

# مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی

جلد اول:

تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط

( تجدید نظر اول )



جمهوری اسلامی ایران  
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

**مشخصات فنی عمومی و اجرایی  
تأسیسات برقی کارهای ساختمانی  
جلد اول:  
تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط  
(تجدید نظر اول)**

نشریه شماره ۱-۱۱۰

معاونت امور فنی  
دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

چاپ سوم  
۱۳۸۲

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۲/۰۰/۸۰



## فهرستبرگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی  
مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی / معاونت امور فنی، دفتر تدوین  
ضوابط و معیارهای فنی؛ [تهیه و تدوین پرویز سید احمدی ... و دیگران] - تجدیدنظر اول [ویرایش ۲] - تهران:  
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۲ -  
ج. : مصور - (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی؛ نشریه شماره ۱۱۰)  
(انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛ ۸۰/۰۸۰/۸۲)  
مربوط به دستورالعمل شماره ۵۴/۲۸-۱۰۵/۱۰۰ مورخ ۱۳۸۰/۱/۸  
ISBN 964-425-458-9 (set)  
ویرایش‌های قبلی توسط سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها منتشر شده است.  
عنوان جلد اول ویرایش اول "تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار قوی"  
مندرجات: ج. ۱. تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط  
۱. برق - مهندسی - استانداردها. ۲. برق - سیمکشی - مشخصات. ۳. روشنایی برق - مشخصات.  
۴. تأسیسات - استانداردها. ۵. ساختمان‌سازی - استانداردها. الف. سید احمدی، پرویز. ب. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی  
کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.  
الف ۱۳۸۲ ش. ۱۱۰ س۲/۳۶۸ TA

ISBN 964-425-458-9(set)

شابک ۹-۴۵۸-۴۲۵-۹۶۴ (دوره)

### مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی

تهیه کننده: معاونت امور فنی. دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. معاونت امور پشتیبانی. مرکز مدارک علمی و انتشارات

چاپ سوم : ۳۰۰۰ نسخه، ۱۳۸۲

قیمت: ۴۵۰۰۰ ریال

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.





ریاست جمهوری  
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور  
دفتر رئیس

بسمه تعالی

شماره: ۱۰۵/۱۰۰-۵۴/۲۸	به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ: ۱۳۸۰/۱۱/۸	
موضوع: مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی کارهای ساختمانی	

به استناد آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۱۱۰-۱/۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیات وزیران) به پیوست، نشریه شماره ۱-۱۱۰ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، با عنوان "مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی کارهای ساختمانی - جلد اول: تاسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط" از نوع گروه اول ابلاغ می‌شود تا از تاریخ ۸۰/۴/۱ به اجرا در آید.

رعایت کامل مفاد این نشریه از طرف دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرح‌های عمرانی الزامی است.

با انتشار این دستورالعمل، دستورالعمل شماره ۱۹۰۴-۱۹۹۲۵/۵۶-۱ مورخ ۷۰/۱۲/۲۵ لغو می‌گردد.

محمد رضا عارف

معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۳	<b>فصل ۱ لوله کشی برق</b>
۱۳	۱-۱ کلیات
۱۳	۲-۱ طبقه بندی
۱۶	۳-۱ انواع لوله و موارد کاربرد
۱۸	۴-۱ ظرفیت لوله ها
۲۱	۵-۱ اصول و روشهای نصب لوله های برق
۲۶	۶-۱ علایم ترسیمی الکتریکی برای لوله کشی برق
۲۹	<b>فصل ۲ سیمکشی برق</b>
۲۹	۱-۲ تعاریف
۲۹	۲-۲ استاندارد ساخت
۳۰	۳-۲ مشخصات و موارد مصرف انواع سیمهای دارای عایق پی - وی - سی
۳۱	۴-۲ مشخصات و موارد کاربرد سیمهای عایق دار و کابل های قابل انعطاف
۳۷	۵-۲ ضوابط طراحی سیستم سیمکشی
۴۲	۶-۲ اصول و روشهای نصب در سیمکشی
۴۴	۷-۲ نشانه های ترسیمی الکتریکی برای سیمکشی برق
۴۷	<b>فصل ۳ کلید و پرز</b>
۴۷	۱-۳ تعاریف
۴۷	۲-۳ استاندارد ساخت
۴۸	۳-۳ کلیدهای برق
۴۸	۱-۳-۳ طبقه بندی
۴۹	۲-۳-۳ موارد کاربرد
۵۰	۳-۳-۳ انتخاب نوع، ظرفیت بار و روش سیمکشی کلیدها
۵۳	۴-۳ پرزهای برق
۵۳	۱-۴-۳ طبقه بندی و موارد کاربرد
۵۴	۲-۴-۳ سیستم سیمکشی مدار و تعداد پرزها
۵۶	۵-۳ اصول و روشهای نصب کلید و پرز
۵۹	۶-۳ نشانه های ترسیمی الکتریکی برای لوازم برقی
۶۳	<b>فصل ۴ چراغهای روشنایی</b>
۶۳	۱-۴ تعاریف



۶۴	استاندارد ساخت چراغها، لامپها و تجهیزات جانبی.....
۶۶	طبقه‌بندی چراغها.....
۶۶	۱-۳-۴ طبقه‌بندی برحسب درجه حفاظت در برابر برق‌گرفتگی.....
۶۶	۲-۳-۴ طبقه‌بندی برحسب درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار.....
۶۹	۳-۳-۴ طبقه‌بندی برحسب جنس سطوح نگهدارنده چراغ.....
۷۱	۴-۴ طراحی و محاسبه روشنایی.....
۷۱	۱-۴-۴ روشهای نورپردازی.....
۷۱	۲-۴-۴ روشهای محاسبه روشنایی.....
۷۲	۳-۴-۴ تعیین نوع و تعداد چراغها در یک طرح روشنایی.....
۸۲	۵-۴ مشخصات چراغهای روشنایی و موارد کاربرد آن.....
۸۳	۶-۴ اصول و روشهای نصب چراغهای روشنایی.....
۸۴	۷-۴ نشانه‌های ترسیمی تأسیسات روشنایی.....

## فصل ۵ تابلوهای فشار ضعیف..... ۸۹

۸۹	۱-۵ کلیات.....
۸۹	۱-۱-۵ تعاریف.....
۹۰	۲-۱-۵ طبقه‌بندی.....
۹۱	۲-۵ انواع و موارد کاربرد.....
۹۱	۱-۲-۵ تابلو تمام بسته: (برای نصب در فضاهاى سرپوشیده).....
۹۱	۲-۲-۵ تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز.....
۹۲	۳-۵ استاندارد ساخت.....
۹۳	۴-۵ مشخصات فنی ساخت و روش نصب.....
۹۳	۱-۴-۵ تابلوهای اصلی توزیع فشار ضعیف - نوع ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت.....
۹۵	۲-۴-۵ تابلوهای نیم‌اصلی توزیع فشار ضعیف - انواع ایستاده قابل دسترسی از جلو و پشت.....
۹۵	۳-۴-۵ تابلو اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف - نوع ایستاده چندخانه‌ای.....
۹۶	۴-۴-۵ روش نصب تابلوهای ایستاده قابل دسترسی از جلو، قابل دسترسی از پشت و چندخانه‌ای.....
۹۷	۵-۴-۵ تابلو نیم‌اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف - نوع ایستاده چندخانه‌ای.....
۹۷	۶-۴-۵ تابلو توزیع نیرو - نوع ایستاده چندجعبه‌ای.....
۹۷	۷-۴-۵ تابلو توزیع فرعی نیروی برق - نوع دیواری.....
۹۹	۸-۴-۵ تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز.....
۱۰۰	۵-۵ لوازم، وسایل، و تجهیزات داخل تابلو.....
۱۰۰	۱-۵-۵ اجزای داخلی تابلوهای اصلی.....
۱۰۰	۲-۵-۵ تابلوهای فرمان وسایل موتوری.....
۱۰۱	۳-۵-۵ تابلوهای فرعی روشنایی.....
۱۰۲	۶-۵ مشخصات فنی لوازم، وسایل و تجهیزات داخل تابلو.....
۱۰۲	۱-۶-۵ کلیدهای اتوماتیک با رله حرارتی و مغناطیسی.....
۱۰۳	۲-۶-۵ کنتاکتورهای فشار ضعیف.....
۱۰۳	۳-۶-۵ فیوزها.....

۱۰۴	..... کلیدهای مینیاتوری ۴-۶-۵
۱۰۵	..... ترانسهای جریان ۵-۶-۵
۱۰۵	..... وسایل اندازه‌گیری و نمایشگر ۶-۶-۵
۱۰۶	..... آزمایش تابلوهای فشار ضعیف ۷-۵
۱۰۶	..... نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای وسایل تابلوهای فشار ضعیف ۸-۵
۱۳۹	..... ضمیمه ۱۳۹
۱۵۵	..... <b>فصل ۶ تابلوهای فشار متوسط</b> ۱۵۵
۱۵۵	..... ۱-۶ تعاریف ۱۵۵
۱۵۸	..... ۲-۶ طبقه‌بندی ۱۵۸
۱۵۸	..... ۳-۶ انواع تابلوهای ایستاده تمام بسته فشار متوسط ۱۵۸
۱۵۸	..... ۱-۳-۶ تابلو ایستاده، تمام بسته، قابل دسترسی و فرمان از جلو ۱۵۸
۱۵۸	..... ۲-۳-۶ تابلو ایستاده، تمام بسته، کشویی ۱۵۸
۱۵۹	..... ۴-۶ استاندارد ساخت ۱۵۹
۱۵۹	..... ۱-۴-۶ تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی ۱۵۹
۱۵۹	..... ۲-۴-۶ تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش عایق ۱۵۹
۱۵۹	..... ۳-۴-۶ سایر انواع تابلوهای فشار متوسط ۱۵۹
۱۵۹	..... ۴-۴-۶ لوازم و وسایل داخل تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط ۱۵۹
	..... ۵-۶ مشخصات فنی ساخت تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط، ایستاده، تمام بسته
۱۶۰	..... با پوشش فلزی ۱۶۰
۱۶۰	..... ۱-۵-۶ مشخصات عمومی ۱۶۰
۱۶۵	..... ۲-۵-۶ تابلو فشار متوسط، ایستاده، تمام بسته و قابل دسترسی و فرمان از جلو ۱۶۵
۱۶۶	..... ۳-۵-۶ تابلو فشار متوسط، نوع ایستاده، تمام بسته، و کشویی ۱۶۶
۱۶۷	..... ۶-۶ مشخصات فنی لوازم، وسایل و تجهیزات داخل تابلو ۱۶۷
۱۶۷	..... ۱-۶-۶ کلیدهای قدرت ۱۶۷
۱۶۸	..... ۲-۶-۶ ترانسفورماتورهای جریان ۱۶۸
۱۶۹	..... ۳-۶-۶ ترانسفورماتورهای ولتاژ ۱۶۹
۱۷۰	..... ۴-۶-۶ کلیدهای جداکننده و کلیدهای زمین ۱۷۰
۱۷۱	..... ۵-۶-۶ وسایل اندازه‌گیری ۱۷۱
۱۷۲	..... ۷-۶ ترکیب کلی تابلو فشار متوسط ۱۷۲
۱۷۲	..... ۱-۷-۶ تابلو فشار متوسط برای استفاده در سیستم حلقه‌ای (رینگ) ۱۷۲
۱۷۲	..... ۲-۷-۶ تابلو فشار متوسط برای استفاده در سیستم شعاعی ۱۷۲
	..... ۳-۷-۶ شماتیک یک تابلو برق فشار متوسط نمونه
۱۷۳	..... ۸-۶ روش نصب ۱۷۳
۱۷۳	..... ۱-۸-۶ تابلوهای فشار متوسط ایستاده تمام بسته، انواع قابل دسترسی و فرمان از جلو، و کشویی ۱۷۳
۱۷۳	..... ۲-۸-۶ سیمکشها و فرم‌بندی مدارهای ثانوی تابلو ۱۷۳
۱۷۳	..... ۹-۶ آزمایش تابلوهای فشار متوسط ۱۷۳
۱۷۳	..... ۱-۹-۶ تابلوهای فشار متوسط پوشش فلزی ۱۷۳

۱۷۴	۶-۹-۲ تابلوهای فشار متوسط مجهز به پوشش عایق
۱۷۵	۶-۱۰ نشان‌های ترسیمی الکتریکی

## فصل ۷ کابل‌های فشار ضعیف

۱۸۱	۷-۱ کلیات و تعاریف
۱۸۱	۷-۱-۱ تعاریف
۱۸۱	۷-۱-۲ نشانه‌های شناسایی کابلها در سیستم VDE
۱۸۳	۷-۱-۳ طبقه‌بندی
۱۸۳	۷-۱-۴ مشخصات اصلی کابلها و عوامل مؤثر در انتخاب نوع کابلها
۱۸۴	۷-۱-۵ تعیین جریان مجاز کابلها
۱۸۶	۷-۲ کابل‌های هوایی
۱۸۶	۷-۲-۱ استاندارد و مشخصات کابل‌های هوایی
۱۸۷	۷-۲-۲ اصول و روش‌های نصب کابل‌های هوایی
۱۹۰	۷-۳ کابل‌های زمینی
۱۹۰	۷-۳-۱ استاندارد و مشخصات کابل‌های زمینی دارای عایق‌بندی پلاستیکی
۱۹۱	۷-۳-۲ استاندارد و مشخصات کابل‌های زمینی دارای عایق‌بندی پلی اتیلن مستحکم (XLPE)
۱۹۱	۷-۳-۳ استاندارد و مشخصات کابل‌های زمینی مجهز به عایق‌بندی کاغذی
۱۹۲	۷-۳-۴ میزان جریان مجاز کابل‌های زمینی با توجه به شرایط نصب، درجه حرارت محیط و تعداد کابلها
۱۹۲	۷-۳-۵ اصول و روش‌های نصب کابل‌های زمینی
۲۰۰	۷-۴ کابل‌های زیرآبی
۲۰۰	۷-۴-۱ استاندارد و مشخصات کابل‌های زیرآبی
۲۰۰	۷-۴-۲ اصول و روش‌های نصب کابل‌های زیرآبی
۲۰۰	۷-۵ کابل‌های مخصوص
۲۰۱	۷-۵-۱ استاندارد و مشخصات کابل‌های مخصوص
۲۰۱	۷-۵-۲ اصول و روش‌های نصب کابل‌های مخصوص
۲۰۱	۷-۶ کابلشوها، سرکابلها و مفصلها
۲۰۱	۷-۶-۱ کابلشوها
۲۰۲	۷-۶-۲ سر کابلها
۲۰۲	۷-۶-۳ مفصلها

## فصل ۸ کابل‌های فشار متوسط

۲۱۵	۸-۱ کلیات و تعاریف
۲۱۵	۸-۱-۱ کابل فشار متوسط
۲۱۵	۸-۱-۲ طبقه‌بندی ولتاژ نامی عایق‌بندی کابل‌های فشار متوسط
۲۱۶	۸-۲ استاندارد و مشخصات کابل‌های فشار متوسط
۲۱۶	۸-۲-۱ کابل‌های فشار متوسط با عایق‌بندی کاغذی
۲۱۷	۸-۲-۲ کابل‌های فشار متوسط با عایق‌بندی پلاستیکی
۲۱۸	۸-۲-۳ کابل‌های فشار متوسط با عایق‌بندی پلی اتیلن (PE) و پلی اتیلن مستحکم (XLPE)

۲۲۰	اصول و روشهای نصب کابلهای فشار متوسط	۳-۸
۲۲۰	اصول و روشهای نصب کلی کابلهای فشار متوسط	۱-۳-۸
۲۲۲	نصب کابل در داخل کانال خاکی	۲-۳-۸
۲۲۵	نصب کابل در داخل کانال پیش ساخته	۳-۳-۸
۲۲۸	کابلشوها، سرکابلها و مفصلها	۴-۸
۲۲۸	کابلشوها	۱-۴-۸
۲۲۸	سرکابلها	۲-۴-۸
۲۳۰	مفصلها	۳-۴-۸
۲۳۲	نشانه‌های ترسیمی الکتریکی	۵-۸
<b>فصل ۹ مولدهای برق</b>		
۲۳۵	کلیات و تعاریف	۱-۹
۲۳۶	موارد استفاده از نیروی برق اضطراری و سیستم برق بدون وقفه	۲-۹
۲۳۷	استاندارد و مشخصات فنی مولدهای برق	۳-۹
۲۳۷	موتور دیزل	۱-۳-۹
۲۴۰	تابلوی وسایل اندازه‌گیری موتور	۲-۳-۹
۲۴۱	سیستم اگزوست موتور و دودکش	۳-۳-۹
۲۴۱	سیستم سوخت	۴-۳-۹
۲۴۲	ژنراتور	۵-۳-۹
۲۴۳	تابلو کنترل الکتریکی	۶-۳-۹
۲۴۳	مشخصات فنی اضافی برای مولدهای برق اضطراری	۷-۳-۹
۲۴۴	دستگاه سنکرونیزاسیون (همزمانی)	۸-۳-۹
۲۴۴	اصول و روشهای نصب	۴-۹
۲۴۵	آزمون دستگاهها	۵-۹
۲۴۵	نشانه‌های ترسیمی الکتریکی	۶-۹
<b>فصل ۱۰ ترانسفورماتورهای قدرت فشار متوسط</b>		
۲۴۹	کلیات و تعاریف	۱-۱۰
۲۵۰	استاندارد و مشخصات فنی ترانسفورماتورها	۲-۱۰
۲۵۰	استاندارد ساخت	۱-۲-۱۰
۲۵۰	شرایط محیط کار عادی	۲-۲-۱۰
۲۵۱	پیش‌بینیهای لازم برای شرایط محیط کار غیر عادی	۳-۲-۱۰
۲۵۱	نوع ترانسفورماتورها	۴-۲-۱۰
۲۵۱	مشخصات الکتریکی	۵-۲-۱۰
۲۵۲	مشخصات ساخت	۶-۲-۱۰
۲۵۵	اصول و روشهای نصب ترانسفورماتور	۳-۱۰
۲۵۵	نصب ترانسفورماتور در داخل ساختمان	۱-۳-۱۰
۲۵۷	نصب ترانسفورماتور در خارج ساختمان (فضای آزاد)	۲-۳-۱۰

