و سرمیله پایانه‌های هوایی باید
 دارای حداقل ۱۲۰ میلی‌متر مربع سطح مقطع رسانا باشد.

1- Bonds

2- Triggering device

3- Electro- geometrical model

4- Triggering advance (ΔT)

۱۷-۳-۳-۴- در مواردی که تاسیسات بیرونی حفاظت در برابر آذرخش مورد استفاده برای یک ساختمان شامل چند برقگیر الکترونیکی باشد، شبکه ارتباطی برقگیرها باید با استفاده از تسمه مسی لخت با حداقل ابعاد 30×2 میلیمتر (یا مطابق بند ۴-۳-۲ از استاندارد NFC 17-102) به یکدیگر متصل شود، مگر این که مسیر شبکه دارای موانعی با اختلاف سطح بیش از ۱/۵ متر باشد.

۱۷-۳-۳-۵- به منظور هدایت جریان برق حاصل از آذرخش از سیستم پایانه‌های هوایی به سیستم پایانه‌های زمینی باید از هادیهای نزولی از نوع سیم یا تسمه مسی لخت با حداقل سطح مقطع ۵۰ میلیمتر مربع به شرح جدول ۴-۳-۲ از استاندارد NFC 17-102 استفاده شود.

۱۷-۳-۳-۶- ارتفاع نصب برقگیر الکترونیکی ممکن است با استفاده از یک دکل افزایش یابد. دکل حامل این گونه برقگیرها ممکن است از نوع برج و یا تیر فلزی تلسکوپی بوده و حتی الامکان خوداتکا^۱ باشد، لیکن در مواردی که برقگیرهای مذکور به وسیله مهارهای هادی استحکام می‌یابد، انتهای آن باید به وسیله هادیهایی همانند هادیهای مندرج در بند ۱۷-۳-۳-۵ به هادیهای نزولی متصل شود.

۱۷-۳-۳-۷- هر هادی نزولی باید به یک سیستم پایانه زمینی که دارای همان جنس و سطح مقطع باشد متصل شود. سیستم پایانه‌های زمینی برابر مشخصات مندرج در بند ۱۷-۳-۲-۷ خواهد بود.

۴-۱۷ ضوابط محاسباتی برقگیرها

۱۷-۴-۱- برقگیرهای قفس فاراده یا شکلی از آن

۱۷-۴-۱-۱- تعداد پایانه‌های هوایی مورد نیاز برای محافظت ساختمانها با سیستم حفاظتی قفس فاراده بستگی به سطح پشت بام سیلو یا ساختمان مورد محاسبه، ارتفاع و فواصل نصب پایانه‌ها دارد و بر حسب استاندارد مورد مراجعه مختلف است. فواصل نصب پایانه‌های مزبور بر اساس استاندارد NFPA 78^۱ به قرار زیر است:

الف- فواصل پیرامونی سقفهای مسطح یا با شیب ملایم و سقفهای شیب‌دار:

در مواردی که ارتفاع نوک پایانه هوایی از سطح مورد حفاظت از اینچ (۲۵۴ میلیمتر) کمتر نباشد، فواصل نصب بر روی نقاط پیرامونی سقفهای مسطح یا با شیب ملایم و نیز فواصل نصب بر روی خط‌الراس سقفهای شیب‌دار، باید حداکثر ۲۰ فوت (۶ متر) در نظر گرفته شود و در صورتی که ارتفاع مزبور حداقل ۲۴ اینچ (۶۰ سانتیمتر) یا بیشتر باشد فواصل نصب باید حداکثر ۲۵ فوت (۷/۶ متر) انتخاب شود. در این گونه موارد فواصل نصب پایانه‌های هوایی از کناره‌ها و گوشه‌های سطوح نامبرده باید حداکثر ۶۰ سانتیمتر باشد (شکل ۲۲ الف و ب)

ب- فواصل میانی نصب پایانه‌های هوایی در سقفهای مسطح یا با شیب ملایم:

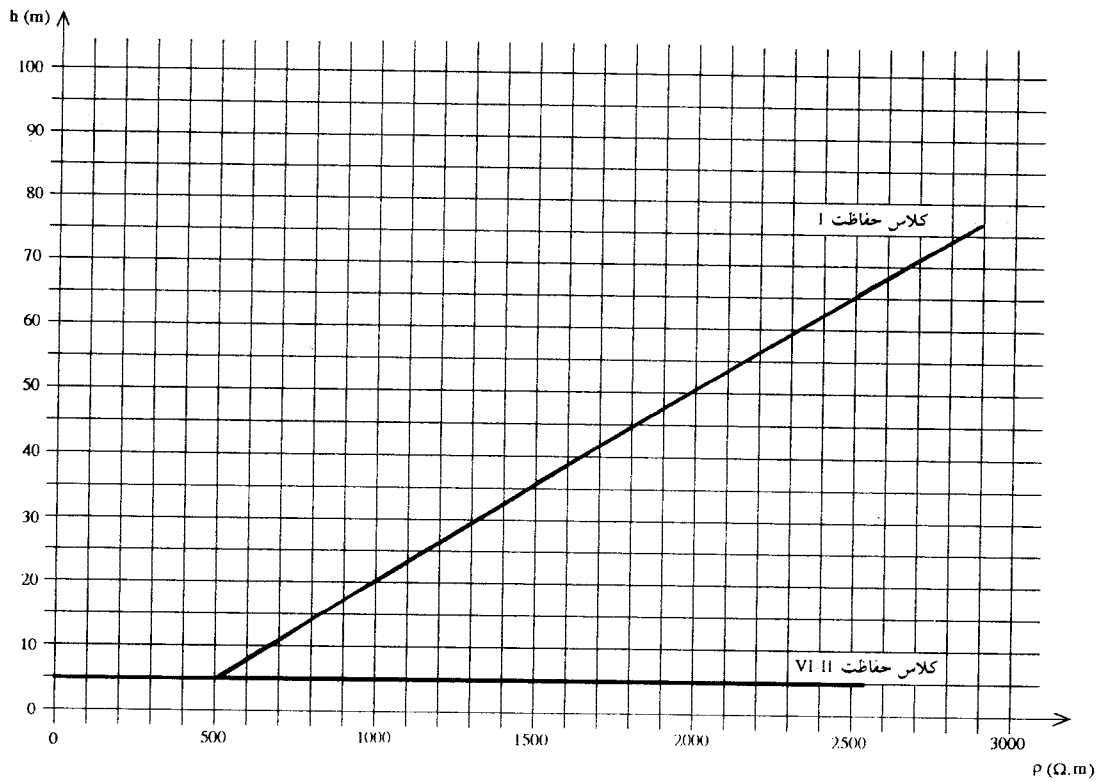
در مواردی که سقفهای مسطح یا با شیب ملایم، دارای ابعادی متجاوز از ۱۵ متر باشد، فواصل میانی نصب پایانه‌های هوایی باید حداکثر ۱۵ متر در نظر گرفته شود (شکل ۲۲ پ و ت).

برای محاسبه ساختمان سیلو ضوابط مندرج در بند ۱۷-۳-۲-۳ نیز باید رعایت شود.

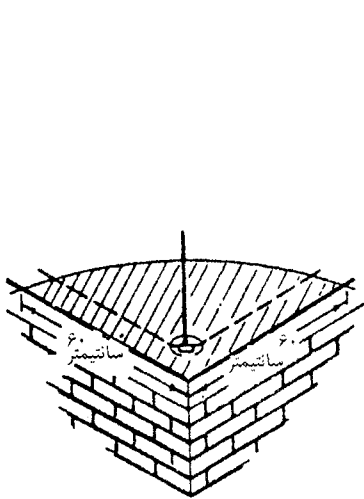
۱۷-۴-۱-۲- حداقل ابعاد تسمه مسی شبکه مشبک اتصال پایانه‌های هوای در پشت

بام برای سطح تا ۱۸۰۰ متر مربع باید ۳×۲۰ میلیمتر و بیشتر و بر ۱۸ متر مربع ۳×۲۵ میلیمتر یا بیشتر باشد.

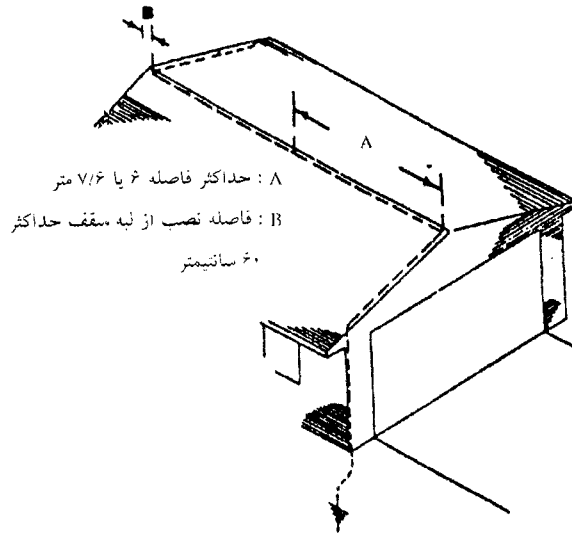
۱- برای شرح کامل و جزئیات بیشتر به استاندارد رجوع شود.



شکل ۲۱: حداقل طول الکترودهای پایانه زمینی بر حسب کلاس حفاظت و میزان مقاومت زمین برابر استاندارد IEC 1024-1.

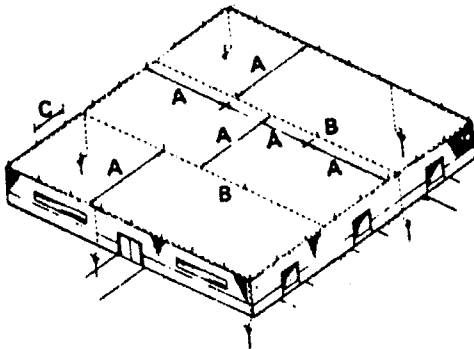


ب) محل نصب در گوشه ها



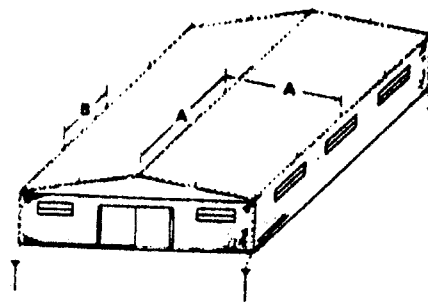
۸ : حداکثر فاصله ۶ یا ۷/۶ متر
 B : فاصله نصب از لبه سقف حداکثر
 ۶۰ سانتیمتر

الف) فواصل نصب بر روی خط الراس
 سقفهای شیبدار



۸ : حداکثر فاصله ۱۵ متر
 B : در صورتی که مسیر این گونه هادیها از ۴۵ متر
 متجاوز باشد باید در ۴۵ متری به هادی اصلی
 پیرامونی یا هادی نزولی متصل شود
 C : حداکثر فاصله ۶ متر یا ۷/۶ متر

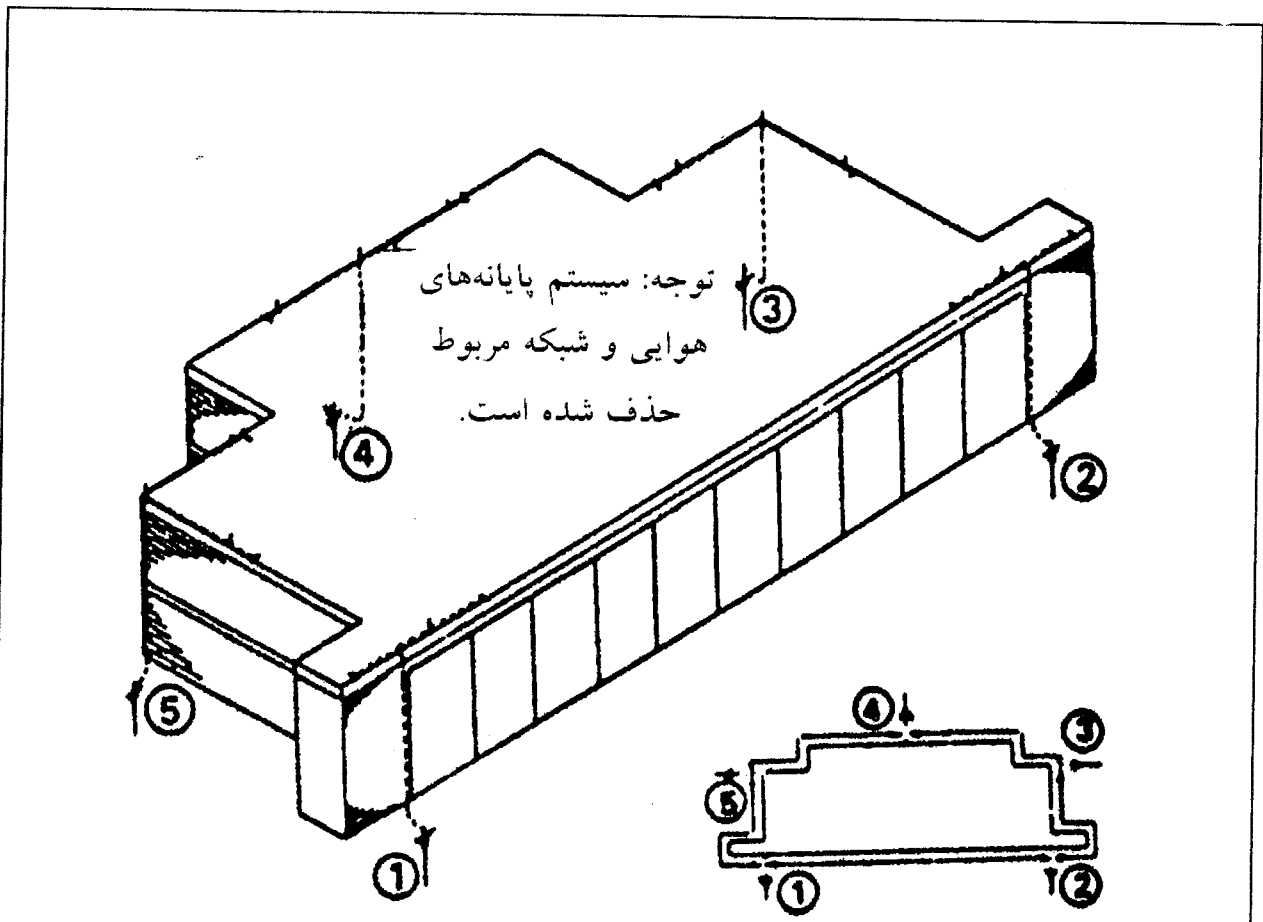
ث) فواصل نصب پیرامونی و میانی
 برای سقفهای مسطح



۸ : حداکثر فاصله ۱۵ متر
 B : حداکثر فاصله ۶ متر یا ۷/۶ متر

ب) فواصل نصب پیرامونی و میانی
 برای سقفهای با شیب ملایم

شکل ۲۲ : فواصل نصب پلایانه‌های هوایی قفس فاراده



فواصل نصب هادیهای نزولی

۴۰ متر	۲ تا ۱
۲۶ متر	۳ تا ۲
۲۶ متر	۴ تا ۳
۲۶ متر	۵ تا ۴
۲۶ متر	۱ تا ۵
۱۴۴ متر	کل پیرامون
۵	تعداد هادیهای نزولی لازم

شکل ۲۳: نمونه توزیع و تعداد هادیهای نزولی با روش احتساب پیرامونی برای ساختمان مورد حفاظت

۱۷-۴-۱-۵- در مواردی که طراحی پایانه‌های هوایی بر اساس شکلی از قفس فاراده برابر استاندارد IEC 1024-1 انجام می‌شود، ترتیب استقرار سیستم پایانه‌های هوایی باید به گونه‌ای باشد که شرایط مندرج در جدول ۷ تامین شود. در این گونه موارد ممکن است یکی از روشهای زیر به طور مستقل یا با ترکیبی از روشهای دیگر مورد استفاده قرار گیرد.

الف- زاویه حفاظتی

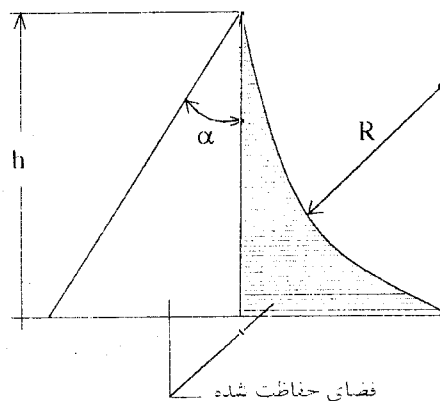
ب- گوی غلطان

پ- شبکه‌بندی

جدول ۷: استقرار پایانه‌های هوایی برابر کلاس حفاظت

پهنای شبکه (متر)	۶۰	۴۵	۳۰	۲۰	h (متر)	کلاس حفاظت
	$\alpha^{(*)}$	$\alpha^{(*)}$	$\alpha^{(*)}$	$\alpha^{(*)}$	R (متر)	
۵	*	*	*	۲۵	۲۰	I
۱۰	*	*	۲۵	۳۵	۳۰	II
۱۰	*	۲۵	۳۵	۴۵	۴۵	III
۲۰	۲۵	۳۵	۴۵	۵۵	۶۰	IV

* - روشهای گوی غلطان و شبکه فقط در این موارد به کار می‌رود.



۱۷-۴-۱-۶- متوسط فاصله بین هادیهای نزولی با توجه به کلاس حفاظت برابر

استاندارد IEC 1024-1 به قرار جدول ۸ خواهد بود و در تمامی موارد حداقل باید

دوهادی نزولی در نظر گرفته شود.

جدول ۸: متوسط فاصله بین هادیهای نزولی بر اساس کلاس حفاظت

متوسط فاصله (متر)	کلاس حفاظت
۱۰	I
۱۵	II
۲۰	III
۲۵	IV

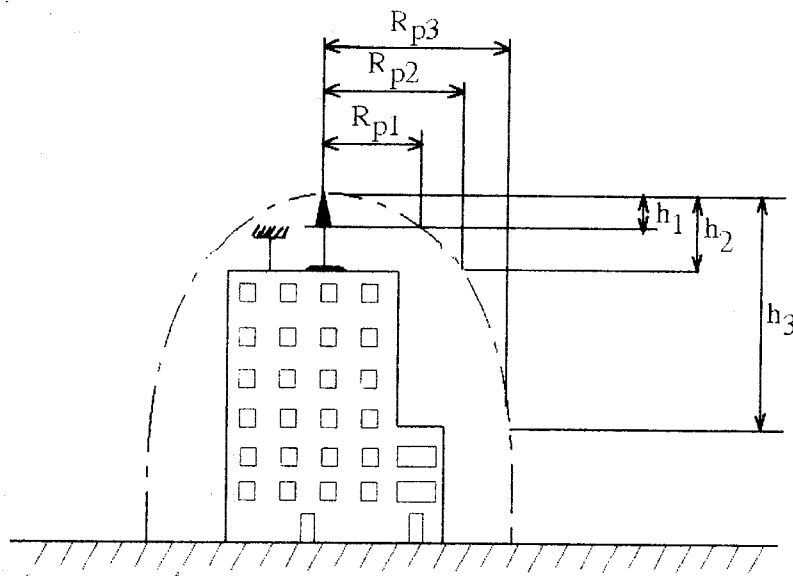
۱۷-۴-۲- سیستم برقگیر مولد برق اولیه (ESE) موسوم به الکترونیک

۱۷-۴-۲-۱- سیستم برقگیر الکترونیکی (ESE) بر اساس استاندارد NFC 17-102

برای محافظت ساختمانهای عادی با ارتفاع کمتر از ۶۰ متر و فضاهای باز ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.

۱۷-۴-۲-۲- محدوده حفاظتی هر برقگیر الکترونیک، از گردش شعاعهای حفاظتی

(R_{pn}) حاصل از ارتفاعهای مختلف (h_n) حول محور آن به وجود می‌آید. (شکل ۲۴)



شکل ۲۴: محدوده و شعاعهای حفاظت برقگیر الکترونیک

۱۷-۴-۲-۳- شعاع حفاظت هر برقگیر الکترونیک (R_p) بستگی به ارتفاع نوک آن نسبت به سطح مورد حفاظت (h)، پیشروی زمان تخلیه (ΔT) و انتخاب کلاس حفاظت^۱ مورد نیاز دارد که به شرح زیر محاسبه و تعیین می‌شود:

الف- در مواردی که $h \geq 5 \text{ m}$ باشد، شعاع حفاظت با توجه به کلاس حفاظت مورد نظر ممکن است از فرمول [۱] یا منحنیها و جداول مندرج در شکل‌های ۲۵-الف، ب و پ بدست آید.

ب- در مواردی که $h < 5 \text{ m}$ باشد، شعاع حفاظت باید با استفاده از منحنیهای مندرج در شکل‌های ۲۵-الف، ب و پ تعیین شود.

$$R_p = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)} \quad [1]$$

R_p : شعاع حفاظت برقگیر.

h : ارتفاع نوک میله برقگیر از سطح مورد حفاظت

D : قطر کره فرض با توجه به کلاس حفاظت یا فاصله برخورد صاعقه

ΔL : فاصله‌ای که برقگیر نقطه دریافت آذرخش را برابر نظریه گوی فرضی^۲ از نوک پایانه هوایی دور می‌کند.