۱۰- ۴ محافظت ترانسفورماتور در برابر ازدیاد جریان ..... ۲۵۹

## فصل ۱۱ خازنهای صنعتی ..... ۲۶۱

۱- ۱۱ کلیات ..... ۲۶۱

۲- ۱۱ تعاریف ..... ۲۶۱

۳- ۱۱ استانداردها و مشخصات فنی خازنهای صنعتی ..... ۲۶۳

۴- ۱۱ آزمونهای خازن ..... ۲۶۶

۵- ۱۱ توان واحدهای خازنی فشار ضعیف و روش محاسبه خازن مورد نیاز ..... ۲۶۷

۶- ۱۱ وسایل قطع و وصل و حفاظت خازنهای فشار ضعیف ..... ۲۶۹

۷- ۱۱ روشهای کنترل خودکار توان راکتیو ..... ۲۶۹

۸- ۱۱ اصول و روشهای نصب ..... ۲۷۰

۱- ۸- ۱۱ دمای کار ..... ۲۷۰

۲- ۸- ۱۱ شرایط محل نصب ..... ۲۷۰

۳- ۸- ۱۱ نصب مجموعه سیستم اصلاح ضریب قدرت ..... ۲۷۱

۹- ۱۱ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی ..... ۲۷۱

## فصل ۱۲ منابع تغذیه جریان مستقیم یا یکسوسازها ..... ۲۷۳

۱- ۱۲ کلیات ..... ۲۷۳

۲- ۱۲ تعاریف ..... ۲۷۳

۳- ۱۲ استانداردها و مشخصات فنی یکسوسازها ..... ۲۷۴

۴- ۱۲ آزمونهای دستگاههای یکسوساز ..... ۲۷۷

۵- ۱۲ اصول و روشهای نصب ..... ۲۷۸

۶- ۱۲ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی ..... ۲۷۸

## فصل ۱۳ وسایل شبکه ..... ۲۸۱

۱- ۱۳ کلیات ..... ۲۸۱

۲- ۱۳ تعاریف ..... ۲۸۱

۳- ۱۳ استانداردها و مشخصات فنی پایه‌های برق ..... ۲۸۲

۱- ۳- ۱۳ پایه‌های بتنی مسلح و پیش‌تنیده ..... ۲۸۲

۲- ۳- ۱۳ پایه‌های فلزی ..... ۲۸۴

۳- ۳- ۱۳ پایه‌های چوبی ..... ۲۸۶

۴- ۱۳ اصول و روشهای نصب پایه‌های برق ..... ۲۹۰

۱- ۴- ۱۳ ضوابط کلی ..... ۲۹۰

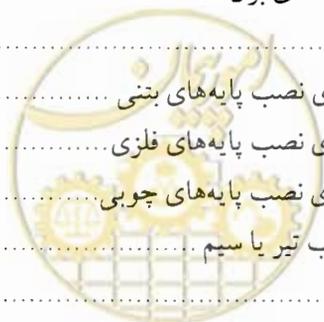
۲- ۴- ۱۳ اصول و روشهای نصب پایه‌های بتنی ..... ۲۹۱

۳- ۴- ۱۳ اصول و روشهای نصب پایه‌های فلزی ..... ۲۹۱

۴- ۴- ۱۳ اصول و روشهای نصب پایه‌های چوبی ..... ۲۹۳

۵- ۴- ۱۳ حریم مجاز نصب تیر یا سیم ..... ۲۹۶

۵- ۱۳ کنسول‌ها و براکت‌ها ..... ۲۹۶



۲۹۷	۶-۱۳ مفره‌ها	۲۹۷
۲۹۸	۷-۱۳ بست‌ها	۲۹۸
۲۹۹	۸-۱۳ هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	۲۹۹
۳۰۰	۹-۱۳ مهارها و حایلها	۳۰۰
۳۰۰	۱-۹-۱۳ مهارها	۳۰۰
۳۰۱	۲-۹-۱۳ حایلها	۳۰۱
۳۰۱	۳-۹-۱۳ اصول و روشهای نصب مهارها و حایلها	۳۰۱
۳۰۲	۱۰-۱۳ برقگیر حفاظتی	۳۰۲
۳۰۲	۱۱-۱۳ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای وسایل شبکه	۳۰۲
<b>فصل ۱۴ سیستم حفاظت در برابر آذرخش (برقگیر حفاظتی)</b>		
۳۰۵	۱-۱۴ کلیات	۳۰۵
۳۰۶	۲-۱۴ تعاریف	۳۰۶
۳۰۷	۳-۱۴ استانداردها و مشخصات فنی سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش	۳۰۷
	۱-۳-۱۴ استاندارد سیستمها	
۳۰۷	۲-۳-۱۴ مشخصات سیستم برقگیر نوع قفس فاراده یا شکلی از آن	۳۰۷
۳۰۸	۳-۳-۱۴ مشخصات فنی برقگیر الکترونیک (ESE) براساس استاندارد NFC 17-102	۳۰۸
۳۱۳	۴-۱۴ موارد استفاده و ضوابط محاسباتی برقگیرها	۳۱۳
۳۱۳	۱-۴-۱۴ برقگیرهای قفس فاراده یا شکلی از آن	۳۱۳
۳۱۸	۲-۴-۱۴ سیستم برقگیر مولد برق اولیه (ESE) موسوم به الکترونیک	۳۱۸
۳۲۳	۵-۱۴ اصول و روشهای نصب سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش	۳۲۳
۳۲۳	۱-۵-۱۴ برقگیرهای قفس فاراده یا شکلی از آن	۳۲۳
۳۲۴	۲-۵-۱۴ اصول و روشهای نصب سیستم برقگیر الکترونیک (ESE)	۳۲۴
<b>فصل ۱۵ سیستم اتصال زمین</b>		
۳۳۹	۱-۱۵ کلیات و تعاریف	۳۳۹
۳۳۹	۱-۱-۱۵ تعاریف	۳۳۹
۳۴۰	۲-۱-۱۵ کلیات	۳۴۰
۳۴۲	۲-۱۵ استانداردها و مشخصات فنی سیستم اتصال زمین	۳۴۲
۳۴۵	۳-۱۵ محاسبه تعداد چاه اتصال زمین لازم	۳۴۵
۳۴۶	۴-۱۵ اصول و روشهای نصب سیستم اتصال زمین	۳۴۶
۳۴۶	۱-۴-۱۵ نصب الکترودهای اتصال زمین	۳۴۶
۳۴۷	۲-۴-۱۵ نصب جعبه اتصال آزمون	۳۴۷
۳۴۷	۳-۴-۱۵ نصب هادیهای اتصال زمین	۳۴۷
۳۴۸	۴-۴-۱۵ آزمون سیستم اتصال زمین	۳۴۸
۳۶۵	فهرست منابع و استانداردها	۳۶۵



# فصل ۱

## لوله کشی برق

### ۱-۱ کلیات

#### ۱-۱-۱ استاندارد ساخت

لوله های فلزی و لوازم مربوط به آن، که برای حفاظت هادیهای عایق دار در تأسیسات الکتریکی ساختمانها به کار می رود، باید برابر استانداردهای IEC 423A، IEC 423، IEC 614-1 و IEC 614-2-1 و IEC 614-2-2 و IEC 423A، که در تأسیسات مزبور مورد استفاده قرار می گیرد باید براساس استانداردهای IEC 423، IEC 614-1، IEC 614-2-2 و IEC 423A، و لوله های خرطومی پلاستیکی مطابق جدیدترین اصلاحیه استاندارد ملی شماره ۲۸۳ تولید شده باشد.

سایر انواع لوله ها که مشمول استانداردهای فوق نمی شود یا برای مصارف خاص یا محیطهای ویژه مانند مناطق مخاطره آمیز<sup>۱</sup> به کار می رود باید برابر یکی از استانداردهای شناخته شده بین المللی همچون کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک ساخته شده باشد. لوله هایی که به وسیله یکی از استانداردهای نامبرده مورد تأیید قرار نگرفته باشد نباید مورد مصرف قرار داده شود.

### ۲-۱ طبقه بندی

لوله های برق با توجه به نوع جنس، روش اتصال، ویژگیهای الکتریکی و مکانیکی، قابلیت انعطاف، مقاومت در برابر حرارت و آتش، و حفاظت در برابر اثرات عوامل خارجی به شرح زیر طبقه بندی شده است (IEC 614-1):

#### ۱-۲-۱ طبقه بندی برحسب جنس لوله

- لوله های فلزی
- لوله های عایق
- لوله های مرکب



### ۲-۲-۱ طبقه‌بندی برحسب روش اتصال لوله

۱-۲-۲-۱ لوله‌های قابل دنده پیچ کردن

۲-۲-۲-۱ لوله‌های بدون دنده پیچ

- لوله‌های ساده

- لوله‌های خرطومی

### ۳-۲-۱ طبقه‌بندی براساس خواص مکانیکی

- لوله‌های مناسب برای تنشهای مکانیکی خیلی سبک

- لوله‌های مناسب برای تنشهای مکانیکی سبک

- لوله‌های مناسب برای تنشهای مکانیکی متوسط

- لوله‌های مناسب برای تنشهای مکانیکی سنگین

- لوله‌های مناسب برای تنشهای مکانیکی خیلی سنگین

### ۴-۲-۱ طبقه‌بندی برحسب قابلیت خمش

- لوله‌های سخت

- لوله‌های قابل خم نمودن

- لوله‌های خودبرگردان<sup>۱</sup>

- لوله‌های قابل انعطاف

### ۵-۲-۱ طبقه‌بندی برحسب درجه حرارت طبق جدول زیر:

حدود تغییرات دما در بهره‌برداری دائمی (C°)	حداقل معمولی دما		طبقه‌بندی دما (C°)
	دمای نصب و استفاده (C°)	دمای حمل و انبار (C°)	
-۵ تا +۶۰	-۵	-۵	-۵
-۱۵ تا +۶۰	-۱۵	-۲۵	-۲۵
-۵ تا +۶۰*	-۵	-۵	+۹۰

\* در مواردی که لوله نوع +۹۰ در بتن بیش ساخته استفاده می‌شود موقتاً تا حرارت +۹۰ درجه پایدار خواهد بود.

توجه: لوله‌های عایق تا حرارت ۲۰۰°C در دست بررسی است.

### ۶-۲-۱ طبقه‌بندی برحسب مقاومت در برابر شعله

- لوله‌های مقاوم در برابر شعله

- لوله‌های آتشگیر

### ۷-۲-۱ طبقه بندی برحسب ویژگیهای الکتریکی

- لوله های فاقد مداومت الکتریکی
- لوله های دارای مداومت الکتریکی
- لوله های فاقد خواص عایق بندی
- لوله های دارای خواص عایق بندی

### ۸-۲-۱ طبقه بندی برحسب مقاومت در برابر اثرات عوامل خارجی

#### ۱-۸-۲-۱ حفاظت در برابر نفوذ آب

- لوله های بدون حفاظت IPX0
- لوله های دارای حفاظت در برابر ترشح<sup>۱</sup> آب IPX3
- لوله های دارای حفاظت در برابر پاشیدن<sup>۲</sup> آب IPX4
- لوله های دارای حفاظت در برابر فوران<sup>۳</sup> آب IPX5
- لوله های دارای حفاظت در برابر امواج<sup>۴</sup> دریا IPX6
- لوله های دارای حفاظت در برابر فرو رفتن<sup>۵</sup> در آب IPX7
- لوله های دارای حفاظت در برابر فرو رفتن نامحدود<sup>۶</sup> در آب IPX8

#### ۲-۸-۲-۱ حفاظت در برابر ورود اجسام صلب خارجی

- لوله های دارای حفاظت در برابر اجسام صلب بزرگتر از ۲/۵ میلیمتر IP3X
- لوله های دارای حفاظت در برابر اجسام صلب بزرگتر از یک میلیمتر IP4X
- لوله های دارای حفاظت در برابر گرد و غبار IP5X
- لوله های دارای حفاظت کامل در برابر گرد و غبار<sup>۷</sup> IP6X

#### ۳-۸-۲-۱ مقاومت در برابر مواد خورنده یا آلاینده

- الف - لوله های دارای حفاظت یکسان در سطوح داخلی و خارجی
- لوله های دارای حفاظت کم
  - لوله های دارای حفاظت متوسط
  - لوله های دارای حفاظت زیاد

ب - لوله هایی که حفاظت سطح خارجی آن بیش از سطح داخلی آن است

- لوله هایی که در سطح خارجی دارای حفاظت متوسط و در سطح داخلی دارای حفاظت کم است.
- لوله هایی که در سطح خارجی دارای حفاظت زیاد و در سطح داخلی دارای حفاظت کم است.
- لوله هایی که در سطح خارجی دارای حفاظت زیاد و در سطح داخلی دارای حفاظت متوسط است.

۱-۲-۸-۴ طبقه‌بندی برحسب میزان مقاومت در برابر نور خورشید

الف - لوله‌های فاقد حفاظت در برابر نور خورشید

ب - لوله‌های دارای حفاظت در برابر نور خورشید

- لوله‌های دارای حفاظت کم در برابر نور خورشید

- لوله‌های دارای حفاظت متوسط در برابر نور خورشید

- لوله‌های دارای حفاظت زیاد در برابر نور خورشید

## ۳-۱ انواع لوله و موارد کاربرد

### ۱-۳-۱ لوله‌های فولادی سیاه

این نوع لوله و لوازم مربوط به آن، که به وسیله رنگ یا وارنیش مقاوم می‌شود، را می‌توان صرفاً در داخل ساختمانها (فضاهای سرپوشیده) مورد استفاده قرار داد. مصرف این قبیل لوله‌ها در ارتباط مستقیم با زمین، و یا در محلهایی که در معرض نفوذ عوامل زنگ‌زدگی و خوردگی شدید است مجاز نخواهد بود.

### ۱-۳-۲ لوله‌های گالوانیزه

این نوع لوله و لوازم مربوط به آن راکه در برابر زنگ‌زدگی و خوردگی با ماده مقاومی مانند روی یا کادمیم، از داخل و خارج پوشیده می‌شود، می‌توان زیراندود گچی مورد استفاده قرار داد.

### ۱-۳-۲-۲ لوله فولادی گالوانیزه عمقی داغ

این نوع لوله و لوازم مربوط به آن در بتن، در تماس مستقیم با زمین، در لوله‌کشیهای روکار که در فضای آزاد انجام می‌شود، یا در مواردی که لوله‌ها در معرض عوامل زنگ‌زدگی و خوردگی قرار می‌گیرد مانند محلهای تر و مرطوب و همچنین در مواردی که استحکام مکانیکی زیاد مورد نیاز است، باید مورد استفاده قرار گیرد.

### ۱-۳-۲-۳ لوله‌های فولادی گالوانیزه بدون درز ضد انفجار

این‌گونه لوله‌ها و لوازم مربوط به آن، در لوله‌کشیهای مناطق مخاطره‌آمیز (طبقه‌بندی شده) باید به کار برده شود.

### ۱-۳-۳ لوله‌های فولادی قابل انعطاف

#### ۱-۳-۳-۱ موارد مصرف

در مواردی که لوله‌های برق از درز انبساط ساختمان عبور می‌کند و همچنین برای اتصال برق به موتورها یا ماشین‌آلاتی که ایجاد لرزش می‌کند باید از لوله‌های فولادی قابل انعطاف متناسب با نوع لوله‌کشی استفاده شود. داخل این نوع لوله‌ها باید دارای پوششی از لاستیک، یا مواد مشابه باشد.

## ۱-۳-۳-۲ موارد عدم مصرف

- لوله‌های فولادی قابل انعطاف در موارد زیر نباید مورد استفاده قرار گیرد:
- الف - نصب در مکانهای تر<sup>۱</sup> به استثنای مواردی که هادیها دارای پوشش سربی، یا از انواع مصوب برای شرایط مورد نظر باشد و مجاری سیمکشی به گونه‌ای باشد که ورود آب به داخل آن نامحتمل باشد.
- ب - استفاده در چاه آسانسور به استثنای مواردی که در آیین‌نامه مربوط مشخص شده است.
- پ - نصب در اتاق باتریهای ذخیره‌ای<sup>۲</sup>
- ت - کاربرد در محیطهای مخاطره‌آمیز به استثنای مواردی که در آیین‌نامه مربوط تعیین شده است.
- ث - استفاده در مواردی که هادیهای عایق لاستیکی در معرض بنزین، روغن و مانند آن قرار دارد.
- ج - استفاده در زیرزمین یا در بتن‌ریزیها.

## ۱-۳-۴ لوله‌های غیر فلزی

این‌گونه لوله‌ها و لوازم مربوط به آن در مواردی که در بالای سطح زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد باید در برابر رطوبت، فضاها شیمیایی، ضربه، فشار، شعله، تغییر شکل ناشی از حرارت در شرایط بهره‌برداری، برودت، و اثرات نور خورشید مقاومت کافی داشته باشد. لوله‌های غیر فلزی مورد استفاده در زیر سطح زمین باید از موادی ساخته شود که در برابر رطوبت و عوامل خوردنده مقاوم بوده و در برابر ضربه و فشارهایی که ممکن است در حمل و نقل و هنگام نصب به آن وارد شود نیز مقاومت نماید. در مواردی که این نوع لوله‌ها بدون غلاف بتنی مستقیماً در زمین نصب می‌شود باید از موادی ساخته شده باشد که بارهای مداوم محتمل پس از نصب را تحمل کند. برخی از موادی که دارای خواص فیزیکی نامبرده می‌باشد، برای مصارف زیرزمینی عبارت است از فیبر، سیمان ازبست، سنگ صابون<sup>۳</sup>، پلی‌وینیل کلراید سخت (PVC)، فایبرگلاس اپوکسی<sup>۴</sup>، و پلی‌اتیلن با غلظت زیاد، و برای مصارف بالای سطح زمین پلی‌وینیل کلراید سخت ممکن است به کار برده شود.

## ۱-۴-۳-۱ موارد مصرف

- استفاده از لوله‌های غیر فلزی سخت و لوازم مربوط به آن در موارد زیر مجاز است:
- الف - نصب توکار در دیوار، کف و سقف
- ب - در محلهایی که لوله‌ها در معرض عوامل ایجاد خوردگی شدید قرار می‌گیرد و یا در مکانهایی که در معرض مواد شیمیایی باشد. در این‌گونه موارد بنابر نوع عامل خوردنده جنس لوله خاص مربوط باید به کار رود.
- پ - در مکانهای تر از قبیل محلهایی که دیوارها غالباً شسته می‌شود و یا قسمتهایی از برخی کارخانه‌ها و کارگاهها مانند لبنیات‌سازی، لباسشویی، کنسروسازی، و امثال آن، کلیه سیستم لوله کشی شامل جعبه‌ها و لوازم مربوط به لوله‌کشی، باید به گونه‌ای مجهز و نصب شود که از ورود آب به داخل آن جلوگیری شود. همچنین کلیه پایه‌ها، پیچها، بستها، مهره‌ها، و مانند آن باید از نوع مقاوم در برابر

۱ - مکانهای تر در تأسیسات برقی شامل محلهایی است که تأسیسات در زیرزمین، یا در دال بتنی یا آجری در ارتباط مستقیم با زمین باشد، و یا در معرض اشباع آب یا سایر مایعات قرار گرفته باشد و یا این‌که در فضای آزاد استقرار داشته باشد.

2- Storage batteries

3- Soapstone

4- Fiberglass epoxy

- زنگ زدگی و خوردگی بوده و یا با پوششی از مواد مقاوم مورد تأیید ساخته شده باشد.
- ت - در بخشهای عمل، زایمان، و مراقبتهای ویژه (CCU و ICU) که از سیستم برق ایزوله استفاده می شود، سیستم لوله کشی باید کلاً با لوله های پی - وی - سی سخت (PVC) انجام شود.
- ث - کاربرد در مکانهای خشک یا مرطوب منوط به این که در بند ۱-۳-۴-۲ مصرف آن منع نشده باشد.
- ج - نصب روکار در موارد مجاز مشروط بر این که در معرض صدمه و آسیب فیزیکی یا تابش مستقیم خورشید نباشد.
- چ - نصب مستقیم در زیر سطح زمین منوط به این که لوله ها برای این منظور ساخته شده باشد و ضوابط مربوط به حداقل عمق نصب رعایت شود.

### ۱-۳-۲ موارد عدم مصرف

- کاربرد لوله های غیر فلزی سخت در موارد زیر مجاز نخواهد بود:
- الف - استفاده در محیطهای مخاطره آمیز (طبقه بندی شده) بجز نصب در عمق حداقل ۶۰ سانتیمتر از سطح زمین که در این صورت باید سیستم اتصال زمین اضافی برای حفظ مداومت الکتریکی مجاری فلزی و قسمتهای فلزی ماشین آلات کشیده شود و لوله قبل از خروج از زمین به طول ۶۰ سانتیمتر از نوع فلزی باشد.
- ب - کاربرد به عنوان پایه نگهدارنده چراغها و سایر وسایل برقی
- پ - استفاده در مواردی که در معرض صدمات فیزیکی قرار گیرد.
- ت - نصب در محلی که لوله ها در معرض حرارتی بیش از دمای مجاز آن قرار گیرد.
- ث - کاربرد در مواردی که محدودیت حرارتی عایق بندی هادیها بیش از حرارت مجاز لوله ها باشد.

### ۱-۴-۲ ظرفیت لوله ها

- ۱-۴-۱ تعداد مجاز هادیها در هر لوله بستگی به درصد سطح مقطعی از لوله که به وسیله هادیها اشغال می شود دارد و نباید از مقادیر تعیین شده در جدول ۱-۱ تجاوز نماید.

جدول ۱-۱ درصد سطح مقطع مجاز اشغال شده در هر لوله بر حسب تعداد و نوع هادی

تعداد هادیها	۱	۲	۳	۴	بیش از ۴ رشته
نوع هادیها					
هادیهای غلاف سربی	٪۵۵	٪۳۰	٪۴۰	٪۳۸	٪۳۵
انواع دیگر هادیها	٪۵۳	٪۳۱	٪۴۰	٪۴۰	٪۴۰

- ۱-۴-۲ حداکثر تعداد مجاز هادیهای روشنایی و نیرو در داخل لوله های فولادی عایق دار، بدون عایق، و پلاستیکی سخت بر حسب سطح مقطع هادیها و قطر داخلی لوله ها به شرح مندرج در جدول شماره ۱-۲ خوانند بود.
- ۱-۴-۳ حداکثر تعداد مجاز هادیهای جریان ضعیف (تلفن، زنگ و مانند آن) در لوله های فولادی عایق دار، بدون عایق، و پلاستیکی سخت بر حسب سطح مقطع و یا قطر هادیها، و قطر داخلی لوله ها به شرح

جدول ۱- ۲ حداکثر تعداد مجاز هادیهای روشنایی و نیرو در داخل لوله‌های فولادی عایق‌دار، بدون عایق، و پلاستیکی سخت برحسب سطح مقطع هادیها و قطر داخلی لوله‌ها

تعداد هادی			۲			۳			۴			۵			۶		
سطح مقطع هادی (میلیمتر مربع)			شماره لوله	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	فولادی عایق‌دار	شماره لوله	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	فولادی عایق‌دار	شماره لوله	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	فولادی عایق‌دار	شماره لوله	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	فولادی عایق‌دار	شماره لوله	فولادی بدون عایق و یا پلاستیکی سخت	فولادی عایق‌دار
			قطر	قطر	قطر												
۱ (ت) و (ج)			۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	PG
۱/۵ (ت) و (ج)			۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۲۱	۱۸	(۱۳/۵)	۲۱	۱۸	(۱۳/۵)
۲/۵ (ت) و (ج)			۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۲۱	۱۸	(۱۳/۵)	۲۱	۱۸	(۱۳/۵)	۲۱	۱۸	(۱۳/۵)
۴ (ت) و (ج)			۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۱۶	۱۶/۴	(۱۱)	۲۱	۱۸	(۱۳/۵)	۲۱	۱۹/۹	(۱۶)	۲۱	۲۵/۵	(۲۱)
۶ (ت) و (ج)			۱۶	۱۸	(۱۳/۵)	۲۱	۱۹/۹	(۱۶)	۲۱	۲۵/۵	(۲۱)	۲۹	۲۴/۲	(۲۹)	۲۹	۲۵/۵	(۲۹)
۱۰ (ت) و (ج)			۲۱	۱۹/۹	(۱۶)	۲۹	۲۵/۵	(۲۱)	۲۹	۲۴/۲	(۲۹)	۳۶	۲۴/۲	(۲۹)	۳۶	۲۴/۲	(۲۹)
۱۶ (ت)			۲۹	۲۵/۵	(۲۱)	۲۹	۲۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)
۱۶ (ج)			۲۹	۲۵/۵	(۲۱)	۲۹	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)
۲۵ (ت)			۲۹	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)	۴۲	۴۴	(۳۶)	۴۸	۴۸	(۴۲)	۵۱	۴۸	(۴۲)
۲۵ (ج)			۲۹	۳۴/۲	(۲۹)	۳۶	۳۴/۲	(۲۹)	۴۲	۴۴	(۳۶)	۴۸	۴۸	(۴۲)	۵۱	۴۸	(۴۲)
۳۵ (ج)			۳۶	۳۴/۲	(۲۹)	۴۲	۴۴	(۳۶)	۴۲	۴۴	(۳۶)	۴۸	۴۸	(۴۲)	۵۱	۴۸	(۴۲)
۵۰ (ج)			۴۲	۴۴	(۳۶)	۴۸	۵۵/۸	(۴۲)	۵۱	۴۸	(۳۶)	۴۸	۴۸	(۴۲)	۵۱	۴۸	(۴۲)
۷۰ (ج)			۴۸	۴۴	(۳۶)	۴۸	۵۵/۸	(۴۲)	۵۱	۴۸	(۳۶)	۴۸	۴۸	(۴۲)	۵۱	۴۸	(۴۲)
۹۵ (ج)			-	۵۱	(۴۲)	-	۵۵/۸	(۴۲)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۲۰ (ج)			-	۵۵/۸	(۴۸)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
۱۵۰ (ج)			-	۵۵/۸	(۴۸)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

توضیحات ضروری:

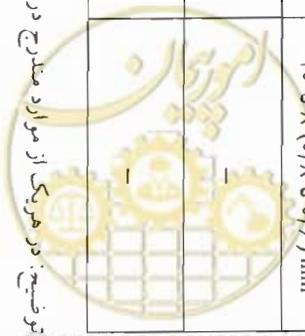
- ۱- ارقام مندرج در جدول زیر عنوان قطر نمایانگر قطر داخلی لوله‌ها برحسب میلیمتر است.
- ۲- جدول فوق شامل سیمهای NGA و NYA می‌شود که ممکن است در لوله زیرکار و یا روی کار نصب شود.
- ۳- حرف «ت» نشان‌دهنده هادیهای تک‌رشته‌ای و حرف «ج» معرف هادیهای چندرشته‌ای می‌باشد.
- ۴- در ستونهایی که لغت «فولادی» به کار رفته است منظور لوله‌های فولادی سیاه و یا گالوانیزه است.



جدول ۱- ۳ حداکثر تعداد مجاز هاد یهای جریان ضعیف (تلن، زنگ و مانند آن) در نوله‌های فولادی عایق‌دار، بدون عایق و پلاستیکی سخت

فولادی بدون عایق (۱۱) PG یا پلاستیکی سخت یا فولادی عایق‌دار ۱۶ میلیمتر	فولادی بدون عایق (۱۳/۵) PG یا پلاستیکی سخت یا فولادی عایق‌دار ۲۱ میلیمتر	فولادی بدون عایق (۱۴) PG یا پلاستیکی سخت یا فولادی عایق‌دار ۲۱ میلیمتر	فولادی بدون عایق (۲۱) PG یا پلاستیکی سخت یا فولادی عایق‌دار ۲۹ میلیمتر	فولادی بدون عایق (۲۹) PG یا پلاستیکی سخت یا فولادی عایق‌دار ۳۶ میلیمتر	فولادی بدون عایق (۳۶) PG یا پلاستیکی سخت یا فولادی عایق‌دار ۴۲ میلیمتر
۱۰ تا ۸ (۵/۸ تا ۵/۶) mm	۱۴ تا ۱۲ (۵/۸ تا ۵/۶) mm	۲۰×۵/۸ mm	۲۶×۵/۸ mm	۳۴×۵/۸ mm	۴۸×۵/۸ mm
—	۲×۱/۵ mm <sup>۲</sup>	۲×۱/۵ mm <sup>۲</sup>	۲×۱/۵ mm <sup>۲</sup>	۲×۱/۵ mm <sup>۲</sup>	۲×۱/۵ mm <sup>۲</sup>
—	۳×۵/۶ mm	۶×۵/۶ mm	۱۴×۵/۸ mm	۲۰×۵/۶ mm	۴۲×۵/۶ mm
—	۲×۲/۵ mm <sup>۲</sup>	۲×۲/۵ mm <sup>۲</sup>	۲×۲/۵ mm <sup>۲</sup>	۲×۲/۵ mm <sup>۲</sup>	۲×۲/۵ mm <sup>۲</sup>
—	۲×۵/۶ mm	۳×۵/۶ mm	۹×۵/۶ mm	۲۶×۵/۶ mm	۲۶×۵/۶ mm

توضیح: در هر یک از موارد مندرج در جدول فوق یک سیم زمین نیز مجاز است.



۴-۴-۱ حداقل قطر داخلی لوله‌های فولادی عایق‌دار برق ۱۶/۴ میلیمتر (pg 11) و حداقل قطر داخلی لوله‌های فولادی بدون عایق و پلاستیکی سخت ۱۶ میلیمتر خواهد بود.

## ۵-۱ اصول و روشهای نصب لوله‌های برق

### ۱-۵-۱ کلیات

۱-۱-۵-۱ پیمانکار یا مجری تأسیسات برق به منظور ایجاد هماهنگی و احتراز از دوباره‌کاری باید قبلاً نقشه‌های ساختمانی و مکانیکی را مورد بررسی و مطالعه دقیق قرار داده و ترتیب انجام عملیات مربوط به لوله‌کشی و نصب تأسیسات برقی را به نحوی فراهم نماید که با سایر فعالیت‌های ساختمانی هم‌آهنگ بوده و موجبات تداخل و تأخیر آن نشود. بدیهی است در صورتی که عملیات مذکور تغییراتی در نقشه‌ها ایجاد کند، مراتب باید به‌واحد نظارت گزارش و پس از تأیید اجرا شود.

۲-۱-۵-۱ تمامی سیمکشی‌های داخلی ساختمانها، اعم از روکار یا توکار، باید در داخل لوله‌های مخصوص برق یا مجاری ویژه این کار (ترانکینگها) انجام شود و برای اجرای انشعابها، خمها، زانوها، سه یا چهارراهه‌ها و غیره باید از وسایل و متعلقات استاندارد و مخصوص هر نوع لوله یا مجرا استفاده شود.

### ۳-۱-۵-۱ سیستمهای لوله کشی

سیستمهای زیر باید توسط لوله‌های جداگانه و یا تقسیم‌بندیهای متفاوت در کانال<sup>۱</sup> انجام پذیرد:

الف - سیستم برق‌رسانی به پریزهای عمومی

ب - سیستم برق‌رسانی به پریزهای اضطراری

پ - سیستم برق‌رسانی به فن‌کویل‌ها

ت - سیستم روشنایی برق متناوب

ث - سیستم برق اضطراری - برق متناوب

ج - سیستم برق اضطراری - برق مستقیم

چ - سیستم تلفن و فکس

ح - سیستم احضار

خ - سیستم در بازکن

د - سیستم تصویری

ذ - سیستم مادر ساعت

ر - سیستم اعلام حریق

ز - سیستم صوتی

ژ - سیستم تلکس

س - سیستم کنترل تأسیسات مکانیکی از قبیل تهویه مطبوع، آسانسور و غیره



ش - دستگاههای یک فاز

ص - سیستم شبکه رایانه

### یادآوری

مدارهای سیستمهای جریان ضعیف در موارد زیر ممکن است به صورت یکجا کشیده شود مشروط بر این که ولتاژ هیچ یک از هادیها از ولتاژ اسمی عایق بندی هادیهای فشار ضعیف مورد استفاده تجاوز نکند:

- تلفن، تلکس، فکس، و نظایر آن؛

- زنگ اخبار، احضار، دربازکن؛

- خطوط ارتباطی سیستم اعلام حریق با مرکز آتش نشانی یا مرکز اصلی.

۴-۱-۵-۱ لوله های حاوی هادیهای الکتریکی، جعبه ها، کابل های زره دار، تابلوها، زانو ها و سایر لوازم مربوط به لوله کشی برق باید بر اساس ضوابط مشروحه در بند ۱-۳ انتخاب شود به نحوی که برای محیط مورد مصرف مناسب باشد.

۵-۱-۵-۱ مجاری سیمکشی (ترانکینگها) اعم از فلزی یا پلاستیکی، توکار و یا روکار، باید مجهز به جعبه تقسیمها، جعبه انشعابها، قطعات اتصالی و انتهایی و انواع زانو ها، (داخلی و خارجی) و سراهها و چهارراه های مناسب و مخصوص به خود باشد. مجاری سیمکشی که از داخل آن علاوه بر سیمکشیهای مربوط به قدرت، سیمکشیهای تأسیسات فشار ضعیف نیز عبور می کند، باید حداقل به یک دیواره جداکننده دو نوع سیمکشی مجهز باشد و این جدایی باید در سراسر مجرا و جعبه تقسیمها و جعبه انشعابها و غیره برقرار باقی بماند. مجاری فلزی باید به پیچهای مخصوص مداومت الکتریکی بدنه مجهز باشد و در سراسر سیستم مجرا، بدنه ها به طور کامل به یکدیگر متصل و همگی به هادی حفاظتی تابلوی مربوط وصل شود.

۶-۱-۵-۱ تمامی لوله کشیهای برق باید از تابلوی برق مربوط شروع و به جعبه تقسیم یا جعبه کلید و پریش ختم شود، بدین معنی که باقی گذاردن سر لوله به طور آزاد و یا استفاده از سر چقی برای ختم لوله مجاز نیست.

۷-۱-۵-۱ در مکانهای تر و مرطوب کلیه اتصالیهای مجراها و لوله ها باید در برابر رطوبت عایق، و کلیه درپوشهای جعبه تقسیمها دارای واشر بوده و با پیچ به جعبه ها متصل شود.

۸-۱-۵-۱ در سیستم لوله کشی فلزی به منظور اجتناب از فعل و انفعالات گالوانیک باید حتی الامکان لوله های فلزی ناهمجنس مورد استفاده قرار نگیرد.

۹-۱-۵-۱ در مواردی که از لوله های غیر فلزی استفاده می شود باید کلیه لوازم اتصال آن نیز از همان نوع انتخاب شود.

۱۰-۱-۵-۱ کلیه لوله های روکار و یا توکار باید با خط الرأس دیوارها و سقف، موازی و یا عمود بر آن، به طرز منظمی نصب شود. همچنین فواصل لوله ها از یکدیگر باید مساوی بوده و شعاع خمش لوله ها یکسان باشد. اتصال لوله های روکار به دیوار باید به وسیله پیچ و مهره فلزی مناسب انجام شود به گونه ای که ظاهر کار کاملاً تمیز و مرتب باشد.

۱۱-۱-۵-۱ در مواردی که لوله های برق از درز انبساط ساختمان عبور می کند باید از بوش منبسط شونده استفاده شود و یا ممکن است لوله اصلی را در داخل لوله بزرگتری قرار داد به نحوی که بتواند آزادانه منقبض و

منبسط شود و انتهای دیگر لوله بزرگتر نیز به وسیله یک تبدیل به دنباله لوله کشی وصل گردد و یک سیم رابط نیز به منظور حفظ مداومت اتصال زمین بین دو لوله کشیده شود.

۱-۵-۱-۱۲ خم کردن لوله ها - خم کردن لوله ها، در صورت لزوم، باید به گونه ای انجام شود که لوله ها زخمی نشده و قطر داخلی آن به طور مؤثر نقصان نیابد. برای لوله های با قطر ۲۵ میلیمتر می توان از لوله خم کن دستی استفاده کرد لیکن برای لوله های بیش از ۲۵ میلیمتر قطر باید از ماشین خم کن استفاده شود. شعاع داخلی انحنا لوله هایی که در کارگاه خم می شود، در صورتی که لوله حاوی هادیهای بدون روکش سربی باشد نباید از ۸ برابر قطر لوله کمتر باشد و در صورتی که لوله حاوی هادیهای دارای روکش سربی باشد ۱۲ برابر قطر لوله باید در نظر گرفته شود.

۱-۵-۱-۱۳ تعداد خمها - در مسیر لوله کشی بین دو نقطه اتصال مکانیکی مانند دو جعبه (اعم از جعبه تقسیم و یا جعبه کلید و پریز) و یا یک جعبه و یک بوشن و یا دو بوشن در صورتی که تعداد خمها از چهار خم ۹۰ درجه (مجموعاً ۳۶۰ درجه) بیشتر گردد باید از جعبه کشش<sup>۱</sup> استفاده شود.

۱-۵-۱-۱۴ در مواردی که لوله ها در کارگاه بریده می شود باید لبه های تیز و برنده آن از داخل و خارج لوله صاف، و به کلی برطرف شود.

۱-۵-۱-۱۵ لوله های له شده و زده دار نباید در لوله کشی مصرف شود، و در هنگام نصب نیز باید دقت و مواظبت به عمل آید که لوله ها زخمی و معیوب نشود.

۱-۵-۱-۱۶ تمامی مجاری و لوله ها باید از یک نقطه اتصال تا نقطه اتصال دیگر (جعبه تقسیم به جعبه تقسیم یا پریز به پریز و مانند آن) به صورت پیوسته امتداد یابد.

۱-۵-۱-۱۷ دهانه ورودی لوله هایی که از ساختمان خارج و یا به ساختمان وارد می شود باید به طریق مصوب در برابر آب و گاز مسدود شود.