۱۷-۴-۲-۴- کلاس حفاظت، که طبقه‌بندی سیستم حفاظتی برقگیر الکترونیک در برابر آذرخش است و سطح کارایی آن را بیان می‌کند، در این استاندارد به سه طبقه به شرح زیر تقسیم شده است:

کلاس I, $D = 20 \text{ m}$ حداکثر حفاظت

کلاس II, $D = 45 \text{ m}$ حفاظت متوسط

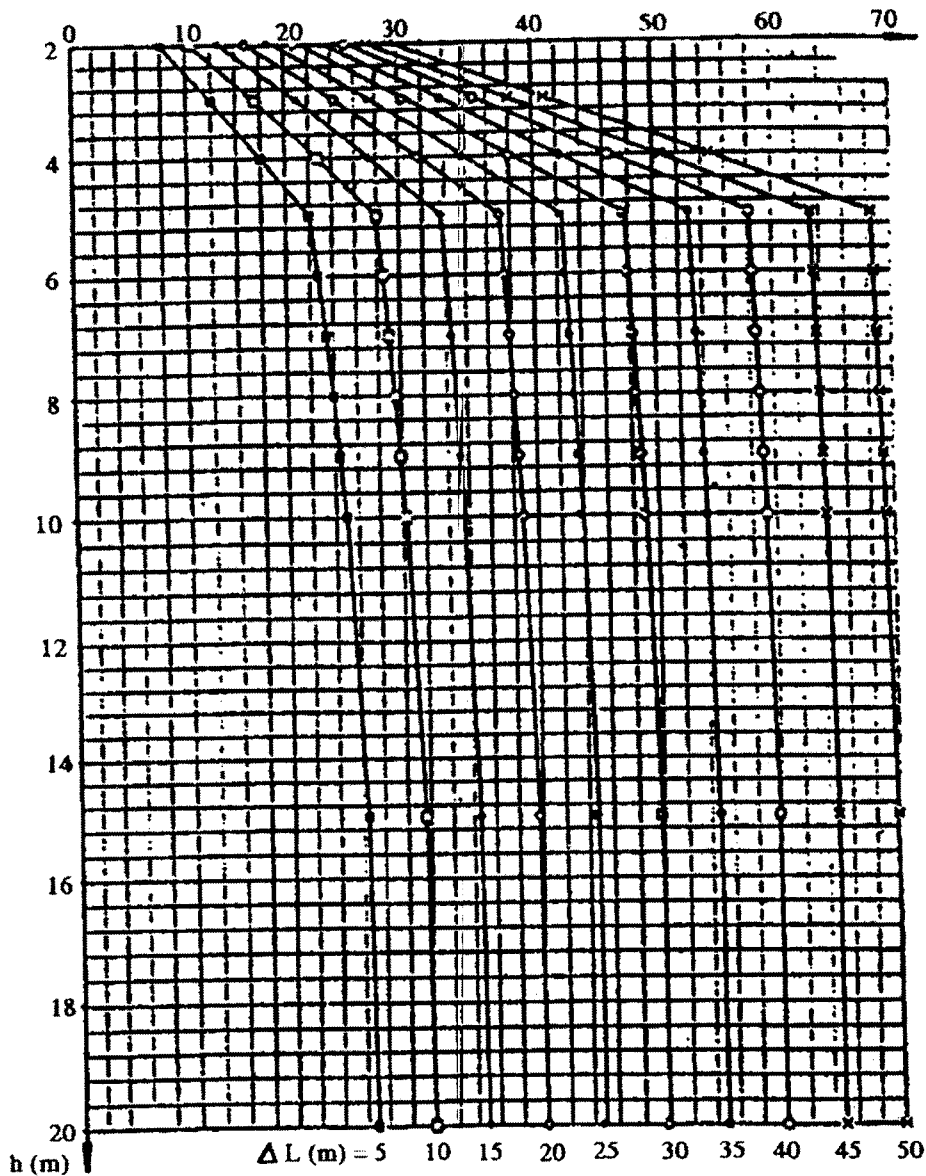
کلاس III, $D = 60 \text{ m}$ حفاظت استاندارد

۱۷-۴-۲-۵- محاسبه نوع و تعداد برقگیر نوع الکترونیک لازم برای محافظت کامل هر ساختمان و یا مجموعه ساختمانها، در یک فضا بستگی به سطح ساختمان و یا فضای تحت محافظت در برابر آذرخش دارد.

۱- برای ارزیابی میزان ریسک و انتخاب کلاس حفاظت مورد لزوم به پیوست B از استاندارد NFC 17-102 مراجعه شود.

۲- برای شرح نظریه گوی فرضی Fictitious sphere به پیوست A از استاندارد NFC 17-102 رجوع شود

۱۷-۴-۲-۶- برای محاسبه نوع و تعداد برقگیر نوع الکترونیک لازم و حداقل ارتفاع آن از بالاترین نقطه سطح پشت بام ساختمان باید یک بررسی مقدماتی به منظور تعیین کلاس حفاظت لازم با توجه به ضریب تناوب آذرخش، شرایط محیطی، نوع و محتوای ساختمان، نوع تصرف و مخاطرات ناشی از آذرخش مطابق ضوابط مندرج در بند ۲-۱-۲ و ضمیمه B از استاندارد NFC 17-102 به عمل آید و سپس شعاع حفاظت مورد لزوم برابر ضوابط محاسباتی بندهای ۱۷-۴-۲-۳ و ۱۷-۴-۲-۴ این فصل تعیین شود. (برای تسهیل در ارزیابی مخاطرات آذرخش و انتخاب کلاس حفاظت مورد لزوم برابر ضوابط مندرج در پیوست B از استاندارد NFC 17-102 نرم افزارهای مناسبی از طرف سازندگان این نوع تجهیزات ارائه شده است که ممکن است مورد استفاده قرار گیرد).



D (m)										
20										
ΔL(m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
h (m)	Rp (m)									
20	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
25	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
30	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
35	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
40	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
45	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
50	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
55	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
60	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00

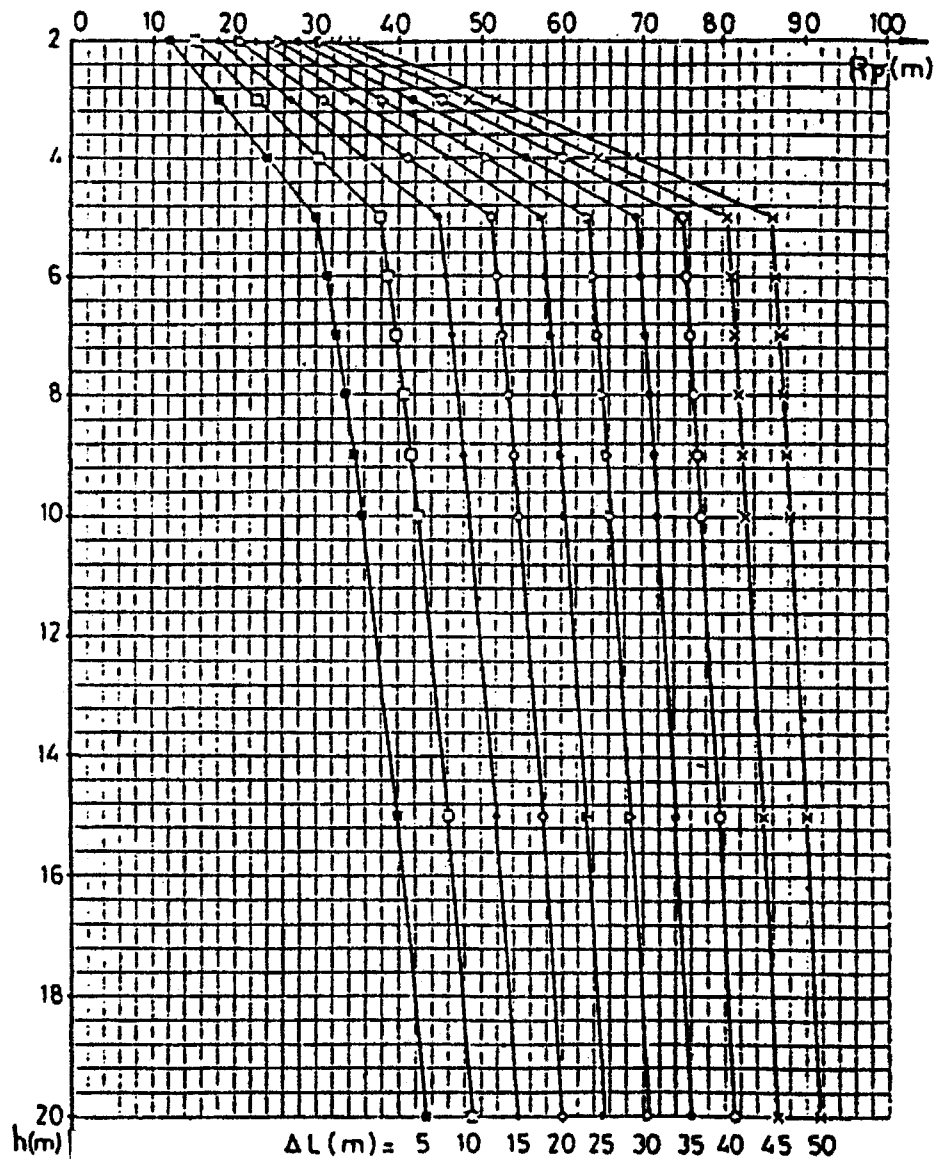
D(m): فاصله برخورد یا شعاع گوی غلطان بر حسب متر.

ΔL(m): فاصله‌ای که نقطه دریافت آذرخش از نوک میله برقیگیر دور می شود بر حسب متر.

h(m): اختلاف ارتفاع بین نوک پایانه هوایی و سطح افقی مورد نظر بر حسب متر.

Rp(m): شعاع حفاظت در سطح افقی مورد نظر بر حسب متر.

شکل ۲۵- الف: شعاع حفاظت برقیگیر الکترونیک با کلاس I (D = 20m)



D (m)										
45										
ΔL(m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
h (m)	Rp (m)									
20	43.30	48.99	54.54	60.00	65.38	70.71	75.99	81.24	86.46	91.65
25	45.83	51.23	56.57	61.85	67.08	72.28	77.46	82.61	87.75	92.87
30	47.70	52.92	58.09	63.25	68.37	73.48	78.58	83.67	88.74	93.81
35	48.99	54.08	59.16	64.23	69.28	74.33	79.37	84.41	89.44	94.47
40	49.75	54.77	59.79	64.81	69.82	74.83	79.84	84.85	89.88	94.87
45	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00
50	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00
55	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00
60	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00

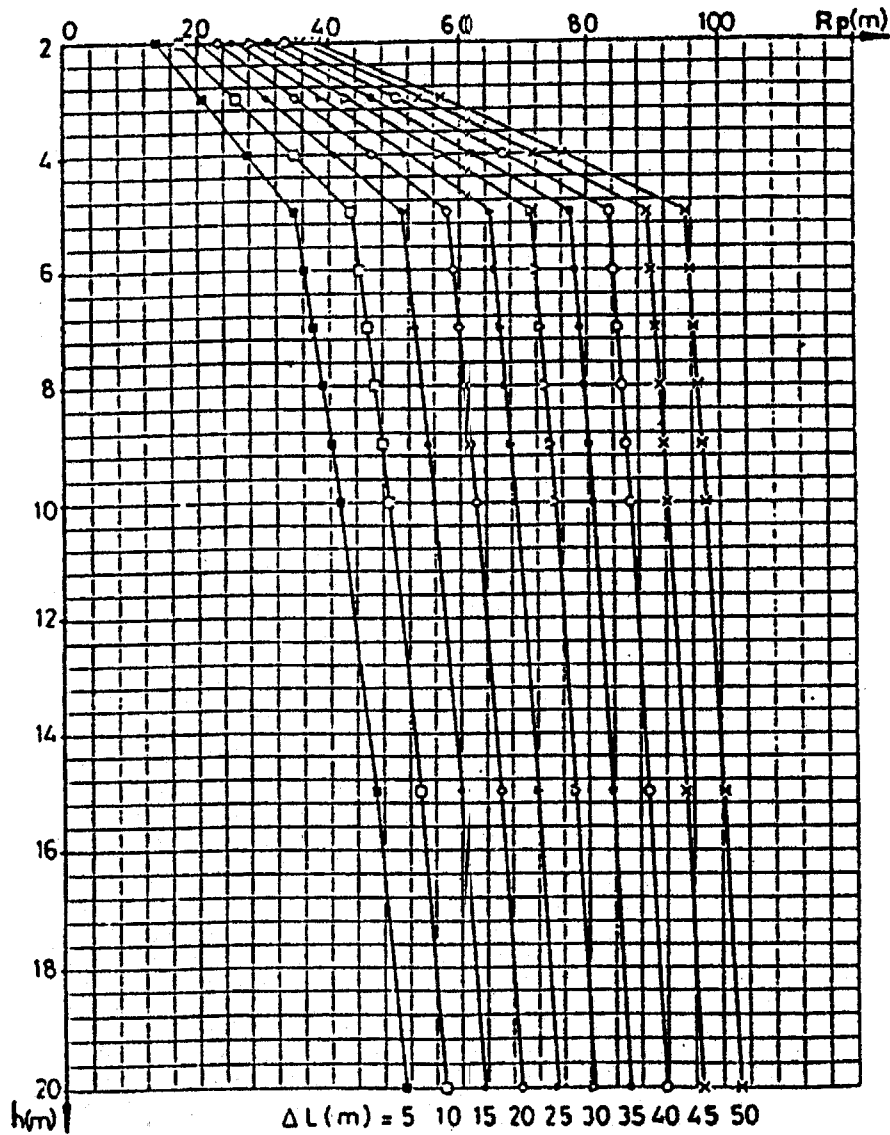
D(m): فاصله برخورد یا شعاع گوی غلطان بر حسب متر.

ΔL(m): فاصله‌ای که نقطه دریافت آذرخش از نوک میله برقیگیر دور می شود بر حسب متر.

h(m): اختلاف ارتفاع بین نوک پایانه هوایی و سطح افقی مورد نظر بر حسب متر.

Rp(m): شعاع حفاظت در سطح افقی مورد نظر بر حسب متر.

شکل ۲۵- ب: شعاع حفاظت برقیگیر الکترونیک با کلاس II (D = 45m)



D (m)										
45										
ΔL(m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
h (m)	Rp (m)									
20	51.23	57.45	63.44	69.28	75.00	80.62	86.17	91.65	97.08	102.47
25	54.77	60.62	66.33	71.94	77.48	82.92	88.32	93.67	98.99	104.28
30	57.66	63.25	68.74	74.15	79.53	84.85	90.14	95.39	100.62	105.83
35	60.00	65.38	70.71	75.99	81.24	86.48	91.65	96.82	101.98	107.12
40	61.85	67.08	72.28	77.46	82.61	87.75	92.87	97.98	103.08	108.17
45	63.25	68.37	73.48	78.58	83.67	88.74	93.81	98.87	103.92	108.97
50	64.23	69.28	74.33	79.37	84.41	89.44	94.47	99.50	104.52	109.54
55	64.81	69.82	74.83	79.84	84.85	89.86	94.87	99.87	104.88	109.89
60	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00

D(m): فاصله برخورد یا شعاع گوی غلطان بر حسب متر.

ΔL(m): فاصله‌ای که نقطه دریافت آذرخش از نوک میله برقیگیر دور می شود بر حسب متر.

h(m): اختلاف ارتفاع بین نوک پایانه هوایی و سطح افقی مورد نظر بر حسب متر.

Rp(m): شعاع حفاظت در سطح افقی مورد نظر بر حسب متر.

شکل ۲۵- پ: شعاع حفاظت برقیگیر الکترونیک با کلاس حفاظت III (D = 60m)

۱۷-۵ اصول و روشهای نصب سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش

۱۷-۵-۱- برقگیر نوع قفس فاراده یا شکلی از آن

۱۷-۵-۱-۱ در انواع مختلف ساختمانها و بناها ممکن است از سر میله برقگیر تک

شاخه یا چند شاخه استفاده شود. (شکل ۲۰)

۱۷-۵-۱-۲ ارتفاع میله برقگیر از سر میله تا سطح محل نصب باید حداقل یک متر

یا بیشتر باشد.

۱۷-۵-۱-۳ فواصل نصب میلههای برقگیر و شبکه هادیها بر حسب استاندارد مورد

مراجعه، طول میلهها و نوع سقف متفاوت است؛ در مواردی که از استاندارد

NFPA 78 استفاده می شود برابر ضوابط مندرج در بند ۱۷-۴-۱ و در مواردی که

استاندارد IEC 1024-1 به کار می رود برابر معیارهای تعیین شده در بند ۱۷-۴-۱-۵

خواهد بود.

۱۷-۵-۱-۴ کلیه گوشه های خارجی ساختمان باید دارای میله برقگیر باشد حتی اگر

فواصل آن خیلی کم باشد.

۱۷-۵-۱-۵ کلیه میله های برقگیر نصب شده در یک ساختمان باید به وسیله تسمه

مسی به یکدیگر متصل شده و یک شبکه مشبک بسته را تشکیل دهد.

۱۷-۵-۱-۶ اسکلت فلزی ساختمانهای اسکلت فلزی و یا آرماتورهای ساختمانهای

بتن آرمه در چندین نقطه در پشت بام و بالای پی ساختمان باید به شبکه برقگیر

همبندی همپتانسیل شود. برای این منظور باید در هنگام ساختن اسکلت فلزی و یا

بستن آرماتورها پیش بینی لازم به عمل آید تا در زمان نصب سیستم برقگیر هیچگونه

اشکالی به وجود نیاید.

۱۷-۵-۱-۷- کلیه قسمت‌های فلزی موجود در پشت بام سیلو از قبیل سقف شیروانی یا سایبان فلزی و مانند آن باید به شبکه برقگیر همبندی همپتانسیل شود.

۱۷-۵-۱-۸- در نقاط اتصال اسکلت فلزی، آرماتور یا دیگر قسمت‌های فلزی ساختمان به شبکه برقگیر باید از به کار بردن وسایل، قطعات و بست‌های قابل زنگ زدن جدا خودداری شود.

۱۷-۵-۱-۹- میله‌های برقگیر دور ساختمان باید روی دست‌اندازه‌های پشت بام نصب شود.

۱۷-۵-۱-۱۰- حلقه^۱ اتصال میله‌های برقگیر دور ساختمان نیز باید روی دست‌انداز پشت بام نصب شود.

۱۷-۵-۱-۱۱- کلیه تسمه‌های ارتباطی (نزولی) بین شبکه مشبک پشت بام و پایانه‌های اتصال زمین باید حتی‌الامکان با فواصل یکسان و از روی بدنه خارجی ساختمان و در خط مستقیم کشیده شود.

۱۷-۵-۱-۱۲- تسمه‌های ارتباطی به هیچ وجه نباید از داخل لوله‌های فلزی عبور داده شود.

۱۷-۵-۱-۱۳- تسمه‌های مورد مصرف برای نصب شبکه مشبک و همچنین به عنوان هادی‌های نزولی سیستم برقگیر باید از نوع حلقه‌ای بوده و از مصرف تسمه‌های شاخه‌ای، که اتصالات اضافی به وجود می‌آورد، خودداری شود.

۱۷-۵-۱-۱۴- میله‌های برقگیر باید با پایه متناسب با محل استقرار، نصب و به تسمه شبکه مشبک متصل شود. انواع پایه‌های مختلف برای نصب میله برقگیر در شکل‌های (۲۶ و ۲۷) نشان داده شده است.

۱۷-۵-۱-۱۵- کلیه تسمه‌های تشکیل دهنده شبکه مشبک در نقاط تقاطع باید با اتصالات متناسب به یکدیگر متصل شود. انواع مختلف اتصالات در شکل (۲۸) نشان داده شده است.

۱۷-۵-۱-۱۶- تمامی تسمه‌ها باید با بستهای مناسب به کف یا دیوار دست‌انداز بام و مانند آن کاملاً مستحکم شود. انواع بستها در شکل (۱۹) رسم شده است.

۱۷-۵-۱-۱۷- اتصال پایانه‌های زمینی سیستم‌های حفاظت در برابر آذرخش به سیستم اتصال زمین سایر تاسیسات برقی ساختمان در آیین‌نامه‌ها و استانداردها مشروط بر رعایت موارد زیر توصیه شده است:

الف- طراحی و اجرای سیستم حفاظت در برابر آذرخش باید با ضوابط و مقررات مندرج در یکی از استانداردهای نامبرده در بند ۱۷-۳-۱ دقیقاً مطابقت نماید.

ب- سیستم همچنین باید با ضوابط و استانداردهای سایر تاسیسات مربوط نیز مطابقت نماید.

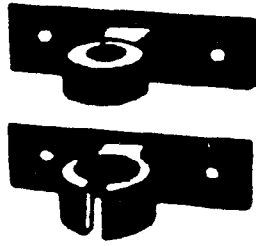
پ- سیستم اتصال زمین عمومی باید متشکل از یک شبکه گسترده‌ای^۱ باشد که حداکثر مقاومت الکتریکی کل آن برابر با کمترین مقدار تعیین شده برای هر یک از سیستمهای مورد نظر باشد.

ت- لوازم فلزی به کار رفته در سیستمهای مختلف باید از یک جنس باشد.

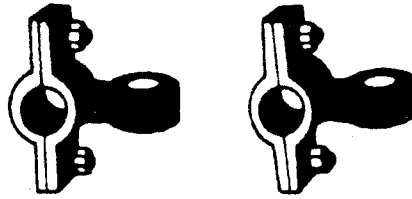
1- Grounding pad/grid

ث- در مواردی که اتصال بین سیستمها در داخل ساختمان صورت می‌گیرد، مسیر هادی اتصال‌دهنده باید به گونه‌ای تعیین شود که موجب القاء جریان برق در کابلها و تاسیسات مجاور آن نشود.

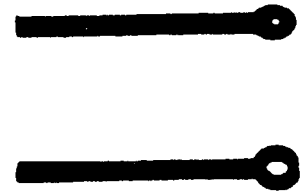
ج- اتصال سیستمهای پایانه زمینی حفاظت در برابر آذرخش به مدار زمین پی ساختمان باید درست در برابر هر هادی نزولی با استفاده از یک وسیله قابل قطع و یک محفظه بازرسی که با علامت مخصوص اتصال زمین ⏏ نشانه‌گذاری شده باشد، انجام شود.



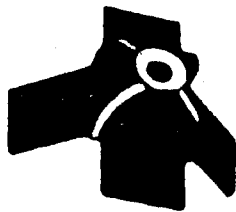
۳- پایه مخصوص نصب روی دیوار و یا نرده با مقطع چهارگوش



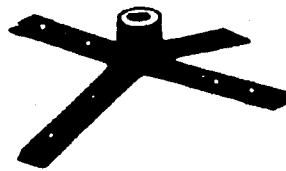
۲- پایه مخصوص نصب روی نرده با مقطع گرد



۱- پایه مخصوص نصب در دیوار



۶- پایه مخصوص نصب در بالای پشت‌بامهای شیب‌دار



۵- پایه مخصوص نصب در بالای پشت‌بامهای شیب‌دار



۴- پایه مخصوص نصب در بالای پشت‌بامهای شیب‌دار



۹- پایه مخصوص نصب روی دست‌انداز و یا کف پشت‌بام



۸- پایه مخصوص نصب روی ساختمانهای سوله



۷- پایه مخصوص نصب روی پشت‌بامهای شیب‌دار



۱۲- پایه مخصوص نصب در داخل ستون و یا دست‌انداز

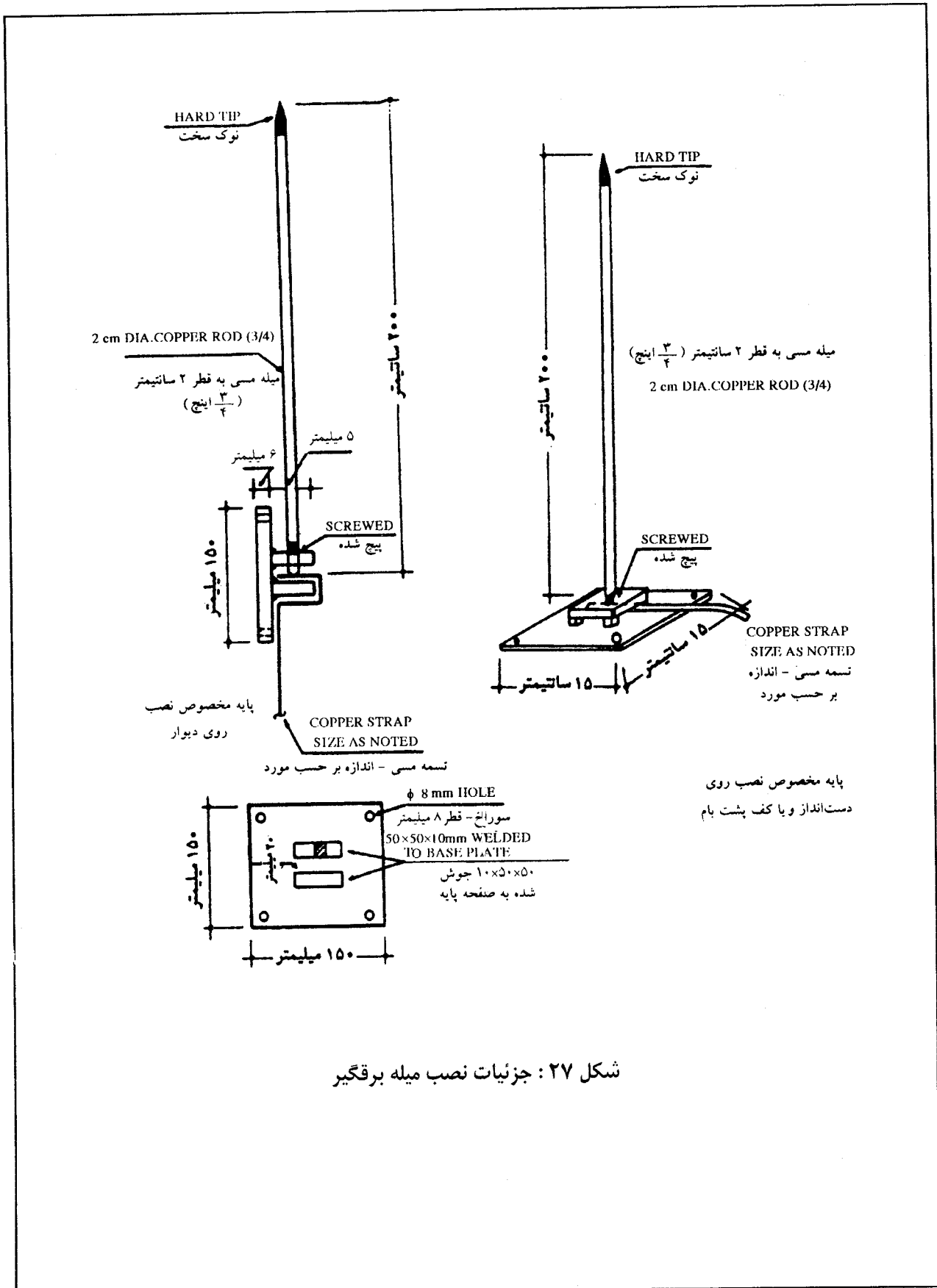


۱۱- پایه مخصوص اتصال میله برقگیر به تسمه

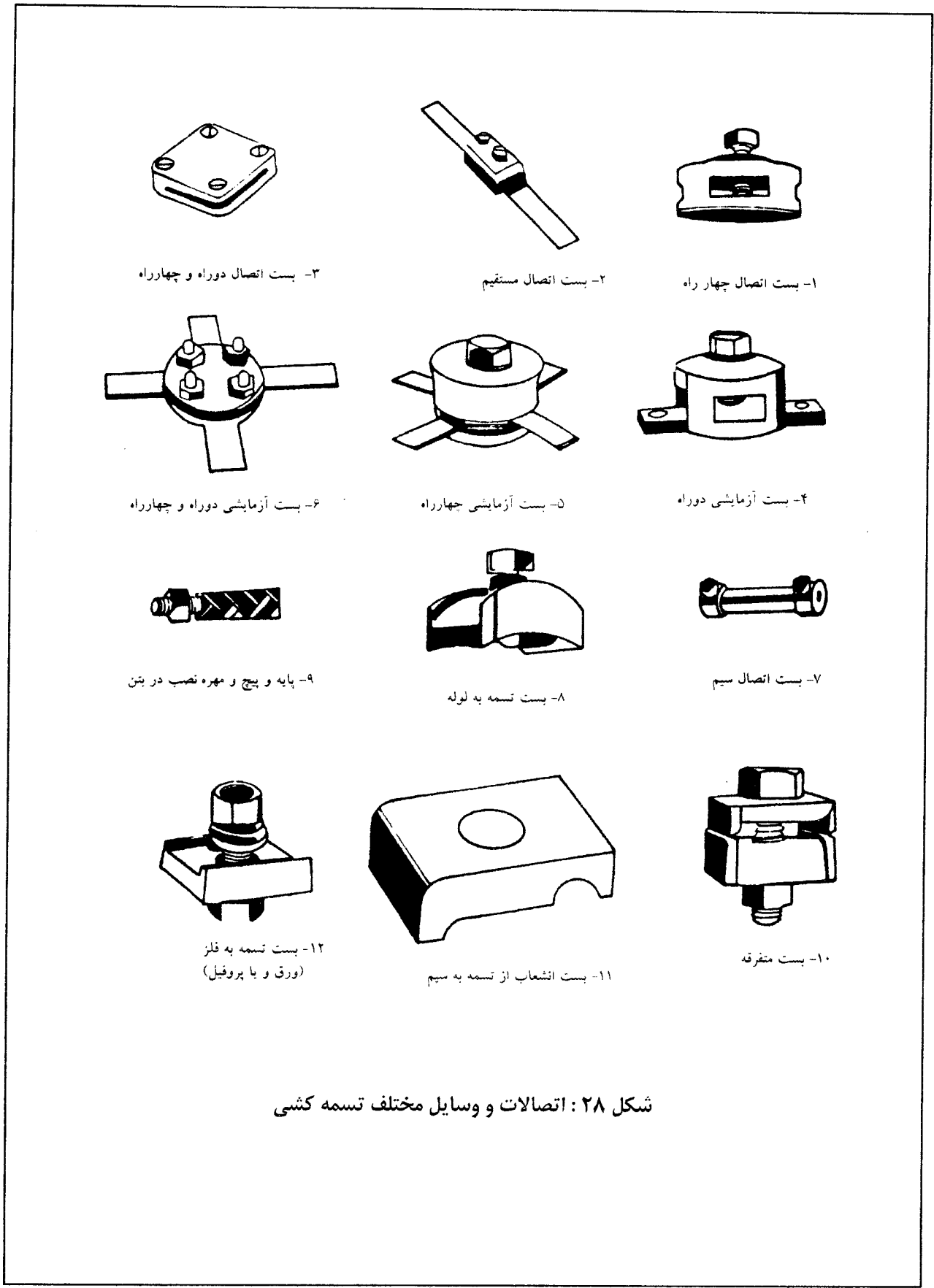


۱۰- پایه مخصوص نصب روی دودکش

شکل ۲۶: پایانه‌های مختلف برای نصب میله برقگیر



شکل ۲۷: جزئیات نصب میله برقگیر



شکل ۲۸: اتصالات و وسایل مختلف تسمه کشی

۱۷-۵-۲- اصول و روشهای نصب سیستم برقگیر الکترونیک (ESE)

۱۷-۵-۲-۱- دستگاه برقگیر نوع الکترونیک باید حدوداً در مرکز سطح مورد حفاظت و در بالاترین قسمت ساختمان روی دکل مناسب نصب شود.

۱۷-۵-۲-۲- در تعیین ارتفاع دکل برقگیر الکترونیکی، علاوه بر رعایت ضوابط مندرج در بندهای ۱۷-۴-۲-۳ تا ۱۷-۴-۲-۶ این فصل، باید دقت کافی به عمل آید که نوک میله مرکزی پایانه هوایی حداقل دو متر بالاتر از وسایل نصب شده یا موجود در سطح مورد حفاظت اطراف برقگیر مانند دودکش موتورخانه، برج خنک‌کننده، کلاهک هواکش، آنتن‌های گیرنده یا فرستنده رادیو یا تلویزیون، چراغهای هشداردهنده هوایی و غیره قرار گرفته باشد.

۱۷-۵-۲-۳- در ساختمانهای مرتفع برای اعلام خطر باید در بالاترین نقطه دکل (زیر دستگاه برقگیر الکترونیک) و در روی بازوی جداگانه چراغ هشداردهنده هوایی نصب شود.

۱۷-۵-۲-۴- برقگیرهای الکترونیکی مورد استفاده برای حفاظت فضاهای باز همچون زمین بازی، استخر شنا، اردوگاه و مانند آن باید بر روی تکیه‌گاههای مناسب مانند دکل ویژه نصب برقگیر یا سازه مناسب دیگری که پوشش حفاظتی مورد نیاز فضای مورد نظر را تامین کند نصب شود.

۱۷-۵-۲-۵- هادیهای نزولی که برای انتقال جریان برق ناشی از اذرخش از سیستمهای پایانه هوایی به سیستم پایانه زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد باید در سطوح خارجی سازه مورد نظر نصب شود. در مواردی که استفاده از مسیر خارجی ساختمان عملی نباشد، هادیهای نزولی ممکن است از درون مجاری داخلی ویژه‌ای که دارای طولی برابر با ارتفاع ساختمان یا بخشی از آن باشد عبور نماید. این گونه مجاری باید عایق، غیرقابل اشتعال و دارای سطح مقطعی حداقل برابر ۲۰۰۰ میلیمتر

مربع یا بیشتر بوده و در اجرای آن شرایط مربوط به هادیهای نزولی رعایت شود. مجری سیستم تاسیسات برقی، هنگام استفاده از مجاری داخلی باید نسبت به کاهش کارایی سیستم حفاظتی مربوط و مشکلات بازرسی و نگهداری آن و همچنین مخاطرات ناشی از ورود موج ولتاژ بالا به درون سازه آگاه باشد.

۱۷-۵-۲-۶- در مواردی که سطح خارجی ساختمان یا سازه به وسیله دیوار پرده‌ای^۱ فلزی، سنگی، یا شیشه‌ای پوشیده شده باشد، هادی نزولی ممکن است در پشت پوشش نامبرده به دیوار بتنی یا سازه باربر نصب شود. در این گونه موارد اجزاء پوششی هادی و سازه نگهدار باید از بالا و پایین به هادی نزولی پیوند^۲ یابد.

۱۷-۵-۲-۷- هر برقگیر الکترونیکی باید به وسیله حداقل یک هادی نزولی به سیستم پایانه زمینی متصل شود. در موارد زیر دو هادی نزولی یا بیشتر مورد نیاز خواهد بود:
الف- تصویر هادی نزولی افقی بزرگتر از تصویر هادی نزولی عمودی باشد
(شکل ۲۹)

ب- در صورتی که سیستم تاسیسات حفاظت خارجی ساختمان در برابر آذرخش بر روی سازه‌های بلندتر از ۲۸ متر نصب شود.
در مواردی که بیش از یک هادی نزولی مورد استفاده قرار گیرد هادیها باید با فواصل مساوی از یکدیگر استقرار یابد.

۱۷-۵-۲-۸- حداقل سطح مقطع هادیهای نزولی، در صورتی که از سیم مسی با مقطع گرد باشد ۵۰ میلیمتر مربع، در صورتی که از تسمه مسی باشد (۳۰×۲) میلیمتر و چنانچه از سیم مسی بافته انتخاب شود (۳۰×۲/۵) میلیمتر خواهد بود.

۱۷-۵-۲-۹- تسمه‌های مورد مصرف برای هادیهای نزولی باید از نوع حلقه‌ای بوده و از مصرف تسمه‌های شاخه‌ای، که اتصالات اضافی به وجود می‌آورد، خودداری شود.

1- Curtain- wall

2- Bond

۱۷-۵-۲-۱۰- کلیه تسمه‌ها یا سیمها باید با بستهای مناسب و به صورت سه عدد و در هر متر به کف بام یا دیوار ساختمان و مانند آن با در نظر گرفتن میزان انبساط حرارتی کاملاً محکم شود. انواع بستها در شکل ۲۸ نشان داده شده است.

۱۷-۵-۲-۱۱- هادیهای نزولی باید با توجه به محل پایانه زمینی در کوتاهترین و مستقیم‌ترین مسیر ممکن و بدون خمهای تند یا برگشت به بالا نصب شود. شعاع خمها نباید از ۲۰ سانتیمتر کمتر باشد (شکل ۳۰)

۱۷-۵-۲-۱۲- هادیهای نزولی نباید به موازات لوله‌های برق یا به صورت متقاطع با آن نصب شود، لیکن در مواردی که عبور لوله‌های برق از روی هادیهای نزولی غیرقابل اجتناب باشد، لوله برق باید در داخل یک حفاظ فلزی به طول یک متر از نقطه تقاطع به هر طرف قرار داده شده و حفاظ مزبور به هادی نزولی متصل شود.

۱۷-۵-۲-۱۳- هادیهای نزولی باید در برابر ضربه و آسیب به وسیله حفاظ مناسب به ارتفاع دو متر از سطح زمین محافظت شود.

۱۷-۵-۲-۱۴- به منظور قطع سیستم پایانه زمینی و اندازه‌گیری میزان مقاومت اتصال زمین، هر هادی نزولی باید به یک جعبه اتصال آزمون همراه با تیغه و سایر تجهیزات مربوط مجهز شود. (به بندهای ۱۶-۲-۹، ۱۷-۱-۲-۵ و شکل ۱۷ رجوع شود) این گونه جعبه‌ها باید در ارتفاع حداقل ۱/۵ متر از سطح زمین نصب و عبارت "هادی برقگیر" همراه با نشانه \perp بر روی آن به صورت دائمی نوشته شود.

۱۷-۵-۲-۱۵- در مواردی که از آذرخش شمار استفاده می‌شود، دستگاه نامبرده باید بر روی مستقیم‌ترین هادی نزولی و در ارتفاع حدود دو متری از سطح زمین و در بالای جعبه اتصال آزمون نصب شود.

۱۷-۵-۲-۱۶- به منظور جلوگیری از ایجاد جرقه‌های خطرناک بین هادیهای حامل جریان آذرخش و قسمت‌های فلزی نزدیک آن (در مواردی که فاصله ایمن موجود نباشد) کلیه بخشهای مزبور باید به سیستم هادیهای نزولی همبندی همپتانسیل شود. بنابراین تمامی قسمت‌های فلزی موجود در پشت بام از قبیل سقف شیروانی یا سایبان فلزی، درب و پنجره فلزی و مانند آن که فواصل آن از هادیهای نزولی (d) کمتر از فاصله ایمنی (s) باشد، باید به سیستم هادیهای نزولی همبندی شود. (برای چگونگی محاسبه فاصله ایمنی به بند ۲-۱-۳ از استاندارد NFC 17-102 رجوع شود).

۱۷-۵-۲-۱۷- اسکلت فلزی ساختمانهای اسکلت فلزی و یا آرماتورهای ساختمانهای بتن آرمه در چندین نقطه در پشت بام و بالای پی ساختمان باید به هادیهای نزولی اتصال داده شود. برای این منظور باید در هنگام ساختن اسکلت فلزی و یا بستن آرماتورها پیش‌بینی لازم به عمل آید تا در زمان نصب سیستم برقگیر هیچگونه اشکالی به وجود نیاید.

۱۷-۵-۲-۱۸- در مواردی که سیستم تاسیسات حفاظت داخلی ساختمان در برابر آذرخش مورد نیاز است، باید بخشهای فلزی داخلی ساختمان به وسیله هادیهای مسی همپتانسیل با حداقل سطح مقطع ۱۶ میلیمتر مربع به یک شمش یا میله مسی همپتانسیل با حداقل سطح مقطع ۷۵ میلیمتر مربع همبندی و سپس شمش مزبور به نزدیکترین نقطه مدار اتصال زمین متصل شود. برای ساختمانهای بزرگ ممکن است از چندین شمش همبندی همپتانسیل متصل به هم استفاده گردد. در مواردی که سیستمهای تاسیسات برقی یا مخابراتی با استفاده از هادیهای حفاظ دار، یا در لوله‌های فلزی اجرا می‌شود، اتصال حفاظ هادیا یا لوله‌های فلزی به سیستم اتصال زمین معمولاً حفاظت لازم را تامین می‌کند، در این گونه موارد در صورت عدم تامین حفاظت لازم، هادیهای فعال باید از طریق برقگیرهای حفاظتی^۱ به سیستم حفاظت در برابر آذرخش همبندی شود.

۱۷-۵-۲-۱۹- اتصال پایانه‌های زمینی سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش به شبکه

اتصال زمین سایر تاسیسات برقی ساختمان در آیین‌نامه‌ها و استانداردها مشروط بر رعایت موارد زیر توصیه شده است:

الف- سیستم اتصال زمین عمومی باید متشکل از یک شبکه گسترده‌ای^۱ باشد که حداکثر مقاومت الکتریکی کل آن برابر با کمترین مقدار تعیین شده برای هر یک از سیستمهای مورد نظر باشد.

ب- طراحی و اجرای سیستم حفاظت در برابر آذرخش باید با ضوابط و مقررات مندرج در یکی از استانداردهای نامبرده در بند ۱۷-۳-۱ دقیقاً مطابقت کند.

پ- سیستم اتصال زمین عمومی همچنین باید با ضوابط و استانداردهای سایر تاسیسات مربوط نیز مطابقت نماید.