۱-۵-۱-۱۸ کلیه لوله ها و مجاری و جعبه ها و مانند آن باید در جریان نصب به طریق مناسب و به طور موقت مسدود شود تا از ورود گچ و شن و مواد خارجی مشابه به داخل آن جلوگیری شود.

۱-۵-۱-۱۹ لوله ها باید در هنگام نصب خالی باشد و سیمها یا کابلها پس از پایان لوله کشی به داخل آن هدایت شود. ۱-۵-۱-۲۰ حداقل فاصله بین لوله های برق و سایر لوله های تأسیساتی از قبیل آب، بخار، گاز، و امثال آن باید ۱۵ سانتیمتر باشد.

۱-۵-۱-۲۱ در مسیر لوله کشی روکار و یا توکار در هر نقطه اتصال چراغ، کلید، پریز و مانند آن باید یک جعبه متناسب با مورد کاربرد نصب شود.

۱-۵-۱-۲۲ کلیه هادیهایی که به جعبه تقسیم یا جعبه کشش وارد می شود باید در برابر ساییدگی حفاظت شود، به این ترتیب که برای حراست پوشش عایق سیمها، در محل ورود هادی، یا اتصال لوله به جعبه تقسیم، و مانند آن، باید یک بوشن فیبری و یا برنجی نصب شود مگر این که معادل آن در ساخت جعبه در نظر گرفته شده باشد.

۱-۵-۱-۲۳ اندازه جعبه های تقسیم یا کشش باید طوری انتخاب شود که فضای کافی برای سیمها و کابلها داخل آن وجود داشته باشد.

۱-۵-۱-۲۴ در موارد اتصال لوله به جعبه در صورتی که از بوشن یا مهره قفلی<sup>۲</sup> استفاده شود جعبه های مدور نباید به کار برده شود.

۱-۵-۱-۲۵ جعبه‌های اتصال و جعبه تقسیم‌های فلزی مخصوص کشش باید با مهره قفلی یا بوشن متناسب با نوع لوله کشی به لوله متصل شود و دقت کافی به عمل آید که رزوه‌های سر لوله به قدر کافی به داخل جعبه وارد شود و در نتیجه محل لازم برای نصب بوشن یا مهره قفلی و تأمین اتصال الکتریکی محکم با جعبه مربوط به وجود آید.

۱-۵-۱-۲۶ در لوله کشی فلزی کلیه اتصالات اعم از لوله و جعبه‌ها و سایر لوازم مربوط باید به نحوی انجام شود که اتصال مؤثر الکتریکی تحقق پذیرد.

۱-۵-۱-۲۷ مجاری فلزی، جعبه‌های تقسیم و کشش، تابلوها، کابل‌های زره‌دار، و لوازم لوله کشی مربوط، باید به سیستم زمین اتصال داده شود.

۱-۵-۱-۲۸ در مواردی که لوله‌ها به کانال فلزی، یا تابلو، یا هر نوع صفحه فلزی، ختم می‌شود، اتصال باید به وسیله بوشن برنجی و واشر سربی انجام شود.

۱-۵-۱-۲۹ کلیه مجاری و لوله‌هایی که به جعبه‌های تقسیم و یا کشش، تابلوها، کابینت‌ها، و مانند آن ختم می‌شود، باید به طریق مقتضی، علامتگذاری و مشخص شود.

۱-۵-۱-۳۰ در مواردی که لوله‌های برق از زیر دیوار یا کف بتنی و یا از زیر پارتیشن عبور می‌کند، باید قبل از دیوارکشی یا بتن‌ریزی برحسب محل عبور لوله اصلی، لوله‌های محافظ از نوع چدنی، فولادی، یا سیمانی پیش‌بینی و نصب شود.

ورودی لوله‌هایی که از زیر دیوار خارجی عبور می‌کند باید به نحو مقتضی، در برابر نفوذ آب و گاز و مانند آن مسدود شود. در صورتی که لوله برق با جاده یا لوله‌های آب و گاز و امثال آن تقاطع داشته باشد باید از غلاف محافظ فلزی مناسب استفاده شود.

۱-۵-۱-۳۱ کلیه لوازم الکتریکی، باید به طور کاملاً مستقل روی دیوارها نصب شود و اتکایی به لوله‌های برق مجاور خود نداشته باشد.

### ۱-۵-۲ لوله کشی توکار

۱-۲-۵-۱ در دیوارهای بتنی برای نصب و عبور لوله‌های برق باید هنگام قالب‌بندی محل لازم در نظر گرفته شود. کندن شیار روی این‌گونه دیوارها، یا سقف و کف بتنی، پس از اتمام بتن‌ریزی، مجاز نخواهد بود.

۱-۲-۵-۲ در دیوارهای آجری، شیارکشی و یا جاسازی و ایجاد سوراخ برای نصب لوله‌های برق، باید پس از کاهگل‌کاری و یا گچ و خاک دیوارها و یا سقف انجام شود. عمق این‌گونه شیارها باید به نحوی باشد که اولاً، بیش از نصف ضخامت دیوار برداشته نشود و ثانیاً، سطح خارجی لوله نصب شده، حداقل ۱/۵ سانتیمتر زیر سطح تمام شده دیوار قرار گیرد. شیارهای فوق‌الذکر باید حتی‌المقدور با وسایل مکانیکی و در صورت عدم امکان دسترسی به وسایل مذکور با تیشه مخصوص انجام شود. عرض شیار باید حتی‌الامکان متناسب با مجموع پهنای لوله‌های مورد نظر باشد و درآوردن شیار بیش از حد لزوم مجاز نمی‌باشد.

۱-۲-۵-۳ تمامی جعبه‌های تقسیم، کشش و کلید و پریز باید به گونه‌ای نصب شود که لبه خارجی آن با سطح تمام شده دیوار کاملاً هم‌سطح و تراز باشد. در مواردی که این‌گونه جعبه‌ها پایین‌تر از سطح دیوار قرار گیرد، باید به وسیله حلقه‌های قابل تنظیم لبه‌های خارجی جعبه با سطح دیوار یکسان شود.

- ۴-۲-۵-۱ کاربرد لوله‌های برکمان و خرطوم می پی - وی - سی در سیستم توکار به هیچ وجه مجاز نمی باشد.
- ۵-۲-۵-۱ لوله‌های توکار باید به طریقی نصب شود که از پیچ و خمهای اضافی امتناع شود و حتی المقدور از کوتاهترین فاصله استفاده شود.
- ۶-۲-۵-۱ لوله‌های توکار باید حداقل ۱۵ میلیمتر زیر سطح تمام شده دیوار یا سقف نصب شود.
- ۷-۲-۵-۱ در مواردی که لوله‌ها در کف نصب می شود حداقل فاصله از روی لوله تا سطح تمام شده، باید سه سانتیمتر باشد.
- ۸-۲-۵-۱ جعبه‌های تقسیم و کشش و امثال آن، باید به گونه‌ای نصب شود که سیمها و کابل‌های محتوی آن بدون تخریب ساختمان و یا خاکبرداری قابل دسترسی باشد ضمن این‌که حتی المقدور دور از انظار قرار گیرد.
- ۹-۲-۵-۱ اتصالات بدون رزوه باید به طور محکم انجام شود. در مکانهای مرطوب یا در جایی که لوله در بتن یا زیر خاک و امثال آن دفن می شود، اتصال باید از نوعی باشد که از ورود آب به داخل لوله‌ها جلوگیری کند.
- ۱۰-۲-۵-۱ کلیه لوله‌ها و لوازم مربوط به آن و سایر تأسیسات برقی که در زیر کار نصب می شود باید پس از بازرسی، آزمایش و تصویب مهندس ناظر پوشیده شود. بدیهی است این امر باید به نحوی برنامه‌ریزی و اجرا شود که موجبات تأخیر و یا اختلال در انجام سایر فعالیتهای ساختمانی را فراهم نکند.

### ۳-۵-۱ لوله کشی روکار

- ۱-۳-۵-۱ در سیستم لوله کشی روکار تمامی اتصالات باید از نوع پیچی باشد و به وسیله پیچ و مهره و بوشن و زانو و سه‌راه به یکدیگر متصل شود. محکم کردن لوله‌ها باید به وسیله لوازمی انجام گیرد که سبب زدگی و یا فرورفتگی آن نشود.
- ۲-۳-۵-۱ محل و فاصله بستهای لوله‌های روکار به وسیله مهندس ناظر تأسیسات برق دقیقاً در کارگاه تعیین می شود لیکن در هر حال فاصله بستها نباید از ۴۰ سانتیمتر کمتر و از ۱۰۰ سانتیمتر بیشتر باشد. بستها باید به وسیله رول‌پلاگ و پیچ به دیوار یا سقف محکم شود. در مواردی که لوله بر روی سطح فلزی نصب می شود باید از پیچهای فولادی مخصوص فلز استفاده شود و در صورتی که لوله در روی سطح چوب نصب شود پیچهای مخصوص چوب باید به کار رود. استفاده از میخ به منظور محکم کردن لوله‌ها، جعبه‌های تقسیم، چراغها، و غیره مجاز نمی باشد.
- ۳-۳-۵-۱ لوله‌های برق، در سقف کاذب نباید روی رایبتس نصب شود بلکه این‌گونه لوله‌ها را باید از سقف اصلی عبور داد. در صورتی که کلیه لوله‌های برق حتی المقدور از کف اطاقها عبور داده شود از نظر آسیب دیدگی بیشتر مصون خواهد بود.
- ۴-۳-۵-۱ اتصال لوله کشی به دستگاههای دارای لرزش (مانند موتور) باید به کمک لوله‌های فولادی قابل انعطاف با بوشهای مناسب، که حداقل طول آن ۲۰ سانتیمتر باشد، انجام شود.
- ۵-۳-۵-۱ در لوله کشی روکار در صورتی که از لوله‌های فولادی سیاه استفاده شود، کلیه لوله‌ها، جعبه‌ها، و سایر وسایل مربوط، باید با یکدست رنگ ضدزنگ و یا رنگ ثانویه پوشانده شود. نصب لوله‌های فولادی سیاه در مکانهای تر، یا در خارج ساختمانها (فضای آزاد) مجاز نخواهد بود.
- ۶-۳-۵-۱ در سیستم لوله کشی روکار در مکانهای تر داخل ساختمانها، لوله کشی روکار باید به نحوی انجام شود که بین تمامی لوله‌ها، جعبه‌ها و سایر لوازم مربوط به آن، و دیوار یا سطح اتکایی حداقل شش میلیمتر فاصله وجود داشته باشد.

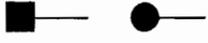
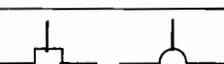
### ۴-۵-۱ لوله کشی روکار ضد انفجار

۱-۴-۵-۱ در محیطهای مخاطره آمیز که ایجاد جرقه، قوس الکتریکی، و دمای بالا خطر ساز است مانند محلهایی که گازهای محترق و قابل انفجار، بخارهای هادی جریان برق، مواد نفتی، رشته های قابل اشتعال معلق در فضا و مانند آن وجود دارد، باید کلیه لوله کشیهای برق بر اساس طبقه بندیها و استانداردهای وزارت نفت، یا یکی از استانداردهای شناخته شده بین المللی مانند کمیته بین المللی الکتروتکنیک (IEC) و NFPA انجام شود.

۶-۱ علائم ترسیمی الکتریکی برای لوله کشی برق در جدول ۱-۴ نشان داده شده است.



جدول ۱ - ۴ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای لوله کشی برق

نشانه	شرح
	مسیر لوله کشی توکار، در سقف، یا کف، و یا دیوار
	مسیر لوله کشی روکار، روی سقف، یا کف، و یا دیوار
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم برق اضطراری
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم تلفن
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم اینترنت
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم احضار پرستار
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم آنتن
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم ما در ساعت
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم اعلام و اطفای حریق
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم صوتی
	مسیر لوله کشی توکار، برای سیستم موسیقی
	جعبه انتهایی (تقسیم یا کشش)، یکراه، نوع روکار
	جعبه تقسیم یا جعبه کشش، دوراه، نوع روکار
	جعبه تقسیم یا جعبه کشش، سه راه، نوع روکار
	جعبه تقسیم یا جعبه کشش، چهارراه، نوع روکار
	جعبه انتهایی (تقسیم یا کشش)، یکراه، نوع توکار
	جعبه تقسیم یا جعبه کشش، دوراه، نوع توکار
	جعبه تقسیم یا جعبه کشش، سه راه، نوع توکار
	جعبه تقسیم یا جعبه کشش، چهارراه، نوع توکار



## فصل ۲

# سیمکشی برق

### تعاریف

۱-۲

سیم (رشته): سیم شامل هادی است که توسط پوششی (عایق) احاطه شده باشد.

هادی: هادی شامل مفتولهای نازک مسی (افشان) در سیم قابل انعطاف و شامل تکمفتول یا مفتولهای منظم تابیده شده در سیم غیرقابل انعطاف می باشد.

ولتاژ اسمی: ولتاژ اسمی سیم ولتاژی است که سیم برای آن طراحی شده و آزمونهای الکتریکی براساس آن انجام می شود. ولتاژ اسمی به صورت  $U_0/U$  برحسب ولت بیان می شود.

$U_0$ - مقدار مؤثر ولتاژ بین هر رشته و زمین می باشد.

$U$ - مقدار مؤثر ولتاژ بین هر دو فاز سیستمی از سیمها می باشد.

جریان مجاز حرارتی یک هادی یا جریان اسمی: مقدار ثابتی از جریان، که تحت شرایط تعیین شده ای بدون این که درجه حرارت حالت تعادل هادی از میزان معینی تجاوز نماید، می تواند از آن عبور کند. برای هادیها جریان مجاز، جریان اسمی آن در نظر گرفته می شود.

اضافه جریان: هر جریانی است که بیش از جریان اسمی باشد.

جریان اضافه بار: اضافه جریان به وجود آمده در مداری که از نظر الکتریکی آسیب ندیده باشد.

جریان اتصال کوتاه: اضافه جریانی است که در اثر متصل شدن دو نقطه با ولتاژهای مختلف، در هنگام کار عادی از طریق مقاومت ظاهری (امپدانس) بسیار کم، به وجود آمده باشد.

### استاندارد ساخت

۲-۲

سیمهای دارای عایق پلی وینیل کلراید (PVC) با ولتاژ اسمی تا و خود  $450/750$  ولت که برای نصب ثابت در تأسیسات برقی کارهای ساختمانی به کار می رود، باید برابر استانداردهای ملی ایران با شماره های ۱-۶۰۷ و ۳-۶۰۷، و یا استانداردهای کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک با شماره های IEC 227-1 و IEC 227-3 ساخته شده باشد. سیمهای قابل انعطاف با پوشش لاستیکی (طبیعی، مصنوعی، و یا مخلوطی از آن دو)، با ولتاژ اسمی حداکثر  $750$  ولت، مورد مصرف در تأسیسات یادشده، باید بر طبق استاندارد ملی ایران با شماره ۱۹۲۶ و یا استانداردهای آی - ای - سی با شماره های IEC 245-1، IEC 245-3، IEC 245-4 تولید شده باشد. در مواردی که برای سیم مورد نیاز استاندارد ایرانی موجود

نباشد. باید از استانداردهای کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک و یا سایر استانداردهای معتبر جهانی مانند BS، VDE، CENELEC و مشابه آن استفاده شود.

### ۳-۲ مشخصات و موارد مصرف انواع سیمهای دارای عایق پی-وی-سی براساس استانداردهای ملی شماره‌های ۱-۶۰۷-۳ و ۱-۶۰۷-۱ و IEC 227-3 و IEC 227-1.

#### ۱-۳-۲ سیم با هادی تک مفتولی و چندمفتولی برای مصارف عمومی:

این نوع سیم که باکد مشخصه ۰۱ (۶۰۷) شناخته می‌شود باید دارای ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت بوده و هادیهای آن به صورت تک مفتولی (گروه ۱) و یا چندمفتولی تاییده شده منظم (گروه ۲) مطابق مقررات استاندارد ملی شماره ۳۰۸۴ ساخته شود. جنس عایق باید آمیزه‌ای از پلی‌وینیل کلراید از نوع C بوده و هادی را پوشش دهد. ضخامت و مقاومت عایق و همچنین قطر خارجی سیم باید مطابق مقررات و جدول (۱) از استاندارد ملی شماره ۶۰۷-۳ باشد. سیمهای نوع ۰۱ (۶۰۷) ممکن است با سطح مقطع ۱/۵ تا ۴۰۰ میلی‌متر مربع ساخته شود. حداکثر دمای هادی در استفاده عادی برای این گونه سیمها ۷۰ درجه سلسیوس است.

#### ۲-۳-۲ سیم با هادی قابل انعطاف برای مصارف عمومی

این نوع سیم که باکد مشخصه ۰۲ (۶۰۷) شناخته می‌شود باید دارای ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت بوده و هادیهای قابل انعطاف آن (گروه ۵) از جنس مس و مطابق استاندارد ملی شماره ۳۰۸۴ ساخته شود. جنس عایق باید آمیزه‌ای از پلی‌وینیل کلراید از نوع C بوده و هادی را پوشش دهد. ضخامت و مقاومت عایق و همچنین قطر خارجی سیم باید مطابق مقررات و جدول (۳) از استاندارد ملی شماره ۶۰۷-۳ باشد. سیمهای نوع ۰۲ (۶۰۷) ممکن است با سطح مقطع ۱/۵ تا ۲۴۰ میلی‌متر مربع ساخته شود. حداکثر دمای هادی در بهره‌برداری عادی برای این گونه سیمها ۷۰ درجه سلسیوس است.

#### ۳-۳-۲ سیم با هادی تک مفتولی برای سیمکشی داخلی

این نوع سیم که باکد مشخصه ۰۵ (۶۰۷) شناخته می‌شود باید دارای ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت بوده و هادیهای آن به صورت تک مفتولی (گروه ۱) مطابق استاندارد ملی شماره ۳۰۸۴ ساخته شود. جنس عایق باید آمیزه‌ای از پلی‌وینیل کلراید از نوع C بوده و هادی را دربر گرفته باشد. ضخامت و مقاومت عایق و همچنین قطر خارجی سیم باید مطابق مقررات و جدول شماره (۵) از استاندارد ملی شماره ۶۰۷-۳ باشد. سیمهای نوع ۰۵ (۶۰۷) ممکن است با سطح مقطع اسمی ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ میلی‌متر مربع ساخته شود. حداکثر دمای هادی در استفاده عادی ۷۰ درجه سلسیوس می‌باشد.