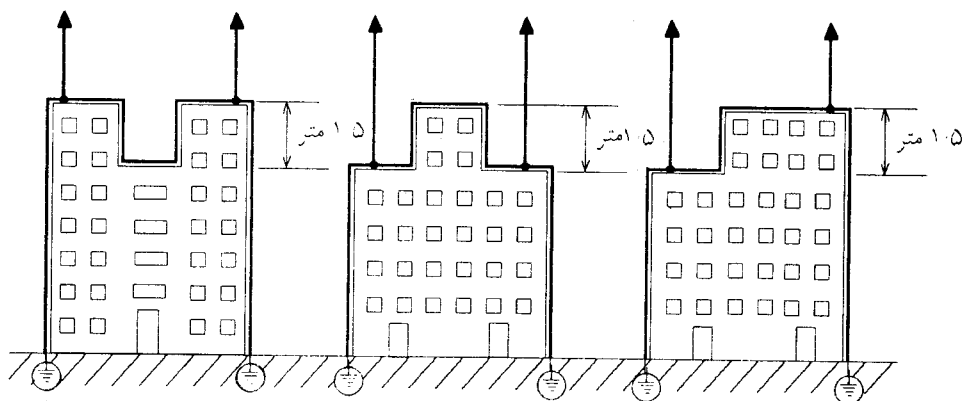
ت- لوازم فلزی به کار رفته در سیستمهای مختلف باید از یک جنس باشد.

ث- در مواردی که اتصال بین سیستمها در داخل ساختمان صورت می‌گیرد، مسیر هادی اتصال‌دهنده باید به گونه‌ای تعیین شود که موجب القاء جریان برق در کابلها و تاسیسات مجاور آن نشود.

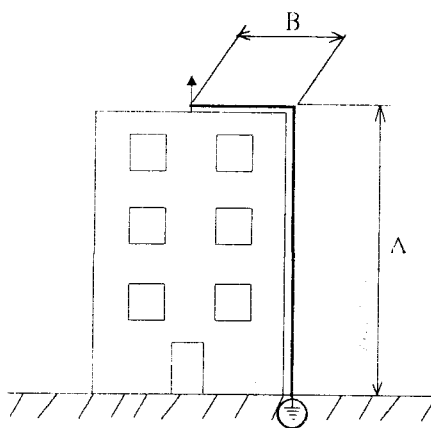
ج- اتصال سیستمهای پایانه زمینی حفاظت در برابر آذرخش به مدار زمین پی ساختمان باید درست در برابر هر هادی نزولی با استفاده از یک وسیله قابل قطع و یک محفظه بازرسی که با علامت مخصوص اتصال زمین \perp نشانه‌گذاری شده باشد، انجام شود.

چ- در مواردی که حجم مورد حفاظت شامل چند سازه جداگانه باشد، سیستم پایانه زمینی برقگیر (ESE) باید به سیستم زمین همپتانسیل مجموعه سازه‌ها، که به صورت شبکه به هم پیوسته مدفون خواهد بود، متصل شود.

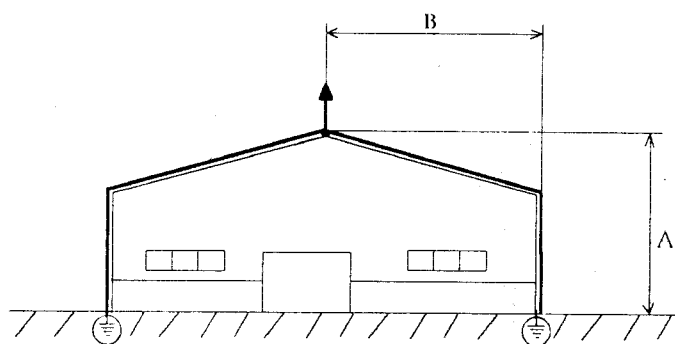
1- Grounding pad/grid



الف) اتصال پایانه های هوایی الکترونیک به یکدیگر با اختلاف سطح حداکثر ۱/۵ متر

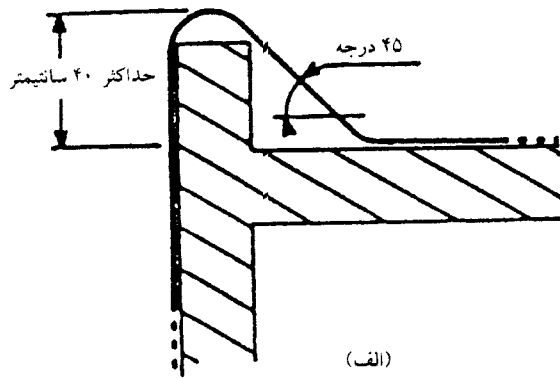


ب) $A > 28$ متر و $B < A$: یک هادی نزولی

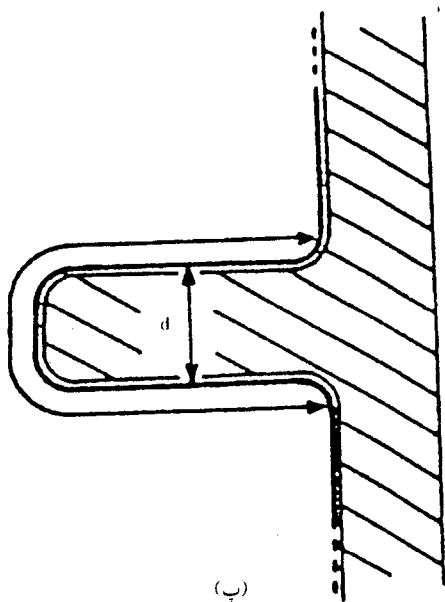


پ) $A < 28$ متر یا $B > A$: دو هادی نزولی
 A: تصویر هادی نزولی عمودی
 B: تصویر هادی نزولی افقی

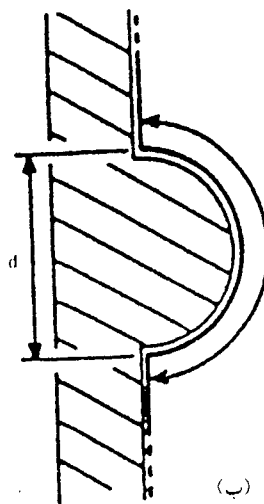
شکل ۲۹: اتصال پایانه های هوایی الکترونیک به یکدیگر و تعداد هادیهای نزولی



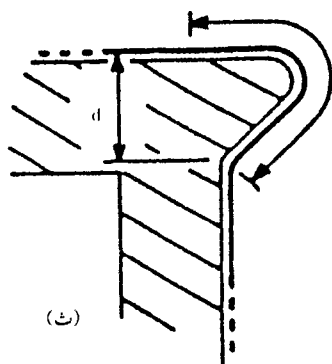
(الف)



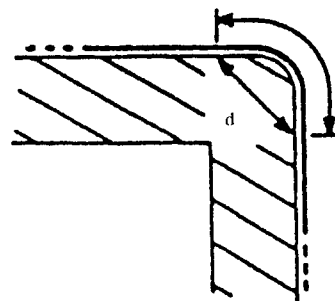
(ب)



(پ)



(ت)



(ث)

۱: درازای خمیدگی (متر) d: پهنای خمیدگی (متر)
در صورتی که شرط $d \geq 20$ رعایت شود خطر شکست دی الکتریک منتفی است.

شکل ۳۰: اشکال مختلف خمیدگی‌ها در هادیهای نزولی

□ ۱۸ سیستمهای پخش صدا

۱-۱۸ منطقه بندی

برای پیام‌رسانی و پخش صدا، مجموعه ساختمانها و تاسیسات سیلو به سه منطقه جداگانه به شرح زیر شامل برج کار، محوطه و ساختمانهای جنبی قابل منطقه‌بندی است:

۱۸-۱-۱-۱- برج کار

سیستم صوتی برج کار شامل کلیه طبقات برج کار، بالای سر کندوها، چاله‌های تخلیه، زیرزمین و گالری زیر کندوها خواهد بود. محل مناسب برای استقرار دستگاه تقویت کننده و میکروفن در اتاق کنترل می‌باشد.

۱۸-۱-۲- محوطه

محوطه سیلو همانند یک کارخانه صنعتی باید تحت پوشش صوتی قرار گیرد که عمدتاً شامل مسیرها و فضاهای مرتبط با صدور و یا دریافت گندم و فضاهای پارکینگ و راه ارتباطی آن خواهد بود. مرکز پیام‌رسانی مربوط به محوطه بهتر است داخل ساختمان نگهبانی قرار گیرد.

۱۸-۱-۳- ساختمانهای جنبی

ساختمانهای جنبی سیلو شامل کارگاه، امور اداری، اتاق کمپرسور، آزمایشگاه و اتاق باسکول می‌باشد. مرکز پیام‌رسانی عمومی باید در ساختمانهای اداری قرار داده شود. بلندگوهای این قسمت کلیه نقاط محوطه آن که احتمال تردد و پیاده وجود دارد و همچنین ساختمانهای جنبی را باید پوشش دهد.

۲-۱۸ مشخصات اکوستیکی و سطح نوفه^۱

در طراحی و اجرای سیستمهای پخش صدا برای مناطق سه گانه سیلو مشخصات اکوستیکی و سطوح نوفه زیر باید در نظر گرفته شود:

۱۸-۲-۱- برج کار

۱۸-۲-۱-۱- در طبقات برج کار به لحاظ وجود دیوارهای بتنی ضریب جذب صوت پایین بوده و میزان انعکاس صوت زیاد خواهد بود.

۱۸-۲-۱-۲- با توجه به وجود بازشوهای مختلف در دیوارهای میانی برج کار و کوپلاژ صوتی ناشی از آن و پراکندگی صوتی، سطح فشار صوت موجود در هر قسمت متفاوت است.

۱۸-۲-۱-۳- نسبت ارتفاع زیاد طبقات برج کار نسبت به طول و عرض آن باعث طنین صوت می‌شود و لذا باید در موقعیت نصب بلندگوها دقت لازم بعمل آید.

۱۸-۲-۱-۴- به علت وجود دیوارهای میانی در اکثر طبقات برج کار انتقال صوت در طول طبقات به صورت یکنواخت صورت نمی‌گیرد، بنابراین امکان استفاده از یک بلندگو برای هر یک از طبقات وجود ندارد.

۱۸-۲-۱-۵- با در نظر گرفتن این که اکثر موتورهای سیلو کمتر از ۴۵ کیلووات قدرت دارد سطح متوسط نوفه باید حدود ۸۵ دسی بل (85 dB) و میزان تفکیک صوت از نوفه ۱۶ دسی بل و میزان تضعیف ۱۲ دسی بل، مجموعاً ۱۱۳ دسی بل در محاسبات منظور شود.

۱۸-۲-۲- محوطه

۱۸-۲-۲-۱- سطح نوفه برای محوطه حدود ۶۰ دسی بل، مقدار تفکیک صوت از نوفه ۱۵ دسی بل، و برای تضعیف و ضریب اطمینان ۱۰ دسی بل باید در نظر گرفته شود.

۱۸-۲-۲-۲- برای محوطه چاله‌های تخلیه با توجه به حجم بالای تردد ماشینهای سنگین و نوفه محیط ناشی از کار ماشین‌آلات سطح نوفه باید حدود ۷۵ دسی بل منظور شود.

۱۸-۲-۳- ساختمانهای جنبی

میزان نوفه برای ساختمانهای جنبی سیلو با توجه به نوع کاری که در آن صورت می‌گیرد متفاوت است. سطح نوفه در کارگاهها باید حدود ۶۰ دسی بل در نظر گرفته شود. در محلهایی که سطوح بتنی وجود دارد خصوصیات محیطهای بتنی باید ملاک محاسبه قرار گیرد.

۱۸-۳- انتخاب میکروفن، تقویت‌کننده و بلندگوها

۱۸-۳-۱- انتخاب میکروفن

میکروفن به لحاظ دریافت صوت به سه نوع تقسیم می‌شود که عبارتند از میکروفن تمام جهته، میکروفن دوجته، و میکروفن یک جهته. با توجه به نوفه زیاد در محیط سیلو مناسبترین نوع میکروفن نوع دینامیکی یک جهته می‌باشد. این نوع میکروفن احتمال باز خورد^۱ و در نتیجه تولید صداهای اضافی را کاهش می‌دهد.

۱۸-۳-۲- انتخاب تقویت‌کننده

هر تقویت‌کننده باید تحمل بار کلیه بلندگوهای متصل به آن را داشته باشد. بنابراین بعد از مشخص شدن شمار بلندگوها در هر قسمت سیلو، باید تقویت‌کننده‌های متناسب با آن انتخاب و نصب شود.

- برای بدست آوردن راندمان خروجی بهینه از تقویت‌کننده باید امپدانس خروجی آن با مجموع امپدانس بلندگوهایی که به آن متصل می‌شود مطابقت داشته باشد.

۱۸-۳-۳- انتخاب بلندگوها

۱۸-۳-۳-۱- فشار صوت خروجی بلندگو بیانگر صدایی است که بلندگو می‌تواند تولید کند. این حجم صدا برای ورودی یک وات به بلندگو و اندازه‌گیری حجم صدا در فاصله یک متری بلندگو تعریف می‌شود. فشار صوت برای بلندگوهای معمولی بین ۸۵ تا ۱۱۰ دسی بل می‌باشد.

۱۸-۳-۳-۲- میزان افزایش خروجی بلندگو به ازاء مقادیر افزایش ورودی آن در جدول ۹ ارائه شده است.

۱۸-۳-۳-۳- تضعیف صوت

افزایش فاصله از بلندگو موجب کاهش حجم صوت دریافتی می‌شود. میزان این تضعیف برای محیطهای باز بدون در نظر گرفتن اثر وزش باد در جدول ۱۰ ارائه شده است.

جدول ۹: میزان افزایش خروجی بلندگو به ازاء افزایش مقادیر ورودی

افزایش خروجی	ورودی (وات)	افزایش خروجی	ورودی (وات)
۱۲	۱۶	۰	۱
۱۳	۲۰	۳	۲
۱۶	۲۵	۵	۳
۱۴/۸	۳۰	۶	۴
۱۵	۳۲	۷	۵
۱۶	۴۰	۸	۶
۱۷	۵۰	۸/۵	۷
۱۷/۸	۶۰	۹	۸
۱۸/۵	۷۰	۹/۵	۹
۱۹	۸۰	۱۰	۱۰
۱۹/۵	۹۰	۱۱	۱۳
۲۰	۱۰۰	۱۱/۸	۱۵

جدول ۱۰: میزان تضعیف صوت در محیط باز در برابر افزایش فاصله از بلندگو

فاصله از بلندگو (متر)	میزان تضعیف (دسی بل)	فاصله از بلندگو (متر)	میزان تضعیف (دسی بل)
۱	۰	۲۸	۲۹
۲	۶	۳۰	۲۹/۵
۳	۷/۵	۳۲	۳۰
۴	۱۲	۳۶	۳۱
۵	۱۴	۴۰	۳۲
۶	۱۵/۵	۴۵	۳۳
۷	۱۷	۵۰	۳۴
۸	۱۸	۵۶	۳۵
۹	۱۹	۶۰	۳۵/۵
۱۰	۲۰	۶۴	۳۶
۱۱	۲۱	۷۰	۳۷
۱۳	۲۲	۸۰	۳۸
۱۴	۲۳	۹۰	۳۹
۱۵	۲۳/۵	۱۰۰	۴۰
۱۸	۲۵	۱۵۰	۴۳/۵
۲۰	۲۶	۲۰۰	۴۶
۲۲	۲۷	۳۰۰	۴۹/۵
۲۵	۲۸	۴۰۰	۵۲

۱۸-۳-۳-۴- بلندگوی مناسب برای نصب در محیطهای آزاد در سیلو ممکن است از نوع شیپوری ضد گرد و غبار انتخاب شود و باید روی پایه فلزی نصب گردد. توان این گونه بلندگوها ممکن است بر حسب میزان نوفه محیط بین ۱۰ تا ۲۰ وات انتخاب شود.

۱۸-۳-۳-۵- در فضاهای داخل ساختمان سیلو باید از بلندگوهای صنعتی ضد گرد و غبار با توان بین ۵ تا ۲۰ وات (بسته به سطح نوفه و مساحت بخشهای مختلف) استفاده شود.

۴-۱۸ سیمکشی و لوله‌کشی سیستم‌های پخش صدا

کلیه سیمکشیها باید در لوله گالوانیزه و به طور جداگانه انجام شود. قطر لوله باید طوری انتخاب شود که حداکثر ۴۰٪ فضای داخل آن اشغال شود. اندازه سیمها باید $2 \times 2/5 \text{ mm}^2$ باشد.

۱۹ سیستم تلفن

به منظور برقراری ارتباط تلفنی بین کلیه بخشهای سیلو با یکدیگر و یا با خارج از سیلو، باید یک دستگاه مرکز تلفن الکترونیکی کم ظرفیت با کنترل میکروپروسسوری مدولار به همراه کلیه منضومات و متعلقات مربوط با ظرفیت حداقل چهار خط شهری و ۳۲ خط داخلی (بسته به تعداد خطوط لازم و ظرفیت سیلو ممکن است از مرکز تلفن ظرفیت متوسط نیز استفاده شود) پیش‌بینی و نصب شود.

۱-۱۹ استاندارد ساخت

سیستم مرکز تلفن باید از نظر قطعات و لوازم مورد استفاده با استانداردهای IEC و توصیه‌های CCITT مطابقت نموده و برابر ضوابط و توصیه‌های ITU-T به شرح زیر طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد:

۱-۱-۱۹- مشخصات سیستم بوق‌ها برابر توصیه ITU-T/E. 180

۱-۱-۱۹-۲- امپدانس اسمی پورتهای ورودی و خروجی برابر توصیه‌های ITU-T/Q.552 و سری G

۱-۱-۱۹-۳- میزان همشنوایی در فرکانس ۱۰۲۰ هرتز برابر توصیه‌های زیر:

- روش اندازه‌گیری برابر پیوست A از استاندارد ITU-T/G 134

- گستره همشنوایی برابر بند ۲ از استاندارد ITU-T/Q.552 و پاراگراف‌های ۴-۱ و

۴-۲ از استاندارد ITU-T/G.151

۱۹-۱-۴- حداکثر تضعیف مجاز و روش محاسبه آن برابر بند یک از استاندارد

ITU-T/G.151 و همچنین بند یک از استاندارد ITU-T/G.141

انرژی الکتریکی میکروفون و انرژی صوتی گوشی برابر ضوابط و نمونه CCITT

۱۹-۱-۵- روش آزمون اضافه جریان و اضافه ولتاژ برابر ضوابط ITU-T/K.21

۱۹-۲ مشخصات ساخت

۱۹-۲-۱- سیستم ارتباطی مرکز تلفن باید از نوع سوئیچ الکترونیک آنالوگ بصورت

Cross point بوده و هیچ نوع رله‌ای برای ارتباط صوتی در آن وجود نداشته باشد.

۱۹-۲-۲- تمام بردهای مورد استفاده در مرکز تلفن باید دارای چاپ سبز باشد.

۱۹-۲-۳- ولتاژ تغذیه استاندارد خطوط داخلی ۴۸ ولت مستقیم خواهد بود.

۱۹-۲-۴- جریان الکتریکی که هنگام برداشتن گوشی از طریق مرکز تلفن تامین

می‌شود باید برابر با ۴۰ میلی‌آمپر و همواره ثابت باشد.

۱۹-۲-۵- ولتاژ زنگ تولید شده توسط مرکز تلفن باید حداقل ۴۰ ولت متناوب

بعلاوه ولتاژ مستقیم تغذیه گوشی تلفن باشد.

۱۹-۲-۶- حداقل طول خط (سیم) قابل اتصال به مرکز تلفن باید ۳۰۰ متر باشد.

بدیهی است که این فاصله در پروژه‌های مختلف باید به طور جداگانه بررسی و تعیین

شود.

۱۹-۲-۷- حداقل ترافیک در مراکز تلفن کم ظرفیت باید ۵۰ تا ۷۰ درصد باشد.

۱۹-۲-۸- اتصال خطوط داخلی و شهری به مرکز تلفن باید به وسیله یک جعبه تقسیم^۱ با ترمینالهای پیچی برقرار شود و شماره‌های خطوط داخلی و شهری بر روی جعبه تقسیم کاملاً مشخص باشد.

۱۹-۲-۹- دستگاه باید بتواند تغییر دمای محیط بین ۰ تا ۴۰ درجه سانتیگراد را تحمل کند.

۱۹-۲-۱۰- میزان تغذیه برق ورودی دستگاه باید 10 ± 220 ولت متناوب باشد.

۳-۱۹ مشخصات کارکردی

سیستم مرکز تلفن باید حداقل دارای ویژگی‌های زیر باشد:

الف- قابلیت برنامه‌ریزی در موارد زیر:

- امکان استفاده خطوط داخلی از گروه‌های خطوط شهری، ارتباط با شهرستان و خارج از کشور

- تعیین سرویس شب یا داخلی جوابگو

- ایجاد محدودیت زمان مکالمه

- استفاده از رمز قابل تغییر در مورد برنامه‌ریزیها

ب- تعریف یک دستگاه تلفن خاص (کنسول اپراتور) بعنوان اپراتور یا منشی

پ- مشخص بودن وضعیت خطوط شهری و داخلی بر روی دستگاه اصلی یا کنسول اپراتور.

ت- امکان پشت خط نگهداشتن خط شهری و پخش موسیقی به وسیله خطوط داخلی یا اپراتور.

ث- امکان انتقال مکالمه شهری از یک خط داخلی به خط دیگر بدون نیاز به اپراتور

ج- امان نوبت گرفتن خطوط داخلی برای دسترسی به خطوط شهری

چ- امکان برقراری کنفرانس بین دو خط شهری به وسیله اپراتور

- ح- امکان تکرار یک شماره اشغال به وسیله اپراتور با فشردن یک دکمه در روی کنسول
- خ- امکان پاسخگویی اپراتور بصورت انتخابی یا نوبتی بر روی کنسول خاص
- د- امکان استفاده اپراتور از خطوط شهری با کنسول خاص
- ذ- امکان ورود اپراتور به خطوط در حال مکالمه در مواقع اضطراری که باید همراه با بوقهای هشدار و از طریق کنسول خاص صورت گیرد.
- ر- امکان انجام کلیه برنامه‌ریزیها به وسیله اپراتور

۴-۱۹ سیستم سیمکشی و کابلکشی

۱۹-۴-۱- مرکز تلفن باید در قسمت اداری نصب شود و انشعابات لازم برای قسمتهای مختلف از طریق جعبه ترمینال اصلی مجاور مرکز تلفن کشیده شود.

۱۹-۴-۲- هر یک از ساختمانهای جنبی باید دارای یک جعبه ترمینال باشد که به وسیله کابل به جعبه ترمینال مرکز متصل خواهد شد.

۱۹-۴-۳- در طبقه همکف برج کار باید یک ترمینال اصلی تلفن نصب شده و برای هر یک از طبقات یک خط تلفن داخلی کشیده شود.

۱۹-۴-۴- دستگاههای تلفن مورد استفاده برای طبقات برج کار باید از نوع صنعتی ضد گرد و غبار انتخاب شود.

۱۹-۴-۵- در ساختمانهای سیلو و همچنین ساختمانهای جنبی مدارهای سیستم تلفن باید به صورت سیم یا کابل درون لوله بوده و لوله‌ها از سایر سیستمهای برقی مجزا باشد. در مواردی که سیستم کابل‌کشی و لوله‌کشی تلفن در مناطق خطرزای سه گانه سیلو انجام می‌شود مقررات مربوط به کابل‌کشی و لوله‌کشی در مناطق یاد شده باید رعایت شود (به ضوابط بند ۱۱ رجوع شود)

۱۹-۴-۶- در مواردی که کابلهای تلفن در محوطه و در زمین نصب می‌شود باید از کابلهای زمینی (ویژه دفن در خاک) استفاده شود. در این گونه موارد در صورتی که کابل در کانال یا در معرض صدمه و آسیب مکانیکی قرار نگیرد باید از نوع A-2Y(st)2Y و در مواردی که کابل در معرض صدمه و آسیب مکانیکی باشد باید از کابل زره‌دار مانند A-2Y(st)2Yb استفاده شود. عبور کابلهای تلفن در محوطه حتی‌الامکان نباید در مسیر عبور کابلهای قدرت باشد و فواصل مناسب باید رعایت شود.

۱۹-۴-۷- سیستم تلفن باید دارای یک دستگاه شارژ کننده باتری و شماری باتری متناسب با قدرت مورد نیاز باشد به گونه‌ای که با قطع برق عادی اختلالی در کار مرکز تلفن بوجود نیاید.

۲۰ سیستم کشف و اعلام حریق

به منظور حفاظت از افراد و اموال و جلوگیری از آتش‌سوزی و انفجار در سیلوه‌ها، باید یک سیستم کشف و اعلام حریق خودکار منطقه‌بندی شده شامل مرکز اعلام حریق، شستیهای فشاری، آشکارسازهای حرارت و دود، زنگ یا آژیر اعلام حریق، منبع تغذیه اضطراری و کابلهای ارتباطی لازم، طراحی و اجرا شود.

۱-۲۰ استاندارد ساخت

سیستم اعلام حریق سیلو باید برابر استانداردهای موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به شرح زیر یا یکی از استانداردهای مشابه جهانی طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد:

اجزاء سیستمهای اعلام حریق خودکار (اتوماتیک)

بخش اول مقدمه شماره استاندارد ایران ۳۷۰۶

بخش چهارم: مرکز اعلام حریق شماره استاندارد ایران ۳۷۰۷

بخش نهم: آزمون حساسیت در برابر آتش	شماره استاندارد ایران	۳۷۰۸
بخش هفتم: آشکارسازهای دودی نوع نقطه‌ای بر اساس نور پراکنده و یا یونیزه شدن	شماره استاندارد ایران	۳۷۰۹
بخش هشتم: آشکارسازهای دمای زیاد	شماره استاندارد ایران	۳۷۱۰

۲-۲۰ شستیهای اعلام حریق

۲-۲۰-۱- شستیهای اعلام حریق به منظور اعلام وقوع آتش‌سوزی توسط افراد به کار می‌رود. این شستیها در یک جعبه با درب شیشه‌ای نصب می‌شود و شخصی که قصد اعلام حریق را دارد باید با شکستن درب شیشه‌ای شستی را فشار دهد.

۲-۲۰-۲- شستیها باید در نقاط حساس داخل سیلو، باراندازها، در مسیر خروجی بویژه قسمت خروجی طبقات، پاگرد پله‌ها و خروجی ساختمان نصب شود.

۲-۲۰-۳- شستیها باید به گونه‌ای نصب شود که حداکثر فاصله دسترسی به آن از سی متر متجاوز نباشد.

۲-۲۰-۴- شستیها باید در ارتفاع ۱/۴ متر از کف تمام شده ساختمان و در محلی که دارای روشنایی کافی بوده و در معرض دید همگان است نصب شود.

۲-۲۰-۵- روش به کار انداختن شستیها در یک سیستم باید یکسان باشد مگر این که برای اختلاف روش دلیل خاصی وجود داشته باشد.

۲-۲۰-۶- شستیهای فشاری و آشکارسازهای دود و حرارت ممکن است در یک مجموعه به کار برده شود مشروط بر این که منطقه استقرار شستیها مشخص باشد.

۳-۲۰ آشکارسازهای آتش

۳-۲۰-۱- آشکارساز آتش آن بخش از سیستم اعلام حریق خودکار است که به طور پیوسته یا به تناوب، پدیده‌های فیزیکی یا شیمیایی را برای آشکارسازی حریق در محدوده تحت پوشش کنترل می‌نماید. آشکارسازها از نقطه نظر پدیده‌های مورد تشخیص شامل آشکارسازهای حرارتی، دودی، گازی و شعله‌ای قابل طبقه‌بندی است. ۳-۲۰-۲- انتخاب نوع آشکارسازهای مورد استفاده برای فضاهای مختلف سیلو باید بر اساس ارزیابی نشانه‌های اولیه آتش و شرایط محیطی موجود صورت گیرد. آشکارسازهای لازم برای مناطق سه گانه خطرزای سیلو (مدرج در بندهای ۱۰ و ۱۱) باید از نوع مناسب برای مناطق یاد شده انتخاب شود. آشکارسازهای مورد کاربرد در این گونه مناطق باید از نوع "ضد اشتعال غبار" باشد.

۴-۲۰ آشکارسازهای حرارتی

۴-۲۰-۱- آشکارسازهای حرارتی به افزایش دما واکنش نشان می‌دهد. برخی از این گونه آشکارسازها برای حرارت مشخصی تنظیم می‌شود (مانند ۶۵ درجه سانتیگراد) و پاره‌ای دیگر نرخ افزایش درجه حرارت باعث تحریک آن می‌شود.

۴-۲۰-۲- استفاده از آشکارسازهای حرارتی باید به گونه‌ای باشد که تغییر درجه حرارت محیط در شرایط عادی باعث تحریک آن نشود بلکه صرفاً افزایش دمای ناشی از آتش موجب واکنش آشکارسازها شود.

۳-۴-۲۰ نصب آشکارسازهای حرارتی

الف- باتوجه به این که حرارت ناشی از آتش سوزی در قسمت فوقانی فضای مورد حفاظت جمع می‌شود، آشکارسازهای حرارتی باید در سقف ساختمانها نصب شود. فاصله هر آشکارساز حرارتی از سقف باید حداقل ۲۵ میلیمتر و حداکثر ۱۵ سانتیمتر در نظر گرفته شود.

- ب- سطح پوشش و فواصل استقرار آشکارسازهای حرارتی نقطه‌ای در فضای باز یا با تهویه طبیعی به شرح زیر خواهد بود:
- حداکثر سطح پوشش کف برای هر آشکارساز ۲۵ مترمربع
 - حداکثر فاصله بین مراکز آشکارسازها ۷ متر
 - فاصله هر آشکار ساز از هر دیوار یا تاق‌نما باید از $\frac{3}{5}$ متر بیشتر و از $\frac{0}{5}$ متر کمتر نباشد.
 - حداکثر ارتفاع سقف برای آشکارسازهای تندکار^۱ ۷ متر و برای آشکارسازهای کندکار^۲ ۴ متر.
- پ- سطح پوشش و فواصل استقرار آشکارسازهای حرارتی نقطه‌ای در فضای بسته با تهویه مکانیکی به شرح زیر خواهد بود:
- حداکثر سطح پوشش کف برای هر آشکارساز ۳۷ متر مربع
 - حداکثر فاصله بین مراکز آشکارسازها ۹ متر
 - فاصله هر آشکارساز از هر دیوار یا تاق‌نما باید از $\frac{4}{5}$ متر بیشتر و از $\frac{0}{5}$ متر کمتر نباشد.
 - حداکثر ارتفاع سقف برای آشکارسازهای تندکار ۸/۵ متر و برای آشکارسازهای کندکار ۵/۵ متر.
- ت- نوع آشکارساز حرارتی مورد استفاده باید متناسب با نوع فضای مورد حفاظت انتخاب شود:
- برای حفاظت اتاق دیگ بخار و آشپزخانه باید از آشکارساز با درجه حرارت ثابت ۶۵ درجه سانتیگراد استفاده شود.
 - برای حفاظت محیطهایی که هوا دارای مخلوطی از دود است، آشکارساز باید از نوعی باشد که نرخ ازدیاد درجه حرارت را تشخیص دهد.

1- Fast response detector

2- Slow response detector

۲۰-۵ آشکارسازهای دود

۲۰-۵-۱ کلیات

آشکارسازهای دودی که نسبت به ذرات حاصله از احتراق یا تجزیه شیمیایی به وسیله گرما (ذرات معلق در هوا) حساس است بر اساس یونیزاسیون هوا یا فتوالکتریک کار می‌کند. در نوع اول وجود ذرات کوچک که در اثر دود ایجاد می‌شود باعث کاهش جریان الکتریکی در درون آشکارساز شده و موجب عملکرد آن می‌شود. این نوع آشکارساز برای تشخیص دود با ذرات خیلی کوچک مناسب است. در نوع دوم تاریک شدن مسیر یک اشعه نورانی در آشکارساز باعث تحریک آن می‌شود. این نوع آشکارساز برای تشخیص دود با ذرات درشت مناسب است. در سیستم اعلام حریق سیلو آشکارسازهای نوع دوم یعنی فتوالکتریک مناسبتر است.

۲۰-۵-۲ نصب آشکارسازهای دودی

الف- با توجه به این که دود نیز همانند هوای گرم ناشی از آتش‌سوزی در قسمت فوقانی فضای مورد حفاظت جمع می‌شود، آشکارسازهای دود نیز باید در سقف نصب شود. فاصله هر یک از آشکارسازهای یاد شده از سقف باید حداقل ۲۵ میلیمتر و حداکثر ۱۵۰ میلیمتر در نظر گرفته شود.

ب- سطح پوشش و فواصل استقرار آشکارسازهای دودی نقطه‌ای در فضای بسته به شرح زیر خواهد بود:

- حداکثر سطح پوشش کف برای هر آشکارساز ۵۰ متر مربع و حداکثر ارتفاع سقف ۷/۵ متر

- حداکثر فاصله بین مراکز آشکارسازها ۱۰ متر

- فاصله هر آشکارساز از هر دیوار یا تاق‌نما باید از ۵ متر بیشتر و از ۰/۵ متر کمتر نباشد.

پ- اگر سقف فضای مورد حفاظت به صورت خیمه‌ای باشد آشکارسازها باید در راس آن نصب شود.

ت- در مواردی که عبور دود یا گازهای گرم از یک نقطه به طرف یک آشکارساز

توسط موانع سقفی (مانند یک تیرآهن با ارتفاع بیش از ۱۵۰ میلیمتر ولی کمتر از ده درصد ارتفاع سقف) دچار اشکال می‌شود، فاصله بین آشکارسازها باید به اندازه دو برابر ارتفاع تیر آهن کاهش یابد (مثلاً) اگر ارتفاع تیر آهن دو یست میلیمتر باشد فاصله دو آشکارساز چهارصد میلیمتر کم می‌شود. اگر ارتفاع تیر آهن بیشتر از ده درصد ارتفاع سقف باشد دو طرف آن باید دو منطقه جداگانه در نظر گرفته شود و اگر ارتفاع تیر آهن کمتر از ۱۵۰ میلیمتر باشد از آن صرف نظر شود.

ث- در مواردی که دو آشکارساز به وسیله دیوار، قفسه یا پارتیشن از هم جدا شده است اگر فاصله هر پارتیشن یا دیوار تا سقف کمتر از سی سانتیمتر باشد باید فرض شود که تا سقف ادامه دارد یعنی مسیر دود بسته است.

ج- در موارد زیر باید از آشکارسازهای دودی استفاده شود:

- اتاق ترانسفورماتورها و اتاق تابلوهای برق

- اتاق مربوط به تاسیسات مکانیکی

- موتورخانه آسانسور و اتاقک آسانسور

- اتاق مرکز تلفن و اتاق کنترل

۶-۲۰ قسمت صوتی اعلام حریق (آژیر)

مشخصات عمومی قسمت صوتی اعلام حریق به قرار زیر خواهد بود:

۶-۲۰-۱- حداقل سطح صدای آژیر باید پنج دسی بل بالاتر از سطح صدا در محیط

مورد نظر باشد، یعنی بالاتر از صدایی که بیشتر از سی ثانیه ادامه دارد. در هر صورت

سطح صدای آژیر نباید کمتر از ۶۵ دسی بل باشد. این صدا نباید در تمام نقاطی که

افراد مستقر هستند شنیده شود.

۶-۲۰-۲- تمام لوازم صوتی مورد استفاده در یک سیستم اعلام حریق باید از یک نوع

و دارای صدای همسان و متفاوت با سایر صداهایی که برای مصارف دیگر به کار

می‌رود باشد.

۲۰-۶-۳- برای پیشگیری از افزایش سطح صدا در یک نقطه، استفاده از تعدادی آژیر با صدای کم بهتر از یک آژیر پر قدرت است.

۲۰-۶-۴- با توجه به این که دربهای تکی حدود بیست دسی بل در سطح صدا افت ایجاد می کند و این مقدار برای دربهای ضد حریق به ۳۰ دسی بل می رسد، بنابراین در مواردی که در فاصله بین یک اتاق و نزدیکترین آژیر بیش از یک درب یا دیوار باشد، به منظور جلوگیری از کاهش سطح صدای آژیر از حداقل لازم باید حداقل یک آژیر برای این بخش از ساختمان در نظر گرفته شود.

۲۰-۶-۵- سطح صدای آژیر نباید بحدی زیاد باشد که باعث صدمه و آسیب در گوش انسان شود. شمار آژیر در یک ساختمان باید به گونه ای تعیین شود که حداقل صدای لازم ایجاد شود، لیکن در هر صورت در هر ساختمان باید حداقل دو آژیر نصب شود.

۲۰-۶-۶- آژیرها باید از دو مدار جداگانه تغذیه شود تا در اثر قطع یک مدار صدای آن قطع نشود.

۲۰-۶-۷- گستره فرکانس آژیرها باید بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ هرتز انتخاب شود.

۲۰-۶-۸- در محل خوابگاهها به منظور آگاه ساختن افراد از خطر آتش حداقل سطح صدای آژیر باید ۷۰ دسی بل در نظر گرفته شده و در هر اتاق خواب حداقل یک آژیر نصب شود.

۷-۲۰ مرکز کنترل اعلام حریق

۷-۲۰-۱- مرکز کنترل سیستم اعلام حریق شامل مجموعه منبع تغذیه، تابلوهای کنترل و تابلوهای نشان دهنده باید از نظر مقررات عملکرد، مقررات ساختار، مقررات الکتریکی، نشانه گذاری و آزمونها با ضوابط ارائه شده در استاندارد ایران شماره ۳۷۰۷ مطابقت نماید.

۷-۲۰-۲- محل نصب دستگاههای مرکز کنترل سیستم اعلام حریق باید دارای خصوصیات زیر باشد:

الف- احتمال آتش سوزی در آن کم باشد.

ب- در طبقه همکف و نزدیک درب ورودی ساختمان که محل عبور تیم آتش نشانی است واقع شود.

پ- در منطقه ای نصب شود که برای تمام استفاده کنندگان از ساختمان مشترک باشد.

۷-۲۰-۳- در محل نصب دستگاههای کنترل یک آژیر باید نصب شود.

۸-۲۰ منبع تغذیه برق اضطراری

۸-۲۰-۱- منبع تغذیه برق اضطراری شامل باتریهای قابل شارژ و دستگاه شارژ کننده خواهد بود. طول عمر این گونه باتریها باید حداقل چهارسال باشد. به کارگیری باتریهای ماشین مجاز نخواهد بود.

۸-۲۰-۲- باتریها باید ۲۴ ساعت پس از قطع برق شهر دوام داشته و در صورت لزوم پس از مدت یاد شده آژیرها را برای مدت نیمساعت به صدا درآورد.

۹-۲۰ کابل‌های ارتباطی

۲۰-۹-۱- انتخاب نوع کابل

۲۰-۹-۱-۱- قسمت‌های مختلف یک سیستم اعلام حریق باید با کابل‌های ارتباطی بهم

متصل شود. این کابل‌ها را ممکن است به دو گروه به شرح زیر تقسیم کرد:

الف- کابل‌هایی که پس از وقوع آتش فقط برای مدت کوتاهی به وجود آن نیاز است، مانند کابل‌هایی که شستی‌ها و یا آشکارسازها را به مرکز کنترل متصل می‌کند و بعد از انتقال سیگنال خبر به مرکز کنترل دیگر به وجود آن نیازی نیست.

ب- در این گروه کابل‌هایی قرار دارد که بعد از اطلاع رسیدن به مرکز کنترل، اتصال آژیرها را به مرکز کنترل باید حفظ کند تا آژیرها بتوانند برای مدتی به صدا در آید.

۲۰-۹-۱-۲- کابل‌های مناسب برای گروه "الف" از بند ۲۰-۹-۱-۱ به شرح زیر است:

الف- کابل‌های عایق معدنی

ب- کابل‌های عایق پی-وی-سی

پ- کابل‌های عایق پلاستیکی

ت- کابل‌های کواکسیال با عایق داخلی پلی اتیلن و عایق خارجی پی-وی-سی

ث- کابل‌هایی که برای آشکارساختن آتش به کار می‌رود.

۲۰-۹-۱-۳- کابل‌های مورد مصرف در گروه "ب" از بند ۲۰-۹-۱-۱ را ممکن است

از نوع به کار رفته در گروه "الف" از بند یاده شده انتخاب نمود مشروط بر این که در

صورت نصب در روی دیوار با پوششی از گچ به ضخامت حداقل ۱۲ میلیمتر پوشیده

شود، و در موارد دیگر به گونه‌ای پوشیده شود که در برابر آتش برای نیم ساعت

مقاومت نماید.

۲۰-۹-۱-۴- کابل‌های مربوط به منبع تغذیه آژیرها و سیگنالها باید از سایر کابلها جدا باشد.

۲۰-۹-۲- نصب کابلها

۲۰-۹-۲-۱- در طراحی و اجرای کابلکشی سیستم اعلام حریق علاوه بر دستورالعملها و ضوابط ارائه شده به وسیله سازندگان این گونه سیستمها، کلیه مقررات عمومی مربوط به سیمکشی و کابلکشی فشار ضعیف نیز باید رعایت شود (به فصلهای دوم و هفتم نشریه ۱-۱۱۰ (تجدید نظر اول) رجوع شود)

۲۰-۹-۲-۲- در مواردی که کابلها و لوله‌های سیستم اعلام حریق در مناطق سه گانه خطر زای سیلو اجرا می‌شود کلیه ضوابط و مقررات مندرج در بندهای ۱۰ و ۱۱ این مجموعه باید دقیقاً رعایت شود.