#### ۴-۳-۲ سیم با هادی قابل انعطاف برای سیمکشی داخلی

این نوع سیم که باکد مشخصه ۰۶ (۶۰۷) شناخته می‌شود باید دارای ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت بوده و

هادیهای قابل انعطاف آن (گروه ۵) از جنس مس و مطابق استاندارد ملی ۳۰۸۴ ساخته شود. جنس عایق باید آمیزه‌ای از پلی‌وینیل کلراید از نوع C بوده و هادی را پوشش دهد. ضخامت و مقاومت عایق و همچنین قطر خارجی سیم باید مطابق مقررات و جدول شماره (۷) از استاندارد ملی شماره ۳-۶۰۷ باشد. سیمهای نوع ۰۶ (۶۰۷) ممکن است با سطح مقطع اسمی ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ میلی‌متر مربع تولید شود. حداکثر دمای هادی در بهره‌برداری عادی ۷۰ درجه سلسیوس می‌باشد.

### ۵-۳-۲ سیم با هادی تک‌مفتولی برای سیمکشی داخلی

این نوع سیم که با کد مشخصه ۰۷ (۶۰۷) شناخته می‌شود باید دارای ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت بوده و هادی آن به صورت تک‌مفتولی (گروه ۱) مطابق استاندارد ملی ۳۰۸۴ ساخته شود. جنس عایق باید آمیزه‌ای از پلی‌وینیل کلراید از نوع E بوده و هادی را پوشش دهد. ضخامت و مقاومت عایق و همچنین قطر خارجی سیم باید مطابق مقررات و جدول شماره (۹) از استاندارد ملی شماره ۳-۶۰۷ باشد. سیمهای نوع ۰۷ (۶۰۷) ممکن است با سطح مقطع اسمی ۰/۵ تا ۶ میلی‌متر مربع تولید شود. حداکثر دمای هادی در استفاده عادی ۱۰۵ درجه سلسیوس می‌باشد.

### ۶-۳-۲ سیم با هادی قابل انعطاف برای سیمکشی داخلی برای دمای هادی ۱۰۵ درجه سلسیوس

این نوع سیم که با کد مشخصه ۰۸ (۶۰۷) شناخته می‌شود باید دارای ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت بوده و هادیهای آن از نوع مسی قابل انعطاف (گروه ۵) مطابق استاندارد ملی شماره ۳۰۸۴ ساخته شود. جنس عایق باید آمیزه‌ای از پلی‌وینیل کلراید از نوع E بوده و هادیها را پوشش دهد. ضخامت و مقاومت عایق و همچنین قطر خارجی سیم باید مطابق مقررات و جدول شماره (۱۱) از استاندارد ملی شماره ۳-۶۰۷ باشد. سیمهای نوع ۰۸ (۶۰۷) ممکن است با سطح مقطع اسمی ۰/۵ تا ۶ میلی‌متر مربع تولید شود. حداکثر دمای هادی در استفاده عادی برای این نوع سیمها ۱۰۵ درجه سلسیوس می‌باشد.

## ۴-۲ مشخصات و موارد کاربرد سیمهای عایق‌دار و کابل‌های قابل انعطاف بر اساس استانداردهای CENELEC و VDE

### ۱-۴-۲ کد بین‌المللی هماهنگ<sup>۱</sup>

نشانه شناسایی سیمها و کابلها در این سیستم عبارت است از حروف HAR یا نخی با رنگهای متوالی مشکی - قرمز - زرد، که همراه با نشانه‌های استاندارد کشور سازنده باید حداقل بر روی یک هسته علامتگذاری شود، به طوری که مثلاً سیمها و کابل‌های استاندارد آلمان در سیستم هماهنگ با علامت <VDE> <HAR> مشخص می‌شود. در مواردی که از نخب شناسایی استفاده می‌شود ملیت استاندارد تولیدکننده ممکن است با استفاده از طول رنگهای مختلف نیز مشخص شود. کد شناسایی مشخصات سیمها و کابلها در سیستم هماهنگ (CENELEC) در جدول ۱-۲ ارائه شده است.

جدول ۱-۲ کد شناسایی مشخصات سیمها و کابلها در سیستم هماهنگ (CENELEC)

	بخش اول	بخش دوم	بخش سوم
نوع استاندارد			
H: مشخصات هماهنگ CENELEC			
A: استاندارد مصوب ملی			
ولتاژ نامی U./U			
300/300 03			
300/500 05			
450/750 07			
جنس عایق			
V پی - وی - سی			
R لاستیک طبیعی و یا مصنوعی			
S لاستیک سیلیکون			
جنس غلاف			
V پی - وی - سی			
R لاستیک طبیعی و یا مصنوعی			
N لاستیک پلی کلروپرن			
J پوشش پشم شیشه (braiding)			
T پوشش نخ			
T2 پوشش نخ با مواد مقاوم شعله			
ویژگی ساختمان			
H کابل تخت قابل جدا شدن			
H2 کابل تخت غیر قابل جدا شدن			
نوع هادی			
U هادی مفتولی			
R هادی رشته ای			
K هادی با رشته های قابل انعطاف برای نصب ثابت			
F هادی با رشته های قابل انعطاف برای کابل های قابل انعطاف			
H هادی های رشته ای خیلی نازک			
Y نوار قلع یا سیم نازک (Tensil)			
... تعداد هسته ها			
G با هادی حفاظتی (اتصال زمین)			
X بدون هادی حفاظتی			
... سطح مقطع هادی			



## ۲-۴-۲ انواع سیمها و کابلهای قابل انعطاف

عمده‌ترین انواع سیمهای عایق‌دار و کابلهای قابل انعطاف مورد استفاده در تأسیسات برقی کارهای ساختمانی برابر استانداردهای سیستم هماهنگ CENELEC و VDE به‌قرار زیر است:

### ۱-۲-۴-۲ سیم از نوع II07V-U (NYA)

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادی مفتولی از جنس مس نرم شده می‌باشد که با ماده پی - وی - سی به‌رنگهای مختلف پوشیده شده است. این‌گونه سیمها در تابلوهای برق و تأسیسات نصب ثابت در محیطهای خشک در داخل لوله، روی دیوار یا داخل آن به‌کار می‌رود. استفاده از این نوع سیم به‌طور مستقیم در داخل دیوار مجاز نخواهد بود.

### ۲-۲-۴-۲ سیم از نوع II07V-R (NYAB)

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادی رشته‌ای (نیمه‌افشان) از مس نرم شده با پوششی از ماده پی - وی - سی به‌رنگهای مختلف می‌باشد و در تأسیسات نصب ثابت در محیطهای خشک درون لوله به‌صورت روکار یا توکار به‌کار می‌رود. استفاده از این نوع سیم به‌طور مستقیم در داخل دیوار مجاز نخواهد بود. سیم نوع NYAB نسبت به نوع NYA دارای نرمش بیشتری است.

### ۳-۲-۴-۲ سیم از نوع II07V-K (NYAF)

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادی افشان (قابل انعطاف) از مس نرم شده با پوششی از ماده پی - وی - سی به‌رنگهای مختلف می‌باشد و در تأسیسات نصب ثابت در محیطهای خشک در داخل لوله به‌صورت روکار یا توکار به‌کار می‌رود. استفاده از این نوع سیم به‌طور مستقیم در داخل دیوار مجاز نیست.

### ۴-۲-۴-۲ سیمهای نوع II05V-U (NYFA) و II05V-K (NYFAF)

این نوع سیمها با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت دارای پوشش عایق از جنس پی - وی - سی می‌باشد. سیم H05V-U دارای هادی مسی تک‌مفتولی و سیم H05V-K دارای هادیهای مسی افشان (قابل انعطاف) است. این‌گونه سیمها در محیطهای خشک برای سیمکشی داخلی یا اتصالات لوازم و دستگاههای اندازه‌گیری و کنترل تأسیسات نیرو، لوازم برقی و چراغها، و در تأسیسات حفاظت شده نصب ثابت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۵-۲-۴-۲ کابل پلاستیکی سبک NYM

این نوع کابل با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت دارای هادیهای مسی مفتولی یا افشان، عایق ترموپلاستیک (پی - وی - سی)، پوشش مشترک بر روی هسته، و غلاف ترموپلاستیک می‌باشد و در محیطهای خشک، تر و مرطوب، در زیر یا روی کار به‌صورت نصب ثابت به‌کار می‌رود. استفاده از کابل مزبور در فضای باز در صورتی که در برابر نور مستقیم خورشید محافظت شود بلامانع است لیکن دفن آن در زیرزمین مجاز نخواهد بود.

## ۶-۲-۴-۲ سیم از نوع NYIF

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۲۲۰/۳۸۰ ولت، دارای هادی مسی مفتولی و عایق پلاستیکی است که چندرشته از آن با فاصله به موازات یکدیگر قرار داده شده و با یک روپوش مشترک لاستیکی پوشانیده شده است و برای سیمکشی نصب ثابت در محیطهای خشک درون گچکاری و یا زیر آن به کار می‌رود. استفاده از این نوع سیمها در حمام آپارتمانها و هتلها نیز مجاز است.

## ۷-۲-۴-۲ سیمهای نوع N4GA و N4GAF

سیمهای نوع N4GA با هادی مسی قلع‌اندود مفتولی و نوع N4GAF با هادیهای مسی قلع‌اندود افشان، با ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت و عایق مقاوم حرارت از جنس لاستیک مصنوعی در تأسیسات حفاظت شده نصب ثابت به کار می‌رود. این‌گونه سیمها در مواردی که حرارت محیط بیش از ۵۵ درجه سانتیگراد باشد در محیطهای خشک برای سیمکشی داخلی وسایل حرارتی، ماشینهای برقی، تابلوهای توزیع و به‌ویژه برای عبور سیم از داخل چراغها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## ۸-۲-۴-۲ سیم از نوع II05SJ-K

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت دارای هادی مسی افشان، عایق از لاستیک سلیکون و روکش پشم شیشه با اندود وارنیش می‌باشد. سیم مزبور در مواردی که حرارت محیط بیش از ۵۵ درجه سانتیگراد باشد در محیطهای خشک برای سیمکشی داخلی چراغهای روشنایی دارای شدت نور زیاد یا با نور متمرکز، موتورهای برقی، و تمامی انواع وسایل حرارتی به کار می‌رود. همچنین این نوع سیم ممکن است در شرایطی که نصب وسایل برقی مشکل یا با تنشهای مکانیکی زیاد همراه باشد مورد استفاده قرار گیرد و در مقاطع ۱/۵ میلیمتر مربع به‌بالا نیز ممکن است از آن در تأسیسات حفاظت شده نصب ثابت در لوله به‌صورت روکار یا توکار استفاده شود.

## ۹-۲-۴-۲ کابلهای N2GMH2G و 4GMH4G

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت برای حرارت محیط بیش از ۵۵ درجه سانتیگراد، در محیطهای خشک، مرطوب، تر، و هوای آزاد به‌عنوان کابل اتصال قابل انعطاف برای لوازم حرارتی و وسایل برقی پخت و پز مورد استفاده قرار می‌گیرد. کابل N2GMH2G دارای هادی مسی افشان، و عایق و غلاف از لاستیک سلیکون می‌باشد و در مواردی که تنشهای مکانیکی کم مطرح است باید از آن استفاده شود.

کابل 4GMH4G دارای هادی مسی قلع‌اندود افشان، و عایق و غلاف از لاستیک مصنوعی می‌باشد و در مواردی که تنشهای مکانیکی متوسط موجود باشد باید به کار رود.

## ۱۰-۲-۴-۲ سیمها و کابلهای NIIXMII و NYBUY

این نوع سیمها و کابلها با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت، در محیطهای خشک، مرطوب، تر، و در هوای آزاد در صورتی که در برابر نور مستقیم خورشید محافظت شود، ممکن است درون گچ و زیر یا روی آن به‌صورت نصب ثابت مورد استفاده قرار گیرد لیکن دفن آن در زیرزمین مجاز نخواهد بود. کابل

NHXMH دارای هادیهای مسی مفتولی یا افشان، عایق از جنس پلی اتیلن مستحکم (XLPE)، پوشش درونی بر روی هسته و غلاف از نوع EVA مستحکم می باشد. این نوع سیمهای ساختمانی فاقد ترکیبات هالوژن بوده و در برابر آتش مقاومت بیشتری دارد. کابل NYBUY دارای هادی مسی مفتولی، عایق از نوع پروتودر، پوشش داخلی هسته، غلاف سربی با روکش پروتودر می باشد. استفاده از کابلهای غلاف سربی در حمام مجاز نخواهد بود.

#### ۱۱-۲-۴-۲ سیمهای NIIXAF و NIIXA

سیم NHXA با هادی مسی مفتولی و سیم NHXAF با هادی مسی افشان با ولتاژ ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای عایق از جنس EVA می باشد و در محیطهای خشک برای سیمکشی داخلی تجهیزات برقی و در چراغها به صورت حفاظت شده مورد استفاده قرار می گیرد. استفاده از این نوع سیمها در لوله به صورت روکار یا توکار و در کانالهای بسته نیز مجاز است.

#### ۱۲-۲-۴-۲ سیم (NYZ)H03VII-II

این نوع سیم که به صورت بند تخت دوتایی ساخته می شود دارای ولتاژ اسمی ۳۰۰/۳۰۰ ولت، هادی از رشته های مسی خیلی نازک، و عایق از جنس پی - وی - سی می باشد، در محیطهای خشک با تنشهای مکانیکی خیلی کم برای تغذیه وسایل برقی خیلی کم مصرف که گرمازا نمی باشد مانند رادیو، چراغ رومیزی و ساعت مورد استفاده قرار می گیرد.

#### ۱۳-۲-۴-۲ بندهای قابل انعطاف (NYLIY)H03VV-F و (NYMIY)H05VV-F

این نوع بندها با ولتاژ ۳۰۰/۵۰۰ ولت، دارای هادی از رشته های مسی نازک، عایق و غلاف پی - وی - سی می باشد. بند اتصال H03VV-F در محیطهای خشک با تنشهای مکانیکی کم برای تغذیه وسایل الکتریکی کوچک که گرمازا نمی باشد مانند چراغهای روشنایی معمولی، لوازم برقی آشپزخانه، و لوازم برقی دفتری مورد استفاده قرار می گیرد. بند اتصال H05VV-F در محیطهای خشک، مرطوب، و تر، جز در هوای آزاد، برای تغذیه لوازم برقی، در مواردی که تنشهای مکانیکی متوسط وجود دارد مانند ماشین لباسشویی و یخچال به کار می رود.

#### ۱۴-۲-۴-۲ کابلهای (NLII/NMII)H05RR-F و (NI05RN-F)

این گونه کابلها با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت دارای هادی از رشته های نازک مسی قلع اندود و عایق لاستیکی می باشد. کابل H05RR-F دارای غلاف از لاستیک سخت سبک است و در محیطهای خشک در مواردی که تنشهای مکانیکی کم وجود دارد برای اتصال الکتریکی لوازم برقی همچون جارو برقی، اجاق برقی، هاویه و مانند آن به کار می رود. کابل H05RN-F دارای غلاف از لاستیک مصنوعی سخت است و در محیطهای خشک، تر و در هوای آزاد؛ در مواردی که تنشهای مکانیکی کم مطرح است، برای اتصال الکتریکی لوازم برقی باغبانی همچون چمن زن برقی مورد استفاده قرار می گیرد.

#### ۱۵-۲-۴-۲ بند از نوع H05RN-F و کابل از نوع (NMHou/NSHou)H07RN-F

بند H05RN-F با ولتاژ اسمی ۳۰۰/۵۰۰ ولت دارای هادی از رشته های مسی نازک، عایق از لاستیک

مصنوعی (EPR) و غلاف از الاستومر کلردار<sup>۱</sup> مانند پلی کلروپیرین می باشد که در برابر روغن مقاوم و در مقابل شعله کندسوز است. این گونه بندها در اطاقهای خشک و مرطوب، در مواردی که تنشهای مکانیکی کم وجود دارد مورد استفاده قرار می گیرد.

کابل H07RN-F با ولتاژ ۴۵۰/۷۵۰ ولت، دارای هادی از رشته های نازک مسی، عایق سیم از لاستیک، عایق هسته از لاستیک (برای مقاطع ۱۶ میلیمتر مربع به بالا) و غلاف خارجی از لاستیک مصنوعی می باشد. این گونه کابلها در محیطهای خشک، مرطوب، تر، و در هوای آزاد؛ در مواردی که تنشهای مکانیکی متوسط وجود دارد، برای اتصال الکتریکی لوازم و وسایل برقی سیار، دیگهای بخار بزرگ و مانند آن مورد استفاده قرار می گیرد.

#### ۲-۴-۱۶ کابل از نوع (N)HXSHXO

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۰/۶ تا یک کیلوولت دارای هادی از رشته های نازک مسی، عایق از لاستیک اتیلن پروپیلن (EPR)، غلاف داخلی و خارجی از ماده ای -وی -ای مستحکم<sup>۲</sup> می باشد. این گونه کابلها، که فاقد ترکیبات هالوژن بوده و در برابر آتش مقاوم است، در محیطهای خشک، مرطوب، تر و در هوای آزاد برای اتصال لوازم الکتریکی همچون موتورهای سیار، دیگهای بخار بزرگ و مانند آن مورد استفاده قرار می گیرد.

#### ۲-۴-۱۷ کابل از نوع NSSHOU

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۰/۶ تا یک کیلوولت دارای هادی از رشته های نازک مسی قلع اندود، عایق از لاستیک اتیلن پروپیلن (EPR)، غلاف داخلی از لاستیک و غلاف خارجی از الاستومر کلردار یا پروتوفرم<sup>۳</sup> می باشد. این گونه کابلها در محیطهای خشک، مرطوب، تر، و در هوای آزاد؛ در مواردی که تنشهای مکانیکی زیاد وجود دارد، برای اتصال الکتریکی وسایل برقی سنگین در صنایع، کارگاههای ساختمانی و معادن مورد استفاده قرار می گیرد.

#### ۲-۴-۱۸ سیم از نوع NFYW

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۰/۶ تا یک کیلوولت، دارای هادیهای مسی رشته ای، و عایق و غلاف ترموپلاستیک (پی -وی -سی) می باشد. این گونه سیمها که به صورت تک رشته ای ساخته می شود در برابر عوامل جوی مقاوم است و برای انشعاب مشترکین مورد استفاده قرار می گیرد.

#### ۲-۴-۱۹ سیم از نوع NYL

این نوع سیم با ولتاژ اسمی ۴ تا ۷ کیلوولت و ۸ تا ۱۴ کیلوولت، دارای هادی از رشته های مسی نازک و عایق از ترموپلاستیک (پی -وی -سی) می باشد، که برای نصب در چراغهای فلورسنت برابر استاندارد شماره VDE0128 آلمان، و در لوله های فولادی سخت یا قابل انعطاف در رو یا زیر کار مورد استفاده قرار می گیرد.