۲۰-۹-۲-۳- کابل‌های تغذیه برق سیستم اعلام حریق باید به وسیله یک کلید-فیوز جداگانه که به رنگ قرمز مشخص شده باشد حفاظت شده و در روی آن جمله "اعلام حریق خاموش نکنید" نوشته شود.

۲۰-۹-۲-۴- سطح مقطع کابل‌های سیستم اعلام حریق باید بر اساس محاسبه و با توجه به افت ولتاژ مجاز تعیین شود و در هیچ موردی نباید از ۱/۵ میلیمتر مربع کمتر باشد. مسیر عبور این گونه کابلها باید حتی المقدور از محلهایی که احتمال آتش‌سوزی کمتر است تعیین شود.

۲۰-۹-۲-۵- کابلهایی که از مسیرهای مرطوب عبور می‌کنند باید دارای عایق پی-وی-سی بوده و در مواردی که در معرض صدمه و آسیب قرار می‌گیرد باید به طرز

مناسبتی محافظت شود.

۲۰-۹-۲-۶- کابلهایی که در زمین یا در داخل کانال پیش ساخته نصب می شود باید حداقل ۳۰ سانتیمتر از دیگر کابلها فاصله داشته باشد مگر این که از داخل لوله عبور داده شود.

۲۰-۹-۲-۷- کلیه مدارهای سیستم اعلام حریق باید مستقل از سایر سیستمها کشیده شود و فقط در مواردی که بین مرکز اعلام حریق و ایستگاه آتش نشانی ارتباط وجود دارد، می توان از مدارهای سیستم تلفن برای این منظور استفاده کرد. کلیه مقررات شرکت تلفن در این گونه موارد باید رعایت شود.

۲۰-۱۰- منطقه بندی سیستم اعلام حریق بر روی تابلو کنترل مرکزی اعلام حریق

۲۰-۱۰-۱- به منظور شناسایی سریع و دقیق محل آتش سوزی، فضاهای مورد حفاظت باید منطقه بندی شده و با رمزهای ویژه به تابلو کنترل مرکزی سیستم اعلام حریق معرفی شود.

۲۰-۱۰-۲- در طبقات برج کار و بخشهای مختلف سیلو آشکارسازهای آتش باید منطقه بندی و در نقاط حساس مورد لزوم نصب شود.

۲۰-۱۰-۳- برای تعیین یک منطقه مواردی مانند قابلیت دسترسی و وسعت منطقه باید در نظر گرفته شود.

۲۰-۱۰-۴- برای منطقه بندی آتش موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

- شمار طبقات ساختمان

- تقسیم‌بندی طبقات

- فضاهایی که دارای تجهیزات گرانتیمنت مانند کامپیوتر می‌باشد ممکن است دارای سیستم کشف، اعلام و اطفای حریق جداگانه با اتصال به تابلو مرکزی اعلام حریق باشد.

- راه‌پله‌هایی که به بیش از یک طبقه ارتباط دارد باید یک منطقه آتش جداگانه در نظر گرفته شود.

- وسعت یک منطقه بر روی تابلو اعلام حریق نباید بیشتر از دو هزار متر مربع باشد. بدیهی است که این رقم باید با استانداردهای جاری نیز هماهنگ و کنترل شود.

۲۰-۱۱ بازرسی سیستم اعلام حریق

قسمتهای مختلف یک سیستم اعلام حریق باید به طور مرتب مورد بازرسی قرار گیرد. این بازرسی باید شامل بازرسیهای روزانه، هفتگی، فصلی و سالانه به شرح زیر باشد:

۲۰-۱۱-۱- در بازرسیهای روزانه قسمتهای ظاهری و قابل رویت سیستم مانند چراغهای سیگنال روی تابلو کنترل باید مورد بررسی واقع شده و در صورت مشاهده هرگونه تغییر یا اشکال در سیستم مراتب برای اصلاح و تعمیر به مقام مسئول اطلاع داده شود.

۲۰-۱۱-۲- در بازرسیهای هفتگی اقدامات زیر باید صورت گیرد:

- الف- فعال نمودن کل سیستم آژیر با فشردن یکی از شستیها یا تحریک یکی از آشکارسازها (این آزمون باید در هفته‌های مختلف به تناوب بر روی شستیها و آشکارسازهای گوناگون انجام شود)
- ب- بررسی و آزمون اتصال باتریها
- پ- ثبت اقدامات بالا در پرونده ویژه آن

۲۰-۱۱-۳- در بازرسیهای فصلی اقدامات زیر باید انجام شود:

الف- آزمون اتصال باتریها

ب- آزمون کل سیستم با فشردن یکی از شستیها یا تحریک یکی از آشکارسازها

پ- حصول اطمینان از درستی کار سیستم کنترل

ت- حصول اطمینان از عدم جابجایی محل نصب شستیها و آشکارسازها

ث- ثبت اقدامات انجام شده در پرونده بازرسی فصلی

۲۰-۱۱-۴- در بازرسیهای سالانه اقدامات زیر باید انجام شود:

الف- تکرار تمامی اقدامات بازرسی «فصلی

ب- آزمون تمامی شستیها و آشکارسازها

پ- آزمون تمامی اتصالات سیستم

□ ۲۱ سیستم روشنایی

۱-۲۱ مناطق سه گانه خطرزای سیلو

در طراحی و اجرای سیستم روشنایی در مناطق سه گانه خطر زای سیلو موارد زیر باید دقیقاً رعایت شود:

۲۱-۱-۱- طبقه بندی محیطهای خطرزا با غبارات قابل اشتعال و انفجار و همچنین

لوازم و تجهیزات مورد مصرف باید با ضوابط و معیارهای ارائه شده در بندهای ۱۰-۱ و ۱۰-۲ مطابقت نماید.

۲۱-۱-۲- لوازم و تجهیزات روشنایی مورد استفاده در منطقه ۲۰ مانند داخل کندوها

در صورتی که مطلقاً ضروری باشد باید با استفاده از مدارهای خود ایمن (۲۴ ولت)

بوده و حداقل دارای درجه حفاظت IP6X باشد. لوازم و وسایل روشنایی مورد کاربرد

در مناطق ۲۱ و ۲۲ باید به ترتیب برابر ضوابط ارائه شده در بندهای ۱۰-۳-۲ و ۱۰-۱-

۳-۳ باشد.

- ۲۱-۱-۳- سیستم کابلکشی و لوله‌کشی در هر منطقه باید با ضوابط ارائه شده در بندهای مربوط به شرح زیر مطابقت نماید.
- الف- منطقه ۲۰ برابر بندهای ۱-۱-۱۱ و ۲-۱-۱۱
- ب- منطقه ۲۱ برابر بندهای ۱-۲-۱۱ و ۲-۲-۱۱
- پ- منطقه ۲۲ برابر بند ۳-۱۱

۲-۲۱ روشهای نورپردازی

روشهای نورپردازی در سیلوها از نظر ترتیب استقرار منابع نوری به چهار دسته به شرح زیر قابل طبقه‌بندی است، که بر حسب مورد ممکن است مورد استفاده قرار گیرد:

الف- روشنایی موضعی که شامل یک واحد روشنایی تکی با توان مصرفی کم است و برای هر کارگر، ماشین یا میز کار در سطحی نزدیک به محل کار نصب می‌شود و در آن یکنواختی روشنایی مطرح نخواهد بود.

ب- روشنایی عمومی که در آن واحدهای روشنایی در سطحی نسبتاً نزدیک به سقف و یا لاقط با فاصله کافی از سطح کار نصب می‌شود. در این روش نورپردازی فواصل چراغها از یکدیگر یکسان بوده و بدون توجه به محل استقرار ماشینها، مبلمان یا سایر وسایل به گونه‌ای تعیین می‌شود که روشنایی به صورت یکنواخت توزیع گردد.

پ- نورپردازی گروهی روش میانه‌ای است بین روشنایی موضعی و عمومی که در آن واحدهای روشنایی نزدیک به سقف و یا با فاصله قابل ملاحظه از سطح کار نصب می‌شود. در این روش فواصل نصب چراغها یکسان نمی‌باشد لیکن واحدهای مزبور در ارتباط با محل استقرار سطوح کار، ماشینها، موقعیت اپراتورها و مانند آن قرار می‌گیرد به گونه‌ای که روشنایی کافی برای هر ماشین، اپراتور یا سطوح کار دیگر تامین شود. در این سیستم تامین روشنایی یکنواخت مدنظر نمی‌باشد.

ت- در روش نورپردازی ترکیبی عمومی و موضعی روشنایی یکنواخت برای تمامی محیط به وسیله واحدهای روشنایی که طبق روش نورپردازی عمومی نصب می‌شود تامین شده و در مواردی که شدت نور بیشتری مورد نیاز است از چراغهای موضعی

استفاده می‌گردد.

۳-۲۱ محاسبات روشنایی

محاسبات روشنایی هر سیلو شامل روشنایی داخلی ساختمانها و روشنایی محوطه به شرح زیر خواهد بود:

۴-۲۱ روشنایی داخلی

۴-۲۱-۱- در مواردی که شدت روشنایی موضعی و یک منبع نور واحد مطرح است برای محاسبه نور مستقیم روش نقطه‌ای به کار گرفته می‌شود، و در مواردی که شدت روشنایی عمومی مورد نیاز است ممکن است از روشهای لومن (شارنوری) و تقسیم‌بندی فضای مورد محاسبه (روش ناحیه‌ای) استفاده شود.

۴-۲۱-۲- در طراحی روشنایی داخلی با استفاده از روش شارنوری، شدت روشنایی متوسط از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$E = \frac{\phi \times CU \times TLLF}{S}$$

که در آن:

E = شدت روشنایی متوسط بر حسب لوکس

ϕ = شار نوری بر حسب لومن

CU = ضریب بهره چراغ

$TLLF$ = ضریب کاهش نور چراغ در اثر عوامل متعدد مانند کثیفی چراغ و محیط

S = سطح فضای مورد نظر بر حسب متر مربع

۴-۲۱-۳- عوامل موثر در کاهش روشنایی (TLLF)

این ضریب از حاصلضرب هشت عامل به شرح زیر بوجود می‌آید:

۲۱-۴-۳-۱- ضریب کاهش توان نوری چراغ در اثر کثیفی سطوح در فضای مورد محاسبه (RSDD)^۱: این ضریب از جدول ۱۲ قابل حصول است، بدین ترتیب که ابتدا شرایط کثیفی اتاق از جدول ۱۱ استخراج شده و سپس درجه استهلاک ناشی از کثافت با توجه به تناوب تمیز نمودن اتاق از منحنیهای شکل ۳۱ یافته می شود و آنگاه ضریب مزبور (RSDD) با توجه به ضریب RCR اتاق (شرح ضریب RCR در بند ۲۱-۴-۴ ارائه شده است) از جدول ۱۲ تعیین می گردد. مثلاً اگر اتاقی از نظر گروه بندی کثیف محسوب شود و هر ۲۴ ماه یکبار گردگیری و تمیز شود از منحنی شکل ۳۱ عدد ۰/۳۰ برای آن بدست می آید. به کارگیری این درصد در جدول ۱۲ با فرض RCR برابر با ۴ برای نور مستقیم ضریب RSDD برابر با ۰/۹۲ بدست می آید.

جدول ۱۱: شرایط آلودگی محیطی محل نصب چراغهای روشنایی

درجه بندی میزان تمیزی محل نصب چراغها					شرایط محیطی
خیلی تمیز	تمیز	متوسط	کثیف	خیلی کثیف	
هیچ	خیلی کم	قابل توجه، اما نه زیاد	انباشت سریع	انباشتگی دائمی	آلودگی ایجاد شده در محل
هیچ (یا چیزی وارد محیط نمی شود)	کم (تقریباً چیزی وارد نمی شود)	ورود به مقدار کم	ورود به مقدار زیاد	ورود کلی	آلودگی ناشی از محیط اطراف
عالی	بهرتر از متوسط	کمتر از متوسط	استفاده از هواکش یا پنکه (در صورت وجود)	هیچ	تخلیه یا استفاده از فیلتر
هیچ	کم	قابل رویت پس از چندماه	زیاد- احتمالاً بعلت وجود روغن، رطوبت، یا الکتریسیته ساکن	زیاد	چسبندگی

مثالها:

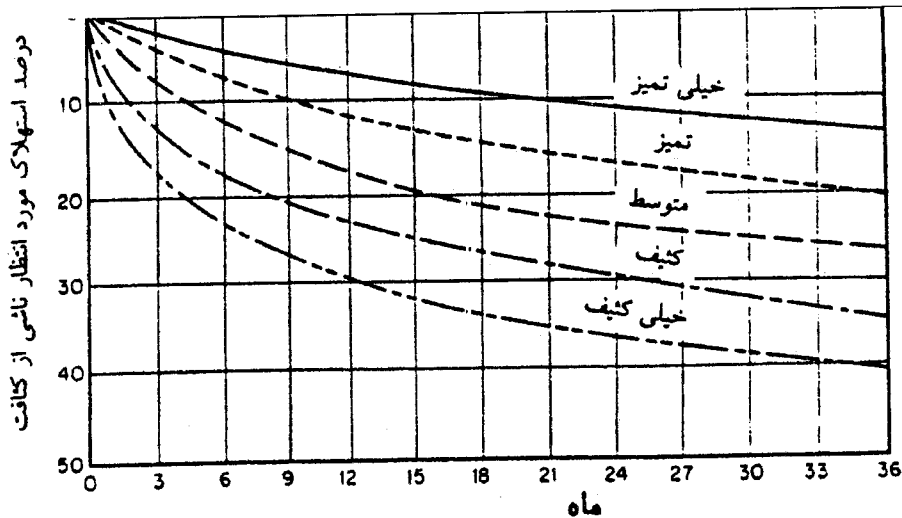
خیلی تمیز: دفاتر سطح بالا دور از اماکن تولید، آزمایشگاهها، اطافهای تمیز.
 تمیز: دفاتری که در ساختمانهای قدیمی تر یا نزدیک به اماکن تولید قرار دارند، مونتاز سبک، بازرسی.

متوسط: دفاتر کارخانه، پردازش کاغذ، ماشین کاری سبک.

کثیف: موتورخانهها، چاپخانههایی با سرعت بالا، پردازش لاستیک.

خیلی کثیف: شبیه به کثیف با این تفاوت که چراغها در تماس نزدیک با آلودگی قرار دارند.

منبع: "کتاب مرجع روشنایی IES" چاپ ۱۹۸۱، جلد مرجع، شکل ۴-۹.



شکل ۳۱: استهلاك مورد انتظار ناشی از كنافت به درصد (كتاب مرجع روشنایی IES)

جدول ۱۲: افت ناشی از كثیفی سطح اتاق (RSDD)

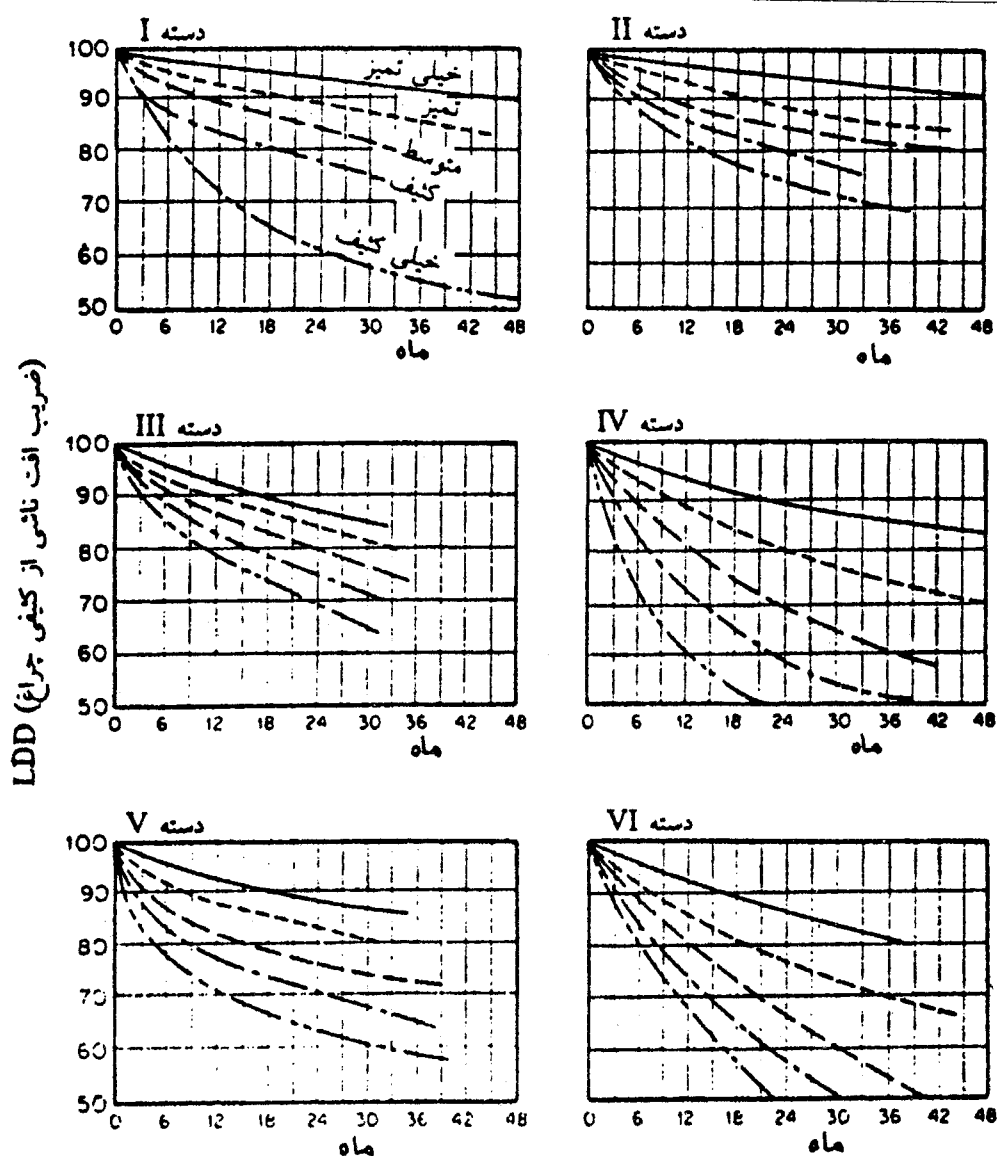
نوع توزیع روشنایی																(RCR)		
مستقیم				نیمه مستقیم				مستقیم-غیرمستقیم				نیمه غیرمستقیم					نسبت ناحیه‌ای اتاق	
درصد افت، مورد انتظار ناشی از كثیفی																		
۳۰	۲۰	۱۰	۳۰	۲۰	۱۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰	
۷۰	۸۰	۹۰	۸۰	۸۷	۹۴	۷۶	۸۰	۸۹	۹۴	۱۱۴	۸۸	۹۲	۹۷	۹۲	۹۴	۹۶	۹۸	۱
۶۹	۸۰	۹۲	۷۹	۸۷	۹۴	۷۵	۸۰	۸۷	۹۴	۱۱۳	۸۸	۹۲	۹۶	۹۲	۹۴	۹۶	۹۸	۲
۶۸	۷۹	۹۰	۷۸	۸۶	۹۴	۷۴	۷۹	۸۶	۹۴	۱۱۲	۸۷	۹۱	۹۶	۹۰	۹۳	۹۵	۹۸	۳
۶۷	۷۸	۸۹	۷۸	۸۶	۹۴	۷۳	۷۹	۸۶	۹۴	۱۱۰	۸۵	۹۰	۹۵	۹۰	۹۳	۹۵	۹۷	۴
۶۶	۷۸	۸۹	۷۷	۸۶	۹۳	۷۲	۷۸	۸۶	۹۳	۱۰۹	۸۴	۹۰	۹۴	۸۹	۹۱	۹۴	۹۷	۵
۶۶	۷۷	۸۹	۷۶	۸۵	۹۳	۷۱	۷۸	۸۵	۹۳	۱۰۸	۸۳	۸۹	۹۴	۸۸	۹۱	۹۴	۹۷	۶
۶۵	۷۶	۸۹	۷۶	۸۴	۹۳	۷۰	۷۷	۸۴	۹۳	۱۰۷	۸۲	۸۸	۹۳	۸۷	۹۰	۹۴	۹۷	۷
۶۴	۷۶	۸۸	۷۶	۸۴	۹۳	۶۹	۷۶	۸۴	۹۳	۱۰۶	۸۱	۸۷	۹۳	۸۶	۸۹	۹۳	۸۶	۸
۶۳	۷۵	۸۸	۷۵	۸۴	۹۳	۶۸	۷۶	۸۴	۹۳	۱۰۵	۸۰	۸۷	۹۳	۸۵	۸۸	۹۲	۹۶	۹
۶۲	۷۵	۸۸	۷۵	۸۳	۹۲	۶۷	۷۵	۸۴	۹۳	۱۰۴	۷۹	۸۶	۹۳	۸۳	۸۷	۹۲	۹۶	۱۰

تمامی ضرایب RSDD نشان داده شده، به درصد بیان شده است. بعنوان مثال وقتی برای RCR=5 و درصد افت مورد انتظار ناشی از كثیفی ۳۰ برای چراغ نوع مستقیم، عدد ۹۱ نشان داده شده منظور آن است که ضریب RSDD، ۹۱ درصد یا ۰/۹۱ است.