1- Chloronated Elastomer

2- Cross-Linked EVA (Ethylene Vinyl Acetate copolymer)

3- Prototfirm

## ۵-۲ ضوابط طراحی سیستم سیمکشی

طراحی سیستم سیمکشی تأسیسات برقی کارهای ساختمانی باید مطابق ضوابط مندرج در آیین‌نامه تأسیسات الکتریکی ساختمانها (استاندارد ملی شماره ۱۹۳۷)، یا استاندارد IEC 364، و یا یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی مشابه انجام شود. در طراحی سیمکشیها موارد زیر باید مورد توجه قرار گرفته و رعایت شود:

- ۱-۵-۲ سیستم توزیع نیرو و اتصال زمین مورد استفاده در تأسیسات برقی کارهای ساختمانی عموماً سیستم TN از نوع TN-C-S و یا در صورت انتخاب، سیستم TN-S خواهد بود<sup>۱</sup>. در مواردی که به علت توسعه وضع موجود یا علل موجه دیگر، از سیستمهای TT و IT و یا نوع دیگری از سیستمهای ایمنی استفاده می‌شود باید ضمن رعایت کلیات ضوابط این مشخصات فنی، از استانداردهای معتبر همچون IEC، VDE، NEC، BS و مانند آن استفاده شود. در این‌گونه موارد باید مجوز لازم قبلاً از مقام مجری این ضوابط یا نماینده مجاز وی کسب شود.
- ۲-۵-۲ انتخاب نوع سیمکشی و طرز نصب آن باید با توجه به ماهیت محل، نوع و ماهیت دیوارها و سایر قسمتهای حاوی سیمکشیها، امکان دسترسی انسان یا حیوانات اهلی، میزان ولتاژ، و تنشهای مکانیکی که ممکن است در جریان نصب یا بهره‌برداری به وجود آید، انجام شود.
- ۳-۵-۲ سطح مقطع هادیها باید با توجه به حداکثر دمای مجاز، افت ولتاژ مجاز، تنشهای الکترومکانیکی ناشی از اتصال کوتاه و دیگر تنشهای مکانیکی، حداکثر مقاومت ظاهری (امپدانس) با توجه به عمل وسیله حفاظتی در برابر اتصال کوتاه، و صرفه اقتصادی تعیین شود.
- ۴-۵-۲ در طراحی مدارهای توزیع (D) و مدارهای نهایی (F)، حداکثر افت ولتاژ مجاز باید مطابق مقادیر ارائه شده در جدول ۲-۲ باشد.



SP = نقطه تغذیه (ورودی سرویس مشترک - تابلو اصلی ترانسفورماتور)

D = مدار توزیع (این مدار ممکن است مرکب از چند مدار مختلف باشد که پس از عبور از چند تابلو به تابلو نهایی یا جعبه توزیع می‌رسد).

DB = جعبه توزیع

F = مدار نهایی (فقط در مورد تأسیسات نصب ثابت)

E = تجهیزات مصرف نصب ثابت یا پریز



۱- برای تعاریف و شرح انواع سیستمهای توزیع نیرو و اتصال زمین به استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۳۷ یا IEC 364-3 رجوع شود.

جدول ۲-۲ حداکثر افت ولتاژ مجاز در مدارهای توزیع و مدارهای نهایی

نوع مدار	نوع مصرف یا لوازم وصل شده	افت ولتاژ مجاز (درصد)
توزیع (D)	تابلوی توزیع	۲
نهایی (F)	روشنایی	۳
	تجهیزات دیگر	۵

۵-۵-۲ برگ نمونه محاسبه اندازه سیمها و کابلها شامل روش محاسبه افت ولتاژ و تعیین سطح مقطع هادیها برای برق مستقیم و متناوب یک فاز غیرالقایی و سه فاز در جدول ۲-۶ ارائه شده است. برای محاسبه اندازه کابلها و افت ولتاژ با در نظر گرفتن مقاومت القایی به فصل هفتم مراجعه شود.

۶-۵-۲ استفاده از ضرایب همزمانی فقط در مواردی مجاز است که مصرفکننده‌های غیرهمزمان در مدار یا مدارهای تابلو وجود داشته باشد. در مورد مدارهای انفرادی نهایی مانند روشنایی، پریز، موتور و غیره، نباید ضریب همزمانی اعمال شود؛ اینگونه مدارها با بار کامل باید در نظر گرفته شود.

۷-۵-۲ هادیهای برقدار باید در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه، جز در مواردی که منبع تغذیه قادر به تأمین جریان به مقداری که بیش از جریان مجاز هادیها نباشد (مانند ترانسفورماتورهای زنگ، جوشکاری و یا ژنراتورهای ترموالکتریک) به کمک یک یا چند وسیله که به طور خودکار مدار تغذیه را قطع کند حفاظت شود. علاوه بر این، حفاظتهای اضافه بار و اتصال کوتاه باید با یکدیگر هماهنگ شود. وسایلی که حفاظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه را با هم تضمین می نمایند عبارتند از کلیدهای خودکار، انواع مخصوص فیوزها و کلیدهای خودکار توأم با فیوز.

۸-۵-۲ در مواردی که در طول مدار جریان مجاز حرارتی هادیها در نتیجه تغییر در سطح مقطع یا نوع هادیها یا طرز ساختمان یا نحوه نصب آن تقلیل یابد یا از آن انشعاب گرفته شود باید یک وسیله حفاظت در برابر اضافه جریان متناسب با جریان مجاز مقطع کوچکتر پیش بینی و نصب شود، مگر آنکه:

الف - حداکثر طول مدار یا انشعاب با مقطع کوچکتر، ۳ متر باشد، یا

ب - وسیله حفاظتی در شروع مدار اصلی مناسب برای مدار یا انشعاب مقطع کوچکتر باشد.

۹-۵-۲ در انتخاب جریان مجاز هادیهای برقدار باید به تأثیر مدارهای همجوار و شرایط نصب توجه و در صورت لزوم از ضریب تعدیل مناسبی استفاده شود. وسایل حفاظتی مدار باید با توجه به جریان مجاز تعدیل شده انتخاب شود.

۱۰-۵-۲ برای تعیین قابلیت بار مجاز و سطح مقطع سیمها و کابلها باید از جداول نشریه استاندارد ایران شماره ۱۹۳۶ و یا استاندارد IEC 364-5-523 استفاده شود. (برای تعیین میزان جریان مجاز انواع کابلها با توجه به شرایط نصب، درجه حرارت محیط و تعداد کابلها به فصل هفتم رجوع شود). در صورتی که با توجه به شرایط مندرج در نشریات یادشده نتوان جداول مورد نظر را ملاک عمل قرار داد ممکن است مقادیر ارائه شده در جدول ۲-۳ به کار برده شود. در این جدول جریان مجاز و جریان فیوز کلیه سیمها و کابلهای ساخته شده برابر استاندارد ISIRI 607 ایران و VDE 0100/12-69 برای حرارت محیط ۲۵ درجه سانتیگراد، در سه گروه ارائه شده است. گروه اول هادیهای مسی یک یا چند رشته‌ای مانند سیم NYA در داخل لوله را شامل می شود؛ گروه دوم کابلهای چند رشته‌ای مانند سیمها و کابلهای غلاف دار، کابلهای

اتصال وسایل متحرک و کابل‌های مسلح را دربر می‌گیرد؛ و گروه سوم کابل‌های تکررشته مورد استفاده در فضای آزاد که با فواصلی برابر با قطر آن قابل نصب است و نیز هادی‌های تکررشته که در تابلوهای توزیع و کنترل به کار می‌رود را شامل می‌شود.

اطلاعات ارائه شده در جدول ۲-۳ برای حرارت محیطی حداکثر ۲۵ درجه سانتیگراد معتبر است، در مواردی که حرارت محیط از ۲۵ درجه سانتیگراد متجاوز باشد جریان مجاز سیمها و کابلها باید براساس ضرایب تقلیل مندرج در جدول ۲-۴ اصلاح شود.

۱۱-۵-۲ در انتخاب سطح مقطع هادی خنثی در مدارهای سه‌فاز، باید دقت کافی به عمل آید و در صورت لزوم سطح مقطع این هادی برابر هادیهای فاز انتخاب شود.

۱۲-۵-۲ سطح مقطع یا قطر هادیهای مسی برای مدارهای مختلف الکتریکی باید براساس محاسبه تعیین شود لیکن در هیچ موردی از مقادیر ارائه شده در جدول ۲-۵ نباید کمتر باشد.

جدول ۲-۳ قابلیت بار مجاز سیمهای مسی عایق‌دار و سطح مقطع‌های مربوط<sup>۱</sup>

گروه اول: یک یا چند سیم عایق‌دار نوع NYA استاندارد ایران ۰۱ (۶۰۷)		گروه دوم: کابل‌های رشته‌ای مانند NYM یا استاندارد ایران ۱۰ (۶۰۷)		گروه سوم: سیمهای مخصوص نصب در هوای آزاد و مراکز توزیع		سطح مقطع
جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	
۱۲	۱۰	۱۶	۱۶	۲۰	۲۰	۱
۱۶	۱۶	۲۰	۲۰	۲۵	۲۵	۱/۵
۲۱	۲۰	۲۷	۲۵	۳۴	۳۵	۲/۵
۲۷	۲۵	۳۶	۳۵	۴۵	۵۰	۴
۳۵	۳۵	۴۷	۵۰	۵۷	۶۳	۶
۴۸	۵۰	۶۵	۶۳	۷۸	۸۰	۱۰
۶۵	۶۳	۸۷	۸۰	۱۰۴	۱۰۰	۱۶
۸۸	۸۰	۱۱۵	۱۰۰	۱۳۷	۱۲۵	۲۵
۱۱۰	۱۰۰	۱۴۳	۱۲۵	۱۶۰	۱۶۰	۳۵
۱۴۰	۱۲۵	۱۷۸	۱۶۰	۲۱۰	۲۰۰	۵۰
۱۷۵	۱۶۰	۲۲۰	۲۲۴	۲۶۰	۲۵۰	۷۰
۲۱۰	۲۰۰	۲۶۵	۲۵۰	۳۱۰	۳۰۰	۹۵
۲۵۰	۲۵۰	۳۱۰	۳۰۰	۳۶۵	۳۵۵	۱۲۰
-	-	۳۵۵	۳۵۵	۴۱۵	۴۲۵	۱۵۰
-	-	۴۰۵	۳۵۵	۴۷۵	۴۲۵	۱۸۵
-	-	۴۸۰	۴۲۵	۵۶۰	۵۰۰	۲۴۰
-	-	۵۵۵	۵۰۰	۶۴۵	۶۰۰	۳۰۰
-	-	-	-	۷۷۰	۷۱۰	۴۰۰
-	-	-	-	۸۸۰	۸۵۰	۵۰۰

۱- مقادیر جدول ۲-۳ باید با در نظر گرفتن مفاد بند ۲-۵-۱۱ و سایر اصول مندرج در این فصل مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۲-۴ ضرایب تصحیح جریان مجاز سیم و کابل بر حسب تغییرات درجه حرارت محیط از ۲۵ درجه سانتیگراد<sup>۱</sup>

درجه حرارت محیط (درجه سانتیگراد)	حداکثر بار مداوم مجاز به صورت درصد مقادیر مندرج در جدول ۲-۲	
	عایق لاستیکی	عایق پی - وی - سی
بیش از ۲۵ و حداکثر تا ۳۰	۹۲	۹۴
بیش از ۳۰ و حداکثر تا ۳۵	۸۵	۸۸
بیش از ۳۵ و حداکثر تا ۴۰	۷۵	۸۲
بیش از ۴۰ و حداکثر تا ۴۵	۶۵	۷۵
بیش از ۴۵ و حداکثر تا ۵۰	۵۳	۶۷
بیش از ۵۰ و حداکثر تا ۵۵	۳۸	۵۸

۱ - مقادیر جدول فوق باید با در نظر گرفتن مفاد بند ۲-۵-۱۱ و سایر اصول مندرج در این فصل مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۲-۵ حداقل سطح مقطع یا قطر هادیهای مسی برای مدارهای مختلف الکتریکی

حداقل سطح مقطع یا قطر هادی	نوع مدار
۱/۵ میلیمتر مربع	سیستم روشنایی
۲/۵ میلیمتر مربع	سیستم پریزها
۰/۶ میلیمتر	سیستم تلفن یا فکس
	سیستم فراخوان و در بازکن:
۱ میلیمتر مربع	انشعاب اصلی
۰/۵ میلیمتر مربع	انشعاب فرعی
۱/۵ میلیمتر مربع	سیستم ساعت مرکزی
۱/۵ میلیمتر مربع	سیستم اعلام و اطفای حریق
۱ میلیمتر مربع	سیستم صوتی

## جدول ۲-۶ برگ محاسبه اندازه سیم یا کابل

نام پروژه:	شماره پروژه:
محل پروژه:	شماره نقشه:
بخش:	طبقه:
نام اتاق:	شماره اتاق:
مجموع بار متصل شده:	کیلووات
مجموع بار مصرفی (دیماند):	کیلووات
فاصله:	متر

## محاسبات

در مواردی که توان مشخص باشد

برای برق مستقیم و متناوب یک فاز غیرالقایی

$$A = \frac{2 \times L \times P}{x \times \Delta V \times V} \quad \Delta V = \frac{2 \times L \times P}{x \times A \times V}$$

برای برق متناوب سه فاز

$$A = \frac{L \times P}{x \times \Delta V \times V} \quad \Delta V = \frac{L \times P}{x \times A \times V}$$

در مواردی که جریان معلوم باشد

برای برق مستقیم و متناوب یک فاز غیرالقایی

$$A = \frac{2 \times L \times I}{x \times \Delta V} \quad \Delta V = \frac{2 \times L \times I}{x \times \Delta V}$$

برای برق متناوب سه فاز

$$A = \frac{1/\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\phi}{x \times \Delta V} \quad \Delta V = \frac{1/\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\phi}{x \times A}$$

 $\Delta V =$  افت ولتاژ بر حسب ولت؛ $P =$  توان بر حسب وات؛ $A =$  سطح مقطع بر حسب میلیمتر مربع، $L =$  طول خط (یک سیم) بر حسب متر $V =$  ولتاژ خط بر حسب ولت؛ $I =$  جریان بر حسب آمپر؛ $x =$  ضریب هدایت:  $Cu = 56$ ،  $Al = 34$ ،  $Zn = 16$ ،  $Ir = 10$ ؛ $\cos\phi =$  ضریب توان؛

اندازه سیم یا کابل مورد نیاز:

جریان نامی استاندارد سیم یا کابل:

## ۶-۲ اصول و روشهای نصب در سیمکشی

- ۱-۶-۲ سیمهای مدارهای مختلف الکتریکی حامل ولتاژهای متفاوت باید از لوله‌های جداگانه عبور کند.
- ۲-۶-۲ سیمها باید در برابر گرم شدن زیاد با وسایل خودکاری که بستگی به مقدار جریان و درجه حرارت دارد محافظت گردد. (به بند ۲-۵-۷ رجوع شود).
- ۳-۶-۲ هادیهای مربوط به یک مدار (فاز یا فازها، هادی خنثی و هادی حفاظتی) باید کلاً در داخل یک لوله یا مجرا یا کانال سیمکشی (ترانکینگ) کشیده شود.
- ۴-۶-۲ سیم نول هر مدار فیوز باید به طور مجزا تعبیه شود و استفاده از یک نول مشترک برای مدارهای مختلف مجاز نخواهد بود.
- ۵-۶-۲ به کار بردن سیم اتصال زمین (هادی حفاظتی) به جای سیم نول مجاز نمی‌باشد، سیم نول (خنثی) باید به طور جداگانه کشیده شود.
- ۶-۶-۲ تمامی سیمهای درون لوله‌ها اعم از سیم خنثی (سیم صفر) و یا سیم محافظ (مخصوص اتصال بدنه به زمین) باید دارای پوشش باشد.
- ۷-۶-۲ لوله‌های فلزی و پوششهای فلزی سیمهای عایق‌دار نباید به عنوان سیم نول یا سیم حفاظت مورد استفاده قرار گیرد.
- ۸-۶-۲ تمامی مدارها باید در داخل مجاری ساختمانی (کانالها، رایزرها و غیره)، کانالهای ویژه سیمکشی (مانند ترانکینگ و نظایر آن) یا لوله‌ها یا نگهدارهای مخصوص مانند سینی کابل یا نردبان کابل و غیره به گونه‌ای نصب یا هدایت شود که بازدید، خارج کردن و نصب مجدد آن در داخل مجاری، لوله‌ها و دیگر محلهای ذکر شده بدون ایجاد خرابی و کندوکاو، امکان‌پذیر باشد.
- ۹-۶-۲ استفاده از مسیر (شافت) آسانسور به عنوان کانال بالارو برای هر نوع مداری جز مدارهای مجاز مربوط به خود آسانسور ممنوع است، مگر این‌که کانال عبور این‌گونه مدارها با دیواری که حداقل ضخامت آن برابر با عرض یک آجر (۱۰ سانتیمتر) یا معادل آن از بتن باشد، از مسیر (شافت) آسانسور مجزا شده باشد. در هر حال استفاده از این دیوار به عنوان دیوار حامل کابلها ممنوع است.
- ۱۰-۶-۲ سیستم سیمکشی باید به گونه‌ای علامتگذاری شود که شناسایی هادیها برای بازرسی، آزمایش و تعمیرات بعدی به سهولت امکان‌پذیر باشد.
- ۱۱-۶-۲ پوشش سیمها برای مصارف مختلف باید به رنگهای متفاوت باشد، لیکن برای یک نوع مصرف همچون سیمکشی سیستم تلفن و مانند آن، رنگ پوشش سیم در تمام ساختمان باید یکسان انتخاب شود به گونه‌ای که تغییرات و تعمیرات بعدی به سهولت انجام پذیرد.
- ۱۲-۶-۲ رنگ سیمها باید برحسب فاز تغذیه کننده تغییر کرده و بر طبق فهرست زیر باشد:
- |                |   |
|----------------|---|
| فاز اول = قرمز | نول = آبی کمرنگ   |
| فاز دوم = زرد  | برگشت = ترجیحاً رنگ فاز مربوطه با خط سفید و در صورت عدم امکان خاکستری |
| فاز سوم = سیاه | زمین = رنگ دوگانه سبز/زرد   |
- ۱۳-۶-۲ در اطراف هود آشپزخانه و محیطهایی که درجه حرارت محیط از ۵۵ درجه سانتیگراد تجاوز می‌کند باید از سیمهای نسوز در برابر حرارت که در داخل لوله‌های فولادی معمولی یا نرم قرار خواهد گرفت استفاده شود.