منبع (كتاب مرجع روشنایی IES) چاپ ۱۹۸۱، جلد مرجع، شكل ۷-۹.

۲۱-۴-۳-۲- ضریب اتلاف نور چراغ بر اثر کثیفی لامپ (LDD)

چراغها از نظر جذب گرد و غبار بر حسب ساختمان به شش دسته و برای پنج درجه کثیفی برابر منحنیهای شکل ۳۲ طبقه‌بندی شده است. بنابراین با توجه به نوع چراغ بر اساس دسته‌بندی مزبور، درجه‌بندی آلودگی محیط و فواصل گردگیرها ضریب کاهش بهره نور از منحنیهای شکل یاد شده بدست می‌آید.



شکل ۳۲: ضرایب افت ناشی از کثیفی چراغ (LDD) برای شش طبقه‌بندی چراغ (I تا VI) و برای پنج درجه کثیفی که طبق جدول ۱۱ تعیین می‌شود. (کتاب مرجع روشنایی IES، چاپ ۱۹۸۱، جلد مرجع)

۲۱-۴-۳-۳- ضریب کاهش نور لامپ در اثر کهنگی و فرسودگی (LLD)^۱

در لامپهای رشته‌ای، فلز رشته تدریجاً "تبخیر شده و موجب کاهش سطح مقطع آن، افزایش مقاومت و کاهش توان الکتریکی و در نتیجه کاهش نور تولید شده می‌شود. همچنین ته نشین شدن فلز رشته روی حباب لامپ نیز باعث جذب مقداری نور می‌شود. در لامپهای فلورسنت نیز فلز کاتد تدریجاً "کاهش می‌یابد و باعث کاهش نور لامپ می‌شود. این اثر در لامپهای جیوه‌ای کمتر است. این نوع کاهش را با ضریب کاهش نور لامپ LLD مشخص می‌کنند و معمولاً "مقدار آن در وسط عمر فعال لامپ ملاک محاسبه است. مقدار LLD را می‌توان از مشخصه لامپ بدست آورد.

۲۱-۴-۳-۴- ضریب کاهش نور چراغ در اثر تغییرات سطحی چراغ (LSD)^۲

سطوح حبابها و رفلکتورها در چراغها نیز با گذشت زمان کدر شده و موجب کاهش ضریب بهره نوری آن می‌شود. این پدیده در چراغهای دارای حباب شیشه‌ای کمتر از چراغهای دارای حباب پلاستیکی است.

۲۱-۴-۳-۵- ضریب درصد لامپهای سوخته و تعویض نشده (LBO)^۳

این ضریب عبارت است از نسبت لامپهای سالم به تعداد کل لامپها در یک محل و بستگی به نوع لامپ، چگونگی قرار گرفتن و تعداد لامپها و زمان تعویض آن دارد.

۲۱-۴-۳-۶- کاهش نور چراغ در اثر تغییر درجه حرارت (LAT)^۴

درجه حرارت محیط بر نور چراغها به ویژه چراغهای فلورسنت موثر است. این گونه چراغها معمولاً "برای کار در محیط ۲۵ درجه سانتیگراد ساخته می‌شود و در

1- Lamp Lumen Depreciation

2- Luminair Surface Depreciation

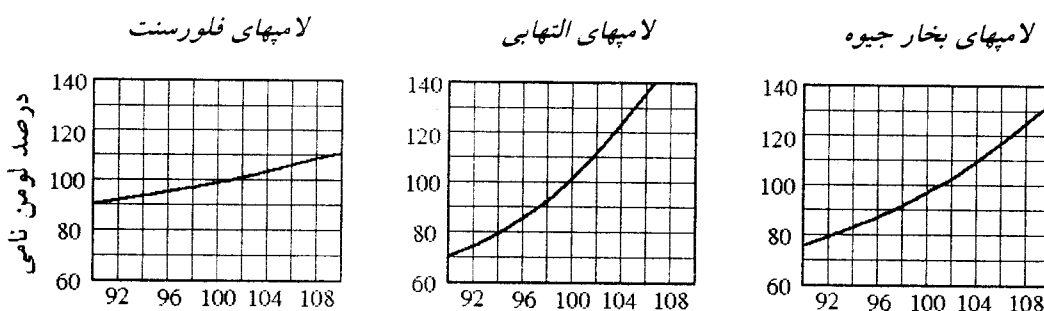
3- Lamp Burnout

4- Luminair Ambient Temperature

حرارت‌های پایین‌تر و یا بالاتر باعث تغییر فشار گاز طول موج نور تولید شده تغییر نموده و موجب کاهش بهره نوری چراغ می‌گردد. ضریب کاهش نور در اثر تغییر درجه حرارت را می‌توان از منحنی مشخصه لامپ بدست آورد.

۲۱-۴-۳-۷- کاهش نور چراغ در اثر کاهش ولتاژ (VF)^۱

تغییر ولتاژ بر روی توان نوری لامپهای رشته‌ای اثر زیادی دارد، در صورتی که این اثر بر روی لامپهای جیوه‌ای، سدیم و فلورسنت کمتر است. مقدار تقریبی آن را می‌توان از منحنیهای شکل ۳۳ بدست آورد.



شکل ۳۳: ولتاژ کم، خروجی نور را کاهش می‌دهد

۲۱-۴-۳-۸- ضریب کاهش نور لامپ در اثر چوک یا بالادست (BF)^۲

در چراغهای فلورسنت، جیوه‌ای و سدیم اگر از چوک دیگری جز نوعی که برای آن در نظر گرفته شده است استفاده شود موجب کاهش نور چراغ می‌شود. این کاهش را با ضریب چوک (BF) مشخص می‌کنند.

۲۱-۴-۳-۹- ضریب کل کاهش نور (TLLF)^۳

از حاصلضرت هشت ضریب یاد شده بالا، ضریب کل کاهش نور به شرح زیر به دست می‌آید:

$$TLLF = RSDD \times LDD \times LLD \times LSD \times LBO \times LAT \times VF \times BF$$

1- Voltage Factor

2- Ballast Factor

3- Total Light Loss Factor

ضریب TLLF در موقع نصب چراغ در صورتی که محیط تمیز و نو باشد برابر با یک است.

۲۱-۴-۴- تعیین ضریب بهره (CU) ^۱ و شدت روشنایی نهایی متوسط (E)

برای تعیین ضریب بهره ممکن است از روش زیر استفاده شود:

الف- به طور کلی اتاق، مکان یا فضایی مورد نظر را می‌توان به سه فضا یا ناحیه برابر شکل ۳۳ به شرح زیر تقسیم نمود:

- فضا یا ناحیه سقف شامل فضای بین چراغها و سقف (h_{cc})

- فضا یا ناحیه اتاق شامل فضای بین چراغها و سطح کار (h_{rc})

- فضا یا ناحیه کف شامل فضای بین سطح کار و کف (h_{fc})

ب- تعیین نسبتهای ناحیه‌ای RCR^۲ با استفاده از روابط زیر و یا جدول ۱۲:

$$\text{نسبت ناحیه‌ای سقف} = \frac{5h_{cc}(L+W)}{(L \times W)}$$

$$\text{نسبت ناحیه‌ای اتاق} = \frac{5h_{rc}(L+W)}{(L \times W)}$$

$$\text{نسبت ناحیه‌ای کف} = \frac{5h_{fc}(L+W)}{(L \times W)}$$

h_{cc} : فاصله بر حسب متر (فوت) از چراغ تا سقف

h_{rc} : فاصله بر حسب متر (فوت) از سطح کار تا چراغ

h_{fc} : فاصله بر حسب متر (فوت) از سطح کار تا کف

L: طول اتاق بر حسب متر (فوت)

W: عرض اتاق بر حسب متر (فوت)

پ- تعیین انعکاس موثر ناحیه‌ای سقف (ρ_{cc}) و انعکاس موثر ناحیه‌ای کف (ρ_{fc}) از

جدول ۱۴.

1- Coefficient of Utilization

2- Room Cavity Ratio

این انعکاسها را ممکن است با ترکیب خاصی از نسبت ناحیه‌ای (جدول ۱۲) و انعکاس واقعی سقف، دیوار و کف (جدول ۱۳) با استفاده از جدول ۱۴ بدست آورد.

ت- تعیین ضریب بهره چراغ (CU)

پس از تعیین نسبتهای ناحیه‌ای اتاق (RCR) انعکاس موثر ناحیه‌ای سقف (ρ_{cc}) انعکاس موثر ناحیه‌ای کف (ρ_{fc}) و انعکاس دیوار ρ_w ، ضریب بهره چراغ مورد نظر را ممکن است از جدول ضرایب بهره سازندگان بدست آورد.

ث- تعیین شدت روشنایی نهایی متوسط

شدت روشنایی نهایی متوسط در حین کار با استفاده از فرمول زیر قابل محاسبه خواهد بود:

$$E = \frac{NL \times NLA \times L \times CU \times TLLF}{S}$$

NL : تعداد چراغها

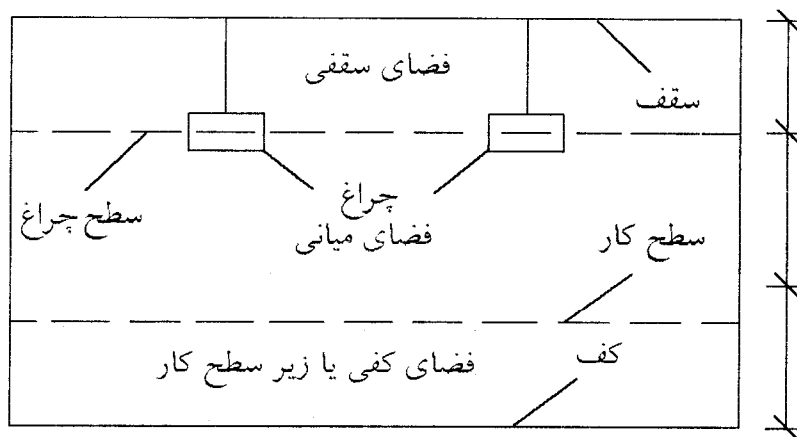
E : شدت روشنایی نهایی متوسط (لوکس)

L : لومن هر لامپ

NLA : تعداد لامپها

S : سطح فضای موردنظر (مترمربع)

TLLF : ضریب کل کاهش نور



شکل ۳۳: تقسیم‌بندی فضای اتاق

جدول ۱۲: نسبت‌های ناحیه‌ای

عمق ناحیه ای									ابعاد اتاق	
۶	۵	۴	۳/۵	۳	۲/۵	۲	۱/۵	۱	عرض	طول
۶/۷	۵/۶	۴/۵	۳/۹	۳/۴	۲/۸	۲/۲	۱/۷	۱/۱	۸	۱۰
۵/۹	۴/۴	۳/۹	۳/۴	۳/۰	۲/۵	۲/۰	۱/۵	۱/۰	۸	۱۴
۵/۲	۴/۴	۳/۵	۳/۱	۲/۶	۲/۲	۱/۷	۱/۳	۰/۹	۸	۲۰
۵/۱	۴/۳	۳/۴	۳/۰	۲/۶	۲/۱	۱/۷	۱/۳	۰/۹	۱۰	۱۴
۴/۵	۳/۷	۳/۰	۲/۶	۲/۳	۱/۹	۱/۵	۱/۱	۰/۷	۱۰	۲۰
۵/۰	۴/۲	۳/۳	۲/۹	۲/۵	۲/۱	۱/۷	۱/۲	۰/۸	۱۲	۱۲
۴/۴	۳/۶	۲/۹	۲/۵	۲/۲	۱/۸	۱/۵	۱/۱	۰/۷	۱۲	۱۶
۳/۷	۳/۱	۲/۵	۲/۲	۱/۹	۱/۶	۱/۲	۰/۹	۰/۶	۱۲	۲۴
۴/۳	۳/۶	۲/۹	۲/۵	۲/۱	۱/۸	۱/۴	۱/۱	۰/۷	۱۴	۱۴
۳/۶	۳/۰	۲/۴	۲/۱	۱/۸	۱/۵	۱/۲	۰/۹	۰/۶	۱۴	۲۰
۳/۱	۲/۶	۲/۱	۱/۸	۱/۶	۱/۳	۱/۰	۰/۸	۰/۵	۱۴	۳۰
۳/۰	۲/۵	۲/۰	۱/۷	۱/۵	۱/۲	۱/۰	۰/۷	۰/۵	۲۰	۲۰
۲/۵	۲/۱	۱/۷	۱/۵	۱/۲	۱	۰/۸	۰/۶	۰/۴	۲۰	۳۰
۲/۲	۱/۸	۱/۴	۱/۳	۱/۱	۰/۹	۰/۷	۰/۵	۰/۴	۲۰	۴۵
۲/۵	۲/۱	۱/۷	۱/۵	۱/۲	۱	۰/۸	۰/۶	۰/۴	۲۴	۲۴
۲/۲	۱/۸	۱/۵	۱/۳	۱/۱	۰/۹	۰/۷	۰/۵	۰/۴	۲۴	۳۲
۱/۸	۱/۵	۱/۲	۱/۱	۰/۹	۰/۸	۰/۶	۰/۵	۰/۳	۲۴	۵۰
۲/۰	۱/۷	۱/۳	۱/۲	۱/۰	۰/۸	۰/۷	۰/۵	۰/۳	۳۰	۳۰
۱/۵	۱/۲	۱/۰	۰/۹	۰/۷	۰/۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳	۳۰	۶۰
۱/۴	۱/۲	۱/۰	۰/۸	۰/۷	۰/۶	۰/۵	۰/۴	۰/۲	۴۲	۴۲
۱/۲	۱/۰	۰/۸	۰/۷	۰/۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳	۰/۲	۴۲	۶۰
۱/۲	۱/۰	۰/۸	۰/۷	۰/۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳	۰/۲	۵۰	۵۰
۰/۹	۰/۷	۰/۶	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۰/۳	۰/۲	۰/۱	۵۰	۱۰

جدول ۱۳: ضریب انعکاس اجسام و رنگهای مختلف در برابر نور سفید

نوع جسم یا رنگ	درصد ضریب انعکاس	نوع جسم یا رنگ	درصد ضریب انعکاس
آلومینیوم پرداخت نشده	۶۵-۸۵	کاشی سفید	۷۵-۸۷
آلومینیوم کدر	۵۵-۶۰	شیشه روشن	۶-۸
برنج صیقلی شده	۶۰	شیشه موجدار	۵-۱۵
برنج کدر	۵۴	آینه بانددود نقره	۸۸-۹۳
فولاد	۵۵	رنگ سبز تیره-قهوه‌ای تیره	۱۰-۲۰
ورق حلبی	۷۰	رنگ سبز روشن	۴۵-۶۵
نیکل پرداخت شده	۵۳-۶۳	رنگ قهوه‌ای مایل به زرد	۳۰-۵۰
نیکل تیره (کدر)	۵۰	رنگ زرد کم‌رنگ	۴۵-۵۵
روی صیقلی شده	۵۵	رنگ زرد روشن	۵۰-۷۰
گرانیت (سنگ خارا)	۱۰-۲۵	رنگ قرمز تیره	۱۰-۲۰
بتن	۱۰-۵۰	رنگ قرمز روشن	۳۰-۵۰
اسفالت با اندود قیر	۸-۱۵	رنگ آبی دریایی	۱۰-۵۰
آجر	۱۰-۳۰	رنگ آبی آسمانی	۳۵-۴۵
سنگ مرمر سفید	۶۰-۸۵	رنگ خاکستری	۴۵-۵۰
ملاط ساروج تیره	۲۰-۳۰	رنگ خاکستری تیره	۱۰-۱۵
ملاط ساروج روشن	۴۰-۵۰	رنگ سفید	۷۰-۹۰

جدول ۱۴: انعکاس موثر ناحیه‌های سقف یا کف به درصد برای ترکیب‌های مختلف انعکاس^۱

درصد انعکاس پایه	۹۰										۸۰										۷۰										۶۰										۵۰									
	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰
۱	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	
۲	۲۴	۳۴	۴۴	۵۴	۶۴	۷۴	۸۴	۹۴	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰		
۳	۳۴	۴۴	۵۴	۶۴	۷۴	۸۴	۹۴	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰			
۴	۴۴	۵۴	۶۴	۷۴	۸۴	۹۴	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰				
۵	۵۴	۶۴	۷۴	۸۴	۹۴	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰					
۶	۶۴	۷۴	۸۴	۹۴	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰						
۷	۷۴	۸۴	۹۴	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰							
۸	۸۴	۹۴	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰								
۹	۹۴	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰									
۱۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰										

۱- برای جدول کامل به "کتاب مرجع روشنی IES" چاپ ۱۹۸۱ یا جدول ارائه شده به وسیله سازندگان تجهیزات روشنی رجوع شود.

۲۱-۴-۵- شدت روشنایی لازم و نوع چراغ برای مکانهای مختلف سیلو در جدول ۱۵ ارائه شده است.

جدول ۱۵: شدت روشنایی لازم و نوع چراغ برای مکانهای مختلف سیلو

مکان	شدت روشنایی (لوکس)	نوع چراغ پیشنهادی
برج کار	۱۵۰-۱۰۰	چراغهای ضداشتعال غبار یا ضد گردوغبار متناسب با منطقه مورد نظر (۲۰،۲۱ یا ۲۲)
محوطه	۹-۱۲	چراغهای خیابانی با لامپ جیوه‌ای
ساختمانهای اداری: اتاقهای اداری اتاقهای حسابداری و حسابرسی راهروها	۲۰۰ ۲۵۰ ۸۰-۱۰۰	چراغهای متنوع با لامپهای فلورسنت و رشته‌ای
انبار	۶۰-۸۰	چراغ صنعتی با لامپ جیوه‌ای
ساختمانهای مسکونی	۷۰ الی ۲۰۰ برای اتاقها و محلهای مختلف	چراغهای دکوراتیو با لامپ رشته‌ای و چراغهای فلورسنت

۲۱-۵ روشنایی معابر در سیلو

۲۱-۵-۱- در طراحی روشنایی معابر سه اصل مهم باید در نظر گرفته شود که عبارتند از ایجاد روشنایی کافی در سطح معبر و یکنواختی آن و جلوگیری از چشم‌زدگی حاصل از نور چراغ در سطح خیابان.

۲۱-۵-۲- شدت روشنایی در خیابانهای سیلو باید حدود ۱۲ لوکس و در پیاده‌روها ۵ لوکس در نظر گرفته شود.

۲۱-۵-۳- برای رعایت یکنواختی روشنایی، در محاسبات روشنایی نسبتهای زیر باید

$$\frac{E_{min}}{E_{max}} = \frac{1}{6} \quad , \quad \frac{E_{min}}{E_{mean}} = \frac{1}{3} \quad \text{رعایت شود:}$$

که در آن E_{min} حداقل شدت روشنایی در سطح معبر، E_{max} حداکثر شدت روشنایی و E_{mean} شدت روشنایی متوسط است.

۲۱-۵-۴- برای جلوگیری از چشم‌زدگی در خیابانها ارتفاع نصب چراغها باید برابر جدول زیر متناسب با شار نوری آن باشد:

ارتفاع نصب (متر)	شار نوری چراغ (لومن)
۱۰/۵	۲۰/۰۰۰
۱۰/۵ تا ۱۳/۵	۲۰/۰۰۰ تا ۴۵/۰۰۰
۱۳/۵ تا ۱۸	۴۵/۰۰۰ تا ۹۰/۰۰۰

۲۱-۵-۵- محاسبات روشنایی معابر

۲۱-۵-۵-۱- در محاسبات روشنایی معابر به علت فقدان سطوح منعکس کننده تنها

تابش مستقیم نور باید مورد توجه قرار گیرد.

- شدت روشنایی متوسط سطح خیابان در مواردی که چراغها به تازگی نصب شده باشد از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Em_{new} = \frac{\phi \times CU}{L \times W}$$

که در آن ϕ شار نوری، CU ضریب بهره نوری، W عرض خیابان و L فاصله دو پایه متوالی است.

- شدت روشنایی متوسط سطح خیابان با احتساب ضریب اتلاف نور (پس از کثیف شدن سطح چراغ و کم شدن نور لامپ) از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Em = \frac{\phi \times CU \times TLLF}{L \times W}$$

TLLF: ضریبی است که در روشنایی داخلی نیز به کار می‌رود.

۲۱-۵-۵-۲- منحنیهای ضریب کاهش نور چراغ برای کثیف شدن سطح آن (LDD)

در شکل ۳۴ اراده شده است. این منحنیها برای اغلب چراغهای خیابان قابل استفاده است.