- ۱۴-۶-۲ سیمها نباید به داخل چراغها، لوازم، یا دستگاههایی وارد شود که به علت انتقال حرارت در شرایط عادی کار ممکن است سبب تجاوز دمای هادیها از مقادیر منظور شده در محاسبه جریان و سطح مقطع گردد.
- ۱۵-۶-۲ سیمها و کابلها نباید از ابتدا در داخل لوله‌های برق قرار داده شود بلکه باید پس از نصب لوله‌ها و اتمام نازک‌کاری، در موقع مناسب نسبت به قرار دادن آن در داخل لوله‌ها اقدام شود.
- ۱۶-۶-۲ هنگام نصب یا کشیدن سیمها به داخل لوله‌ها، بهتر است تنش و کشش بر هادیها وارد شود و نه بر پوشش آن.
- ۱۷-۶-۲ تمامی سیمهایی که در داخل لوله‌های برق قرار می‌گیرد باید یک تکه و بدون زدگی باشد.
- ۱۸-۶-۲ اتصال سیمها به یکدیگر باید در داخل جعبه‌های تقسیم انجام شود و موکداً به وسیله ترمینال یا اتصالی نوع شانه‌ای پیچی صورت پذیرد.
- ۱۹-۶-۲ سرسیمهای افشان باید قبل از قرار گرفتن در ترمینال با لحیمکاری یکپارچه شود. در صورتی که عمل لحیمکاری مشکل باشد باید از کابلشوهای لوله‌ای پرسی مخصوص زیر ترمینال استفاده شود.
- ۲۰-۶-۲ پوشش سر سیمها (به ویژه سیمهای افشان) باید با استفاده از ابزار مخصوص (سیم لخت‌کن) برداشته شود و توجه گردد که به رشته‌ها یا هادیها آسیبی وارد نشود.
- ۲۱-۶-۲ در هر نقطه خروجی و در هر قسمت کلیدی حداقل باید ۱۵ سانتیمتر از سیم برای ایجاد اتصالات و وصل وسایل و دستگاههای مربوطه در نظر گرفته شود مگر آنکه سیم بدون اتصال از آن نقطه یا قسمت عبور داده شود.
- ۲۲-۶-۲ اتصال سیمها به شینه‌های تابلو، ماشینها و مصرف‌کننده‌های دیگر فقط با پیچ و مهره مجاز است.
- ۲۳-۶-۲ هر رشته سیم نول باید مستقلاً به شینه نول تابلو متصل شود و اتصال دو یا چند سیم نول به هم بسته به تابلو مجاز نخواهد بود.
- ۲۴-۶-۲ تمامی مدارهای نهایی روشنایی و پریزها، برای اتصال به بدنه‌های هادی چراغها یا گنتاکت حفاظتی پریزها (برحسب مورد) باید شامل هادی حفاظتی باشد.
- ۲۵-۶-۲ سیمهای مورد استفاده در سیستم سیمکشی باید برای مقاطع پایین تا ۱۰ میلیمتر مربع از نوع تک‌مفتولی و برای مقاطع بالاتر از نوع چندمفتولی، با عایق‌بندی پی-وی-سی انتخاب شود. کاربرد سیمهای افشان فقط در مواردی که انجام برخی قسمتهای سیمکشی به‌طور استثنایی مشکل باشد مجاز است.
- ۲۶-۶-۲ سیمهای لخت که به سیستم زمین متصل نیست باید فقط روی مقره کشیده شود و از دیوارها و قسمتهای فلزی و ساختمانها فاصله کافی داشته باشد.
- ۲۷-۶-۲ سیستمهای سیمکشی روکار یا توکار که در محیطهای تر و مرطوب مورد استفاده قرار می‌گیرد باید با استفاده از لوله‌های فولادی مقاوم در برابر زنگ‌زدگی و خوردگی، یا پلاستیکی سخت، و یا کابلهای غلاف پلاستیکی یا غلاف سربی، و یا عایق معدنی انجام شود.
- ۲۸-۶-۲ لوازم سیمکشی که در محیطهای تر<sup>۱</sup> و مرطوب<sup>۲</sup> به کار می‌رود باید مجهز به اتصالات متناسب با نوع

۱ - برای تعریف محیط‌تر به فصل اول رجوع شود.

۲ - محیطهای مرطوب یا نمناک شامل مکانهایی است که وجود رطوبت، ژاله‌زایی یا آثار مواد شیمیایی و مانند آن ممکن است مانع از کار صحیح لوازم و وسایل الکتریکی شود. این‌گونه محیطها شامل مکانهای نیمه-حفاظت‌شده مانند فضاهای باز مسقف، ایوانها و بالکن‌ها، و محلهای درونی ساختمان که در معرض درجات متوسطی از رطوبت قرار دارد مانند زیرزمین، سردخانه، آشپزخانه تجاری، گلخانه و غیره می‌شود.

سیمکشی باشد تا از نفوذ آب و رطوبت به درون لوله‌ها و سایر تجهیزات مانند جعبه‌ها، کلیدها، پریزها، چراغها و سایر مصرف‌کننده‌ها جلوگیری شود. تمامی لوازم مورد استفاده در این‌گونه محیطها باید حداقل دارای درجات حفاظت زیر باشد:

- الف - لوازم و تجهیزات مورد مصرف در محیطهای مرطوب باید حداقل دارای درجه حفاظت IP44 باشد (مقاوم در برابر ترشح آب)
- ب - لوازم و تجهیزات مورد استفاده در محیطهای تر باید حداقل دارای درجه حفاظت IP45 باشد (مقاوم در برابر آب تحت فشار)

۲-۲ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای سیمکشی برق در جدول ۲-۷ نشان داده شده است.



جدول ۲-۷ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای سیمکشی برق

نشانه	شرح
	مسیر لوله و سیم (دو سیم)
	مسیر لوله و سیم، تعداد خطوط مورب نشان‌دهنده شمار سیمها (بیش از دو سیم) می‌باشد که ممکن است با عدد نیز نشان داده شود
$\frac{2 \times 1 / 5 \text{mm}^2}{11}$	دو رشته سیم با سطح مقطع ۱/۵ میلیمتر مربع در لوله شماره ۱۱
	مسیر لوله و سیم به طرف تابلو محلی، مدار شماره ۸
	مسیر لوله و سیم به طرف بالا
	مسیر لوله و سیم به طرف پایین
	مسیر لوله و سیم از پایین به بالا، یا از بالا به پایین
	نقطه انشعاب
	تقاطع، بدون اتصال الکتریکی
	هادی خنثی
	هادی حفاظتی
	هادی مشترک حفاظتی و خنثی
	مثال: سیمکشی سه فاز با هادیهای خنثی و حفاظتی
	مرکز توزیع با ۵ لوله خروجی



## فصل ۳

# کلید و پریز

### تعاریف ۱-۳

کلید: وسیله‌ای است که برای قطع و وصل جریان برق در یک یا چند مدار الکتریکی به کار می‌رود. پریز و دوشاخه: وسیله‌ای است که برای اتصال هادیها و بندهای قابل انعطاف در سیمکشی ثابت به کار می‌رود و شامل دو قسمت است:

پریز ثابت: قسمتی است که با سیمکشی ثابت نصب می‌گردد.  
دوشاخه: قسمتی است که به هادی، یا بند قابل انعطاف لوازم برقی یا بند قابل انعطاف پریز دستی متصل می‌شود.

پریز چندراهه: یک دستگاه پریز است که بیش از یک محل برای اتصال دوشاخه داشته باشد.  
ولتاژ نامی: ولتاژی است که دستگاه برای آن ساخته شده و توسط سازنده روی آن نشانه‌گذاری شده است (در مورد سیستم سه فاز ولتاژ بین دو فاز می‌باشد).  
جریان نامی: شدت جریانی که روی پریز یا دوشاخه به وسیله سازنده نشانه‌گذاری شده است. منظور از ولتاژ و شدت جریان مقدار مؤثر آن است مگر در مواردی که جز آن ذکر شده باشد.

### استاندارد ساخت ۲-۳

کلیدهای فرمان روشنایی مورد مصرف در تأسیسات برقی ساختمانها (مسکونی، اداری، آموزشی، بهداشتی، صنعتی و غیره)، که ولتاژ نامی آن از ۲۵۰ ولت برای یک فاز و ۵۰۰ ولت برای دوفاز و سه فاز، و جریان اسمی آن از ۲۵ آمپر تجاوز نمی‌کند، باید منطبق با مشخصات مندرج در آخرین اصلاحیه استاندارد ملی شماره ۴۶۲ ساخته شده باشد.

کلیدهای دستی مصارف عمومی نصب ثابت، برای استفاده در داخل یا خارج ساختمان، که ولتاژ نامی آن از ۴۴۰ ولت و جریان نامی آن از ۶۳ آمپر تجاوز نمی‌کند برابر استاندارد IEC 669-1 یا یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی مشابه ساخته شده باشد. (استاندارد مزبور همچنین کلیدهای دارای چراغ پیلوت، کلیدهای کنترل از دور الکترومغناطیسی، کلیدهای مجهز به وسایل تأخیر زمانی،

- کلیدهای چندمنظوره<sup>۱</sup>، و کلیدهای الکترونیکی را نیز شامل می‌شود.)
- ۳-۲-۳ جعبه‌های زیر کلید به استثنای جعبه‌های توکار معمولی (بدون حفاظت) باید مطابق استاندارد IEC 669-1 یا مشابه آن تولید شده باشد. جعبه‌های زیر کلید توکار معمولی باید برابر استاندارد IEC 670 یا مشابه آن تولید شده باشد.
- ۴-۲-۳ پریزها و دوشاخه‌های برق یک‌فاز، دوفاز، و سه‌فاز که ولتاژ اسمی آن از ۳۸۰ ولت و جریان نامی آن از ۲۵ آمپر تجاوز نمی‌کند و جعبه‌های مربوط، باید براساس انطباق با جدیدترین اصلاحیه استاندارد ملی شماره ۶۳۵ تولید شده باشد.
- ۵-۲-۳ پریزهای صنعتی و پلاگ مربوط به آن، که ولتاژ اسمی آن از ۵۰۰ ولت و جریان نامی آن از ۱۰۰ آمپر تجاوز نمی‌کند، باید منطبق با نشریه استاندارد شماره ۳۰۹ کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) یا مشابه آن ساخته شده باشد.
- ۶-۲-۳ در سایر مواردی که استاندارد ایرانی موجود نباشد مانند دیگر انواع کلید و پریز و پلاگ، و همچنین دکمه فشاری، انواع دیمر، روزت تلفن، بیزر و غیره، باید از استانداردهای کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک و مشابه آن استفاده شود.

### ۳-۳ کلیدهای برق

#### ۱-۳-۳ طبقه‌بندی

به‌طور کلی کلیدهای برق به‌شرح زیر طبقه‌بندی می‌شود:

- ۱-۱-۳-۳ برحسب نوع منبع نیرو که شامل کلیدهای مورد مصرف در برق متناوب (AC)، برق مستقیم (DC) و هر دو نوع متناوب و مستقیم (AC و DC) می‌شود.
- ۲-۱-۳-۳ برحسب نوع اتصال که شامل کلیدهای یک‌جهته (یک پل، دوپل، سه‌پل، و سه‌پل و نول)، و کلیدهای چندجهته (دوجته با حالت خاموش، دو مداره، تبدیل، تبدیل دوپل، و صلیبی) می‌باشد.
- ۳-۱-۳-۳ برحسب روش به‌کار انداختن کلید که شامل کلیدهای گردان، شستی، تکمه فشاری و کششی می‌شود.
- ۴-۱-۳-۳ برحسب درجه حفاظت در برابر اثر زیان‌آور آب به‌داخل کلید که شامل کلیدهای بدون حفاظت معمولی، حفاظت شده در برابر ترشح آب (IPX4)، و حفاظت شده در برابر فوران آب (IPX5) خواهد بود.
- ۵-۱-۳-۳ برحسب روش نصب که شامل نصب روکار، توکار، نیمه‌توکار، و تابلویی می‌باشد.
- ۶-۱-۳-۳ برحسب فواصل بین کنتاکتها که شامل فاصله معمولی و فاصله جزئی یا مینی<sup>۲</sup> (فقط برای برق متناوب) خواهد بود.
- ۷-۱-۳-۳ برحسب درجه حفاظت در برابر شوک الکتریکی که شامل کلیدهای بدون پوشش و کلیدهای دارای پوشش (IP2X) می‌باشد. (در کلیدهای بدون پوشش حفاظت در برابر شوک الکتریکی به‌وسیلهٔ محفظه‌ای که در آن نصب می‌شود تأمین می‌گردد).
- ۸-۱-۳-۳ برحسب روش نصب کلید از نظر طرح ساخت آن که شامل کلیدهایی می‌شود که پوشش یا صفحهٔ

درپوش آن بدون جابجایی هادیها قابل برداشت باشد (طرح A)، و کلیدهایی که پوشش یا صفحه درپوش آن بدون جابجایی هادیها قابل برداشت نباشد (طرح B).

### ۲-۳-۳ موارد کاربرد

موارد کاربرد عمده‌ترین انواع کلیدهای برق به‌قرار زیر است:

#### ۱-۲-۳-۳ کلید یک پل، یک‌راه، و یک خانه:

این نوع کلید برای قطع و وصل سیم فاز در چراغهای روشنایی و مصارف مشابه به‌کار می‌رود.

#### ۲-۲-۳-۳ کلید یک پل، یک‌راه، و دوخانه:

این نوع کلید برای قطع و وصل دو مدار به‌کار می‌رود.

#### ۳-۲-۳-۳ کلید دوپل:

این نوع کلید را که در حقیقت دو کلید در یک جعبه است می‌توان برای قطع و وصل همزمان دو فاز و یا یک فاز و یک نول مورد استفاده قرار داد.

#### ۴-۲-۳-۳ کلید سه پل:

این نوع کلید برای قطع و وصل سه انشعاب از یک نقطه به‌کار می‌رود. این‌گونه کلیدها برای قطع و وصل موتورهای سه‌فاز نیز کاربرد دارد.

#### ۵-۲-۳-۳ کلید دوراه یا تبدیل:

این نوع کلید که در واقع مدار را تبدیل یا عوض می‌کند برای قطع و وصل چراغ از دو نقطهٔ مختلف به‌کار می‌رود.

#### ۶-۲-۳-۳ کلید دوراه یا تبدیل دوپل:

این نوع کلید دو مدار را تبدیل یا عوض می‌کند و برای قطع و وصل دو فاز یا فاز و نول و یا برق ایزوله از دو نقطهٔ مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### ۷-۲-۳-۳ کلید صلیبی:

کلید صلیبی به‌همراه دو کلید تبدیل برای کنترل مدار چراغها از سه نقطه و یا بیشتر به‌کار برده می‌شود و نحوهٔ قطع و وصل به‌صورت تغییر مدار (ضربدر یا موازی) است.

#### ۸-۲-۳-۳ کلید جیوه‌ای:

این نوع کلید در مدارهای فرعی با بار کم مانند ترموستاتها، روی دیگهای بخار و چیلرها، اطاقهای

۹-۳-۳ سایر انواع کلیدها مانند کلید دوجته با حالت خاموش و کلید سه فاز و نول نیز برحسب نیاز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۰-۳-۳ کلیدهای فوق‌الذکر به صورت حفاظت شده در برابر ترشح آب با درجه حفاظت IPX4 و حفاظت شده در برابر فوران آب با درجه حفاظت IPX5 نیز ساخته می‌شود که برای مکانهای تر و مرطوب و همچنین در فضای آزاد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۱۱-۳-۳ کلیدهای «ضدانفجار» و «ضداشتعال غبار»:

این نوع کلیدها در مکانهای مخاطره‌آمیز (طبقه‌بندی شده) مورد استفاده قرار می‌گیرد. کلید «ضدانفجار» مجهز به محفظه‌ای است که در برابر انفجار گاز یا بخار مشخص در درون آن مقاوم بوده و از سرایت جرقه، برق یا انفجار گازهای درون محفظه به محیط خارج جلوگیری می‌کند. میزان دمای خارجی محفظه نیز به گونه‌ای است که موجب اشتعال و انفجار گازهای موجود در اطراف آن نمی‌شود. کلید «ضداشتعال غبار» مجهز به پوششی است که مانع از ورود گرد و غبار قابل اشتعال به درون محفظه می‌شود و در صورتی که مطابق مقررات مربوط مورد استفاده قرار گیرد قوس الکتریکی، جرقه یا حرارت تولید یا آزاد شده در داخل پوشش موجب اشتعال رسوبات خارجی روی محفظه یا غبارهای معلق در هوای اطراف آن نمی‌گردد (به بند ۳-۵-۲۰ نیز مراجعه شود).

### ۳-۳-۳ انتخاب نوع، ظرفیت بار و روش سیمکشی کلیدها

۱-۳-۳-۳ کلیدهای روشنایی باید براساس موارد استفاده، نوع منبع نیرو، شرایط محل نصب، ولتاژ مورد لزوم و محاسبه مقدار جریانی که از آن عبور می‌کند از انواع توکار یا روکار، یک پل (یک‌خانه یا دوخانه)، دوپل، سه‌پل، تبدیل، صلیبی، و در صورت لزوم از انواع حفاظت شده در برابر اثر زبان‌آور رطوبت و ورود آب به داخل آن، یا حفاظت شده در برابر جرقه و انفجار انتخاب شود. این نوع کلیدها در سیستم برق یک‌فاز، ۲۲۰ ولت باید حداقل ۲۵۰ ولت و ۱۰ آمپر باشد.