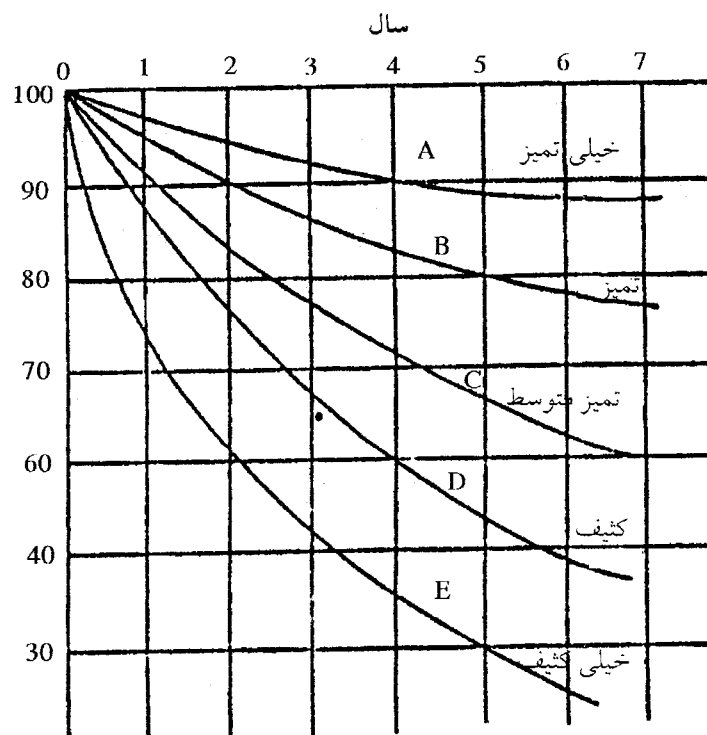
۲۱-۵-۵-۳- ضریب بهره چراغ (CU)

منحنیهای نمونه ضریب بهره نوری چراغ (CU) برای خیابان و پیاده‌رو در شکل ۳۵ ارائه شده است. این منحنیها ضریب بهره نوری چراغ را بر حسب نسبت عرض خیابان یا پیاده‌رو به ارتفاع نصب چراغ نمایش می‌دهد.

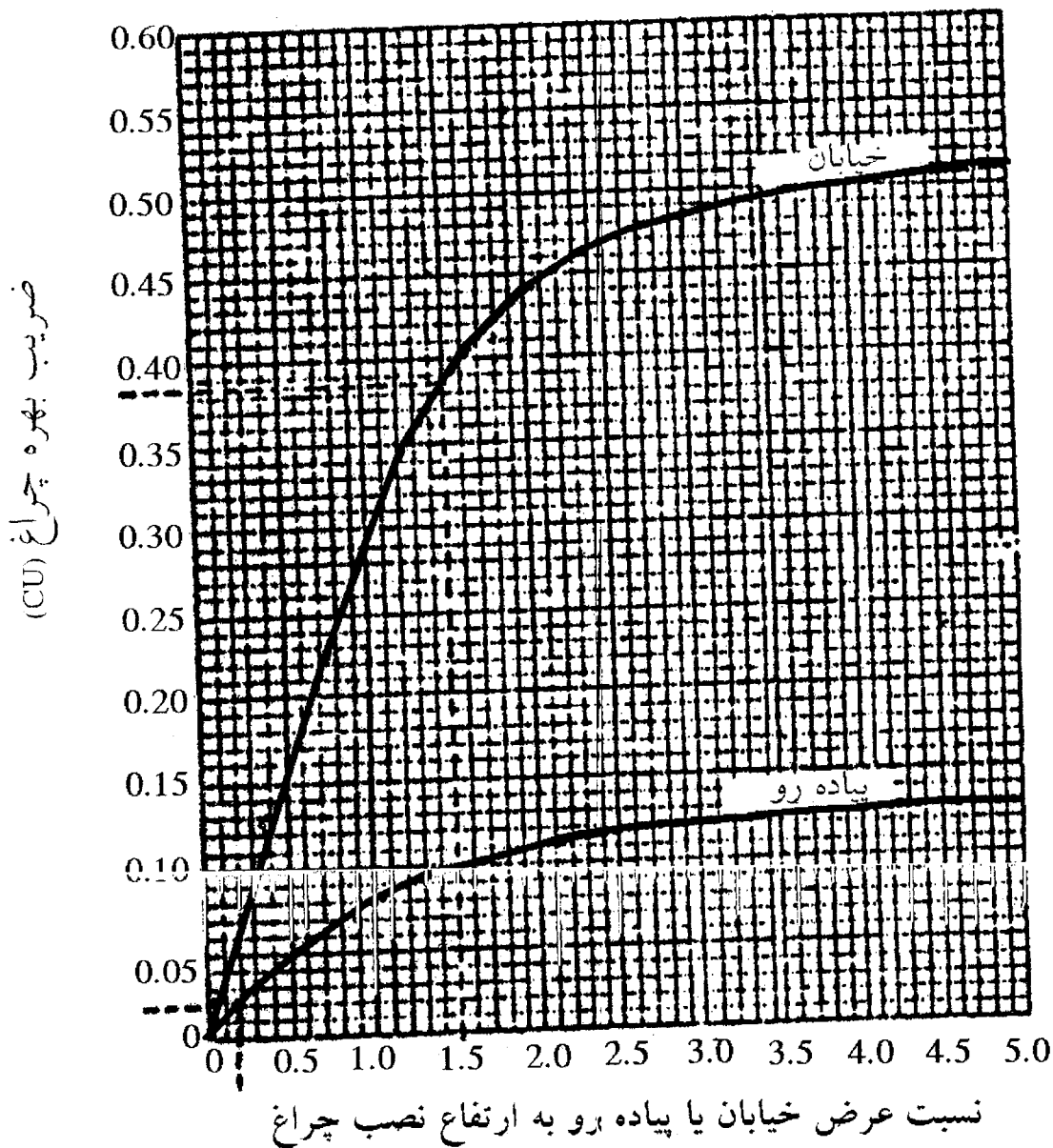
۲۱-۵-۵-۴- فاصله پایه‌های چراغها در معابر از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$L = \frac{\phi \times CU \times TLLF}{E \times W}$$

۲۱-۵-۵-۵- لامپهای مورد استفاده در معابر سیلو ممکن است از انواع رشته‌ای، بخار جیوه یا بخار سدیم متناسب با مورد مصرف انتخاب شود لیکن باید دارای پوشش ضد گرد و غبار باشد.



شکل ۳۴: منحنیهای ضریب کاهش نور چراغهای خیابان بر اثر کثیف شدن سطح آن



شکل ۳۵: ضریب بهره نوری چراغ (CU) برای خیابان و پیاده رو بر حسب نسبت عرض خیابان یا پیاده رو

۶-۲۱ مشخصات فنی و استاندارد تجهیزات مورد استفاده در سیستم روشنایی

۶-۲۱-۱- استاندارد ساخت چراغها، لامپها و تجهیزات جانبی مورد استفاده در

سیستم روشنایی باید با ضوابط و مشخصات ارائه شده در بند ۴-۲ از نشریه ۱-۱۱۰

(تجدید نظر اول) مطابقت نماید.

۲۱-۶-۲- مشخصات فنی و استاندارد تجهیزات مورد استفاده در چراغهای روشنایی معابر باید برابر ضوابط ارائه شده در فصل دوازدهم از نشریه شماره ۱۹۵ دفتر امور فنی و تدوین معیارها با عنوان "مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راههای شهری" باشد.

۲۱-۶-۳- مشخصات فنی و استاندارد پایه‌های روشنایی معابر سیلو، متعلقات و روش نصب آن باید با ضوابط ارائه شده در فصل سیزدهم از نشریه ۱۹۵ فوق مطابقت نماید.

۲۲ پریزهای مصارف عمومی و متفرقه در سیلو

به منظور تغذیه الکتریکی دستگاههایی که ممکن است در سیلو مورد استفاده قرار گیرد و برای تغذیه آن کابل مشخصی در نظر گرفته نشده باید شماری پریزهای عمومی متناسب با منطقه مربوط، به شرح زیر در نظر گرفته شود. این دستگاهها عبارتند از وینچ نفربر به داخل کندوها، وسایل و ابزارهای الکتریکی مانند درل برقی، چراغ روشنایی سیار و مانند آن:

۱-۲۲ پریزهای برج کار

۲۲-۱-۱- نظربه این که در برج کار امکان استفاده از دستگاههای سه فاز و تکفاز هر دو وجود دارد، بنابراین باید در این مجموعه هر دو نوع پریز سه فاز و تکفاز پیش بینی شود:

الف- پریزهای سه فاز

- در هر طبقه برج کار حداقل یک عدد

- در چاله تخلیه یک عدد

- در گالری زیرکندوها و سوله بالای کندوها متناسب با طول آن هر کدام حدود پنج عدد

ب- پریزهای تکفاز

- در هر طبقه برج کار حداقل ۵ عدد

- در سوله بالای کندوها حدود ۱۰ عدد

- در گالری زیرکندوها حدود ۱۲ عدد

این تعداد برای یک سیلو با دو مجموعه از کندوها هر یک با تعداد نه کندو پیشنهاد شده است، در مواردی که شمار کندوها بیشتر باشد تعداد پریزها نیز باید افزایش یابد.

۲۲-۱-۲- تغذیه پریزهای تکفاز معمولاً باید از تابلوی روشنایی هر طبقه و یا از تابلو مربوط به بالای کندوها و یا تابلو مربوط به گالری زیرکندوها صورت پذیرد.

۲۲-۱-۳- برای تغذیه کلیه پریزها باید از سیم درون لوله استفاده شده و ضوابط مربوط به مناطق خطرزا رعایت شود.

۲۲-۱-۴- پریزهای تک فاز باید ۲۲۰ ولت، ۱۶ آمپر و اتصال زمین دار بوده و به وسیله یک فیوز ۱۶ آمپر حفاظت شود.

۲۲-۱-۵- پریزهای سه فاز را ممکن است از تابلوهای سویچ برد ماشین آلات و یا از تابلوهای روشنایی طبقات تغذیه نمود.

۲۲-۱-۶- سطح مقطع هادیهای تغذیه کننده پریزها باید با در نظر گرفتن حداکثر جریان مجاز برای هر پریز و افت ولتاژ مجاز در مدار محاسبه شود لیکن در هر صورت از ۲/۵ میلیمتر مربع نباید کمتر باشد.

۲۲-۱-۷- علاوه بر پریزهای یاد شده بالا، به منظور تغذیه فن های هوادهی به کندوها، باید در اطراف کندوهای سیلو پریزهای سه فاز، مجهز به درپوش و ضد آب، متناسب با تعداد فن ها، با تحمل جریان متناسب با ظرفیت فن ها پیش بینی و نصب شود.

۲-۲۲ پریزهای ساختمانهای جنبی

در ساختمانهای جنبی و کارگاه پریزهای برق باید متناسب با نیاز مربوط پیش بینی و نصب شود. این گونه پریزها که معمولاً از نوع تکفاز خواهد بود باید ۲۲۰ ولت، اتصال زمین دار و حداقل ۱۶ آمپر بوده و سیستم آن بر حسب مورد برابر ضوابط و مشخصات ارائه شده در نشریه ۱-۱۱۰ (تجدید نظر اول) طراحی و اجرا شود.

فهرست منابع و استانداردها

الف : فارسی

- [۱] مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی کارهای ساختمانی، جلد اول: تاسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط، نشریه شماره ۱-۱۱۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها، ۱۳۸۰.
- [۲] مهندسی نگهداری ساختمان و تاسیسات، جلد سوم: نگهداری تاسیسات الکتریکی، نشریه شماره ۳-۱۳۸، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها، ۱۳۷۹.
- [۳] مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راههای شهری، نشریه شماره ۱۹۵، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها، ۱۳۷۹.

استانداردهای ملی ایران، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

- [۴] ۱۹۲۸ تابلوهای فرمان و کنترل فشار ضعیف سوار شده در کارخانه (فابریکی)
- [۵] ۱۹۲۹ تابلوهای فرمان و کنترل فشار ضعیف سوار شده در کارخانه، مقررات مخصوص برای سیستم مجرای شینه کشی
- [۶] ۲۶۲۰ ترانسفورماتورهای قدرت، کلیات
- [۷] ۲۶۲۱ ترانسفورماتورهای قدرت، افزایش دما
- [۸] ۲۶۲۲ ترانسفورماتورهای قدرت، سطحهای عایق بندی و ازمونهای دی الکتریک
- [۹] ۲۶۲۳ ترانسفورماتورهای قدرت، قسمت چهارم، انشعابات و اتصالات
- [۱۰] ۲۶۲۴ ترانسفورماتورهای قدرت، قسمت پنجم، استقامت در مقابل اتصال کوتاه
- [۱۱] ۳۱۰۹-۱ فیوزهای ولتاژ ضعیف، قسمت ۱، مقررات عمومی
- [۱۲] ۳۱۰۹-۲ فیوزهای ولتاژ ضعیف، قسمت ۲، مقررات تکمیلی
- [۱۳] ۳۱۰۹-۳ فیوزهای ولتاژ ضعیف، قسمت ۳

- [۱۴] ۳۱۷۹ کنتاکتورهای فشار ضعیف
- [۱۵] ۳۱۸۰ مقررات تکمیلی برای کنتاکتورهای الکترومغناطیسی فشار ضعیف
- [۱۶] ۳۱۸۱ روشهای علامتگذاری و شناسایی ترمینالهای کنتاکتورهای فشار ضعیف و رله‌های اضافه بار همراه آنها
- [۱۷] ۳۷۰۶ اجزاء سیستمهای اعلام حریق خودکار (اتوماتیک) بخش اول: مقدمه
- [۱۸] ۳۷۰۷ سیستمهای اعلام حریق، بخش چهارم: مرکز اعلام حریق.
- [۱۹] ۳۷۰۸ اجزاء سیستمهای اعلام حریق خودکار (اتوماتیک)، بخش نهم: آزمون حساسیت در برابر آتش
- [۲۰] ۳۷۰۹ اجزاء سیستمهای اعلام حریق خودکار، بخش هفتم: آشکارسازهای دودی نوع نقطه‌ای، بر اساس نبر پراکنده، نور انتقالی و یا یونیزه شدن
- [۲۱] ۳۷۱۰ اجزاء سیستمهای اعلام حریق خودکار، بخش هشتم: آشکارسازهای دمای زیاد
- [۲۲] استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع، جلد اول، دوم و سوم، وزارت نیرو، شرکت توانیر، معاونت تحقیقات و تکنولوژی، دفتر استانداردها، فروردین ۱۳۷۵.
- [۲۳] مقررات ملی ساختمانی ایران، مبحث ۱۳: طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمانها، وزارت مسکن و شهرسازی، دفتر نظامات مهندسی.

ب : خارجی

- [24] IEC 56 High-voltage alternating-current circuit-breakers.
- 56-1 Part 1. General and definitions.
- 56-2 Part 2. Rating.
- 56-3 Part 3. Design and construction.
- 56-4 Part 4. Type tests and routine tests.
- 56-4A First supplement: Appendix E-Methods of determining prospective transient recovering voltage waves.
- 56-5 Part 5. Rules for the selection of circuit-breakers for service.

- 56-6 Part 6. Information to be given with enquires, tenders and orders and rules for transport, erection and maintenance.
- [25] IEC 76 Power Transformers
- 76-1 Power transformers, Part 1 : General
- 76-2 Power transformers, Part 2 : Temperature rise.
- 76-3 Power transformers, Part 3 : Insulation levels and dielectric tests.
- 76-4 Power transformers, Part 4 : Tappings and connectons.
- 76-5 Power transformers, Part 5 : Ability to withstand short circuit.
- [26] IEC 129 Alternating current disconnectors (isolators) and earthing switehes.
- [27] IEC 157-1 Low voltage switchgear and controlgear.
- [28] IEC 185 Current transformers.
- [29] IEC 186 Voltage transformers
186B Second supplement: short-circuit behaviour.
- [30] IEC 269.1 Part 1. General requirements.
- 269.2 Part 2. Supplementary requirements for fuses for industrial applicatons.
- 269.2A First supplement : Appendix A: Examples of standardized fuses for industrial applications.
- 269.3 Part 3. Supplementary requirements for fuses for domestic and similar applications.
- 269.3A First supplement : Appendix A: Examples of standardized fuses for domestic and similar applications.
- [31] IEC 298 A.C. metal- enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 KV and up to and including 71.5 KV.
- [32] IEC 439 Factory - built assemblies of low- volttagge switchgear and controlgear.
- [33] IEC 694 Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards.
- [34] IEC 1024-1 Protection of structures against lightning, Part 1: General principles.
- [35] IEC 1241-2 Electrical Apparatus for Use in the Presence of Combustible Dust. Part 2, Test Methods: Section 1 (1994). Method for the Determination of the Minimum Ignition Temperature of Dust; Section 2 (1993) . Method fot the Determination of the

- Ignition Temperature of Dust in Layers; Section 3 (1993). Method for Determination of minimum Ignition Energy for Dust/Air Mixtures.
- [36] IEC 1241-3 Electrical Apparatus for use in the presence of combustible dust. Part 3. Classification of Areas Where Combustible Dusts are or may be present. (Draft 1994) (BS 94 / 213454 DC)
- [37] NFPA 78 Lightning protection code, 1983.
- [38] NFC 17-102 Lightning protection, protection of structures and open areas against lightning using early streamer emission air terminals, July 1995.
- [39] BS 4568 Specification for steel conduit and fittings with metric threads of ISO form for electrical installations. Part 1 (1970) . Steel conduit, bends and couplers; part 2. (1970) . Fittings and components.
- [40] BS 4999 General requirements for rotating electric machines.
- [41] BS 5000 Rotating electric machines of particular types or for particular applications.
- [42] BS 5345 Selection, installation and maintenance of electrical apparatus for use in potentially explosive atmospheres (other than mining operations or explosives processing and manufacture). part 2 (1983). Classification of hazardous areas.
- [43] BS 5501 Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres. Part 1 (1977), General requirements. Part 2 (1977), Flameproof enclosure, 'd'.
- [44] BS 5514 Reciprocating ignifitional combustion engines performance.
- [45] BS 6467 Electrical apparatus with protection by enclosure for use in the presence of combustible dusts. Part 1 (1985) Specification for apparatus; Part 2 (1988) Guide to selection, installation and maintenance.
- [46] BS 6651 Protection of structures against lightning, 1992.
- [47] BS 6941 Electrical apparatus for explosive atmosphere with type of protection N. (1988)
- [48] BS 7535 Guide to the use of electrical apparatus complying with BS 5501 or BS 6941 in the presence of combustible dust. (1992)
- [49] BS/EN 50014 Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres. General requirements. (1993)
- [50] EN 60034 General requirements for rotating electrical machines. Part 5 (1986). Classification of degrees of protection provided by enclosures for rotating machinery.

۱۷-۴-۱-۳- حداقل ابعاد تسمه‌های مسی هادیهای ارتباطی (هادیهای نزولی بین شبکه مشبک پشت بام و پایانه‌های زمینی برای سطح تا ۹۰ متر مربع و ارتفاع حداکثر ۱۸ متر باید ۲۰×۳ میلیمتر و بیشتر از ۹۰ متر ۲۵×۳ میلیمتر یا بیشتر باشد.

۱۷-۴-۱-۴- برای تعیین تعداد هادیهای ارتباطی (هادیهای نزولی) بین شبکه مشبک پشت بام و پایانه‌های زمینی باید یکی از دو روش زیر ملاک محاسبه قرار گیرد:
الف- احتساب پیرامون: به طور کلی برای هر ۳۰ متر محیط (پیرامون) تحت محافظت برقگیر باید یک نزولی در نظر گرفته شود لیکن حداقل تعداد نزولیها برای هر نوع ساختمان دو عدد خواهد بود. (شکل ۲۳).

ب- احتساب مساحت: برای سطوح تحت محافظت برقگیر تا ۳۶۰ متر مربع مساحت دو نزولی و برای هر ۲۷۰ متر مربع مازاد یک نزولی اضافی باید در نظر گرفته شود.



ب) میله برقگیر تیر پرچم
جنس: مس



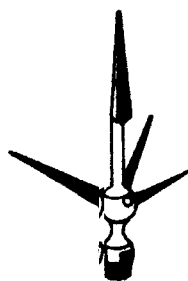
الف) میله برقگیر یکپارچه
جنس: مس
قطر: $\frac{1}{8}$ الی $\frac{3}{8}$ اینچ
طول: ۳۰ الی ۵۰ سانتیمتر



الف) میله برقگیر یکپارچه
جنس: مس
قطر: $\frac{5}{8}$ الی ۱ اینچ
طول: ۳۰ الی ۲۰۰ سانتیمتر



ج) میله برقگیر برای سرمیله‌های
تکی و یا چند شاخه
جنس: مس
قطر: $\frac{5}{8}$ الی ۱ اینچ
طول: ۱۰۰ الی ۲۰۰ سانتیمتر



ث) سرمیله چند شاخه
جنس: مس



ت) سرمیله تک شاخه
جنس: مس

شکل ۲۰: انواع میله برقگیر و سرمیله برقگیر