۲-۳-۳-۳ جریان اسمی کلیدها باید با توجه به نوع باری که قطع و وصل می‌شود، برابر یا بزرگتر از مقادیر زیر باشد مگر در مواردی که در استاندارد ساخت کلید به گونه دیگری مشخص شده باشد:

الف - برای بارهای دارای ضریب قدرت واحد (لامپهای رشته‌ای و مانند آن):  
جریان مصرف؛

ب - برای بارهای دارای ضریب قدرت راکتیو (موتورها و مانند آن):

۱/۲۵ برابر جریان مصرف؛

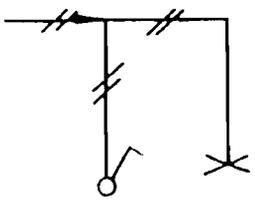
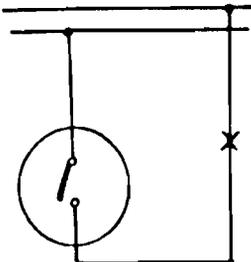
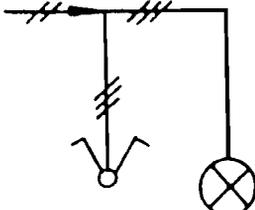
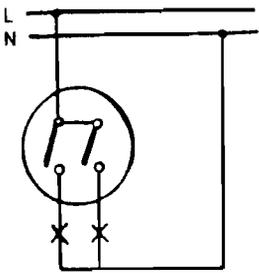
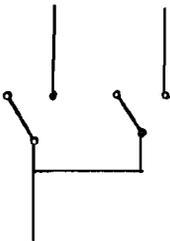
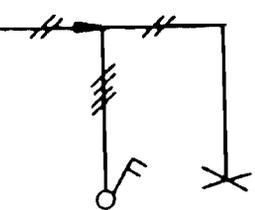
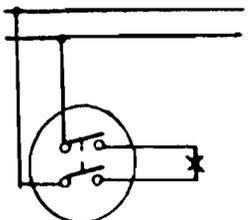
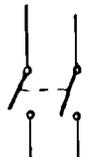
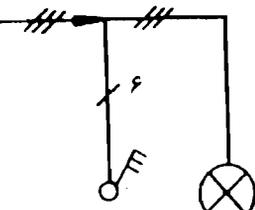
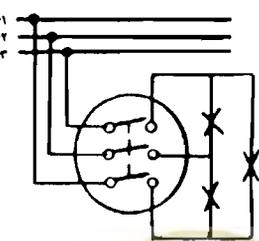
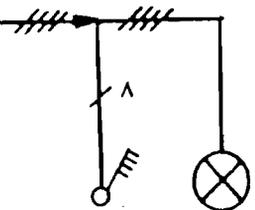
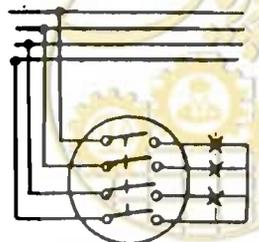
پ - برای بارهای دارای ضریب قدرت خازنی و مواردی مانند لامپهای گازی با خازن تصحیح ضریب قدرت و موتورهای دارای راه‌انداز خازنی و غیره:

دو برابر جریان مصرف

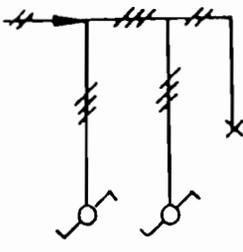
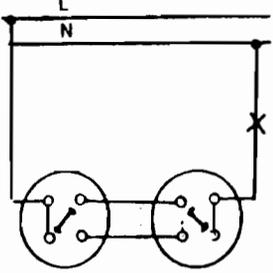
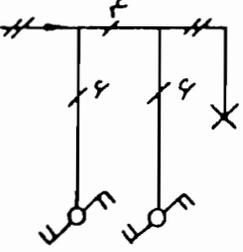
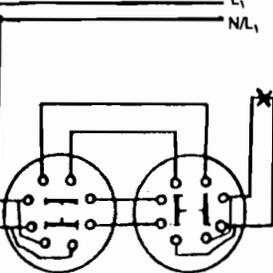
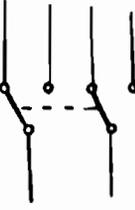
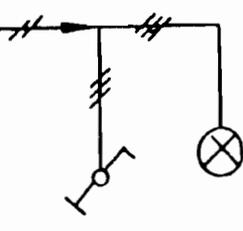
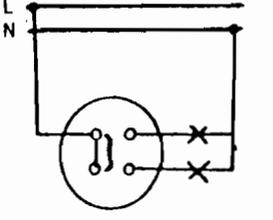
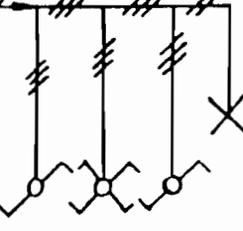
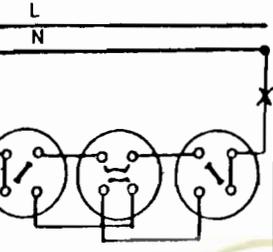
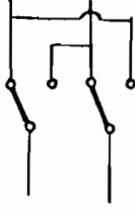
۳-۳-۳-۳ کلیدهایی که برای قطع بار کامل الکتریکی القایی طراحی نشده باشد باید دارای آمپراژ دو برابر بار ثابت مورد نظر باشد.

۳-۳-۴ عمده‌ترین انواع کلیدهای برق مورد مصرف در تأسیسات الکتریکی ساختمانها شامل اتصالات ممکن، روش اتصال الکتریکی، و نقشه یک خطی در جدول ۳-۱ آمده است.

جدول ۳-۱ عمده‌ترین انواع کلیدهای برق مورد مصرف در تأسیسات الکتریکی ساختمانها، شامل اتصالات ممکن، روش اتصال الکتریکی و نقشه یک خطی

نقشه یک خطی	روش اتصال الکتریکی	اتصالات ممکن	نوع کلید
			یک پل، یک راه، یک خانه
			یک پل دومداره
			دوپل قطع فاز و نول
			سه پل
			سه پل سه فاز و نول

جدول ۳ - ۱ عمده‌ترین انواع کلیدهای برق مورد مصرف در تأسیسات الکتریکی ساختمانها، شامل اتصالات ممکن، روش اتصال الکتریکی و نقشه یک خطی

نقشه یک خطی	روش اتصال الکتریکی	اتصالات ممکن	نوع کلید
			دوراه یا تبدیل
			تبدیل دوپل
			تبدیل با حالت خاموش
			صلیبی



## ۴-۳ پرزیزهای برق

## ۱-۴-۳ طبقه‌بندی و موارد کاربرد

۱-۱-۴-۳ طبقه‌بندی برحسب روش نصب که شامل نصب روکار و نصب توکار می‌شود.

۲-۱-۴-۳ طبقه‌بندی برحسب اتصال زمین که شامل پرزیزهای بدون اتصال زمین و پرزیزهای مجهز به اتصال زمین می‌باشد. پرزیزهای اتصال زمین دار باید به نحوی ساخته شود که در هنگام قرار دادن دوشاخه در پرزیز کنتاکتهای اتصال زمین قبل از شاخکهای اتصال حامل جریان وصل شود، و زمان کشیدن دوشاخه از پرزیز، شاخکهای اتصال حامل جریان قبل از کنتاکتهای اتصال زمین از پرزیز قطع شود. ساختمان پرزیزهای یک فاز اتصال زمین دار باید به گونه‌ای باشد که وصل دوشاخه‌های معمولی (بدون اتصال زمین) به آن امکانپذیر نباشد، لیکن اتصال دوشاخه‌های لوازم برقی مجهز به عایق‌بندی مضاعف به این‌گونه پرزیزها میسر باشد.

پرزیزهای مجهز به اتصال زمین به منظور اتصال وسایل الکتریکی خانگی و اداری از قبیل یخچال، فریزر، کولر، لباسشویی، خشک‌کن، ظرفشویی، و مانند آن در ساختمانها به کار می‌رود. این‌گونه وسایل به لحاظ امکان اتفاقی جریان برق بر روی بدنه و قسمت‌های خارجی آن، باید از طریق کنتاکتهای اتصال زمین به سیستم زمین متصل شود. ابزارهای دستی موتوری مانند دریل برقی، چمن‌زن برقی، واره برقی نیز، به ویژه در مناطق مخاطره‌آمیز، یا در مناطق تر و مرطوب، و یا در مواردی که افراد در ارتباط مستقیم با زمین، کف فلزی، داخل مخازن فلزی و دیگهای بخار، و غیره از آن استفاده می‌کنند، باید به سیستم زمین اتصال یابد.

۳-۱-۴-۳ طبقه‌بندی برحسب درجه حفاظت در برابر رطوبت و نفوذ آب که شامل پرزیزهای معمولی، حفاظت شده در برابر ترشح آب و حفاظت شده در برابر پاشیده شدن آب با فشار می‌شود. پرزیزهای معمولی در محلهای خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد و پرزیزهای حفاظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب در محلهای تر و مرطوب و خارج ساختمانها برحسب نیاز مربوط به کار می‌رود.

۴-۱-۴-۳ طبقه‌بندی برحسب تعداد فازها که پرزیزهای یک فاز و سه فاز را دربر می‌گیرد.

## ۵-۱-۴-۳ سایر انواع پرزیزها:

## الف - پرزیزهای قفل شو:

این نوع پرزیزها به گونه‌ای طراحی و ساخته شده است که هنگام برقرار بودن کنتاکتهای اتصال، دوشاخه را نمی‌توان در پرزیز قرار داد، یا از آن خارج ساخت، و نیز بدون قرار دادن دوشاخه در پرزیز کنتاکتهای اتصال برقرار نمی‌شود.

## ب - پرزیزهای ریش تراش:

این‌گونه پرزیزها، که برای اتصال ماشینهای ریش تراش برقی در دستشویی، حمام، بیمارستان، هتل و مانند آن به کار می‌رود، دارای ترانسفورماتور جداکننده و کلیدی است که در صورت عدم اتصال ریش تراش، ترانسفورماتور را از منبع برق جدا می‌کند.

## پ - پرزیزهای بی خطر:

این نوع پرزیزها، که به عنوان پرزیزهای ایمنی نیز خوانده می‌شود، به گونه‌ای ساخته شده است که اتصالیهای آن پس از کشیدن دوشاخه از برق بی‌برق شده یا کاملاً پوشانیده می‌شود.

## ۳-۴-۱-۶ پریزهای صنعتی

پریزها و پلاگ‌های صنعتی، که معمولاً به اشکال سه‌قطبی (فاز، خنثی، و زمین)، چهارقطبی (سه‌فاز و زمین)، و پنج‌قطبی (سه‌فاز، خنثی، و زمین)؛ در ولتاژهای مختلف (۵۰ تا ۷۵۰ ولت) و آمپراژهای گوناگون (۱۶ تا ۴۰۰ آمپر) ساخته می‌شود، برای مصارف صنعتی به کار می‌رود. این‌گونه پریزها و پلاگ‌های مربوط به آن طوری طراحی شده است که پلاگ‌های هر ولتاژ و فرکانس معین مخصوص همان سیستم ولتاژ و فرکانس است و در پریز ویژه خود امکان اتصال دارد.

۳-۴-۱-۷ پریزهای برق باید براساس موارد کاربرد، شرایط محل نصب، میزان ولتاژ و تعداد فاز، ایمنی مورد لزوم، و محاسبه مقدار جریانی که تغذیه می‌کند از انواع توکار یا روکار، با اتصال زمین یا بدون اتصال زمین، معمولی یا حفاظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب، یک‌فاز یا سه‌فاز، قفل شو یا بی‌خطر انتخاب شود. ۳-۴-۱-۸ در تأسیسات برق ساختمانها پریزهای برق باید از نظر حداقل ظرفیت اسمی بار و دارا بودن اتصال زمین در سیستمهای مختلف برقی تابع شرایط زیر باشد:

الف - در مواردی که از سیستم برق یک فاز و ۲۲۰ ولت استفاده می‌شود، پریز باید حداقل ۲۵۰ ولت، ۱۶ آمپر و اتصال زمین دار باشد.

ب - در مواردی که از سیستم برق سه‌فاز و ۳۸۰ ولت استفاده می‌شود، پریز باید حداقل ۵۰۰ ولت، ۱۶ آمپر و اتصال زمین دار باشد.

پ - در مواردی که از سیستم برق یک‌فاز و ۱۱۰ ولت یا سه‌فاز و ۲۰۸ ولت استفاده می‌شود، پریزهای مورد مصرف ممکن است برحسب مورد از نوع اتصال زمین دار یا بدون اتصال زمین باشد.

ت - در مواردی که از سیستم برق ۶۰ ولت و ولتاژهای پایین‌تر استفاده می‌شود باید از پریزهای مخصوص بدون اتصال زمین استفاده شود.

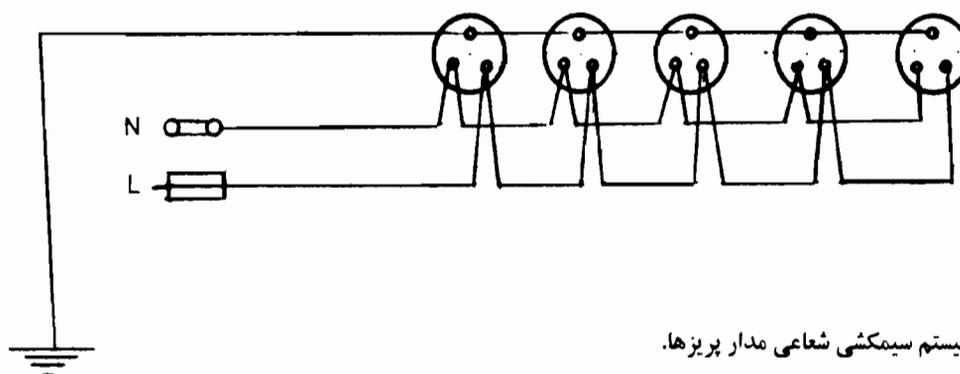
در هریک از سیستمهای ولتاژ فوق‌الذکر پریزها و پلاگ‌های مربوط به آن، باید مخصوص همان ولتاژ باشد و پلاگ یک سیستم قابل جایگزینی در سیستمهای دیگر نباشد.

۳-۴-۱-۹ کلیه پریزهایی که در کف نصب می‌شود باید مجهز به درپوش مخصوص بوده و شکننده نباشد. این‌گونه پریزها باید برای مکانهای خشک از نوع معمولی، برای مناطق تر و مرطوب یا خارج ساختمانها از نوع حفاظت شده در برابر رطوبت و نفوذ آب، و برای مکانهای مخاطره‌آمیز برحسب مورد از انواع «ضدانفجار» یا ضد «اشتعال غبار» انتخاب شود.

## ۳-۴-۲ سیستم سیمکشی مدار و تعداد پریزها

۳-۴-۱-۱۰ در مواردی که برای سیمکشی مدار پریزها از سیستم شعاعی<sup>۱</sup> استفاده می‌شود، باید هادی برقدار از فیوز حفاظتی مدار به کنتاکت فاز و هادی نول به کنتاکت نول، و سیم زمین به کنتاکت اتصال زمین هریک از پریزها به ترتیبی که در شکل ۳-۱ نشان داده شده است متصل شود.

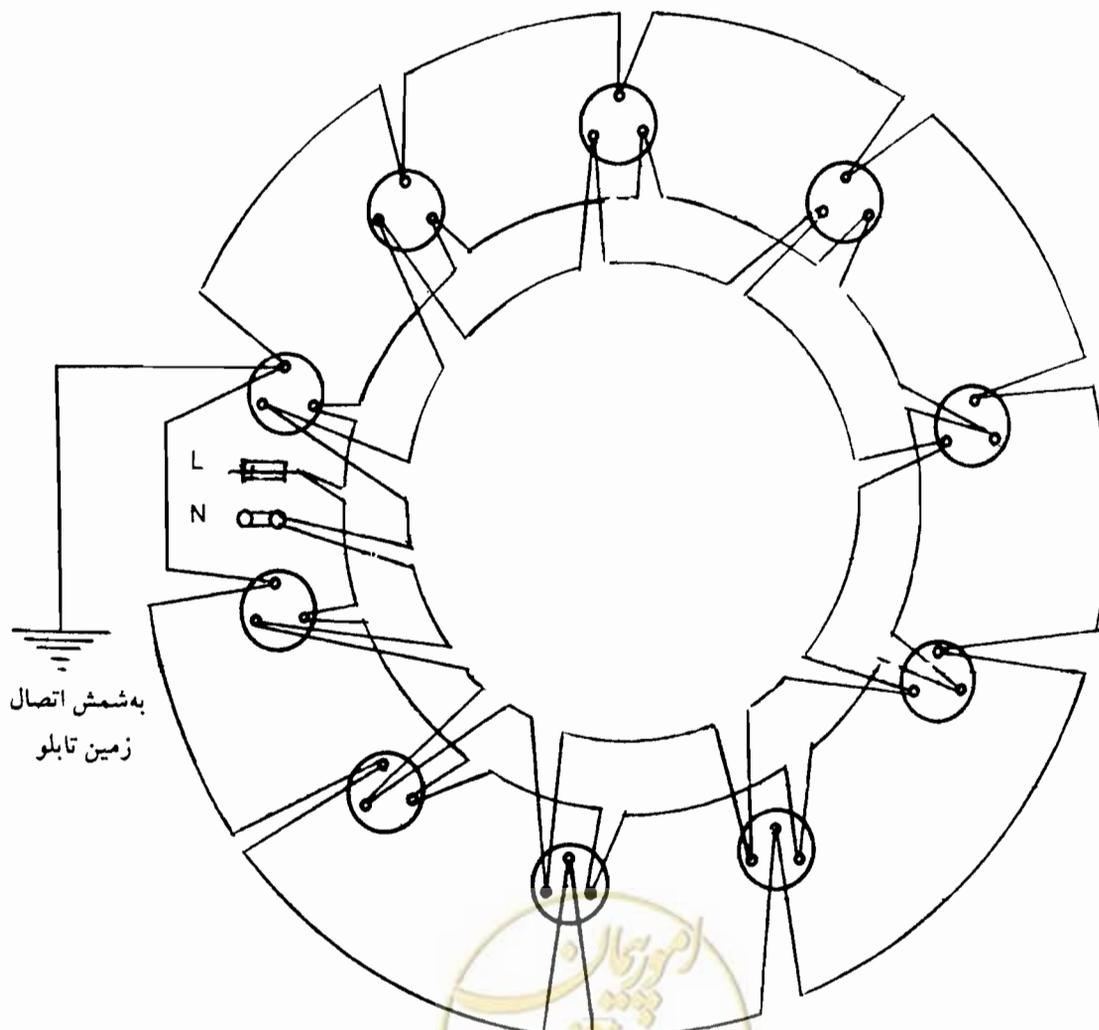
حفاظت مدارهای این‌گونه پریزها در برابر اضافه بار به وسیله کلیدهای مینیاتوری یا فیوزهای مدار فرعی با ظرفیت مناسب، و با توجه به این نکته که ظرفیت بار کلید یا فیوز نباید از ظرفیت بار سیم یا کابل مربوط تجاوز کند، تأمین می‌شود.



شکل ۳-۱ سیستم سیمکشی شعاعی مدار پریزها.

به شمش اتصال زمین تابلو

۳-۲-۲-۲ در مواردی که برای سیمکشی مدار پریزها از سیستم حلقوی یا رینگ<sup>۱</sup> استفاده می‌شود، باید هر دو سر هادی برقدار به ترمینال فیوز حفاظتی ۳۰ آمپر، هر دو سر هادی خنثی به ترمینال نول، و هر دو سر اتصال زمین به ترمینال سیستم زمین به ترتیبی که در شکل ۳-۲ نشان داده شده است، متصل شود. در این سیستم سطح مقطع سیمهای مورد مصرف حداقل ۲/۵ میلیمتر مربع خواهد بود. و هریک از مدارهای فرعی رینگ، که در محل‌های مسکونی و مشابه آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، نباید سطحی بیش از ۱۰۰ متر مربع را پوشش دهد.

به شمش اتصال  
زمین تابلو

شکل ۳-۲ سیستم سیمکشی حلقوی مدار پریزها.

۳-۲-۴-۳ تعداد مدارهای نهایی لازم برای پریزها و بار هر یک باید طبق یکی از روشهای زیر تعیین شود:

الف - تعداد لوازم ثابت و یا پریزهایی که به وسیله یک مدار نهایی تغذیه می شود باید طوری انتخاب گردد که جمع تقاضای مدار، با توجه به نحوه استفاده از لوازم در محل، از جریان مجاز حرارتی هادیهای مدار تجاوز ننماید. در مواردی که غیرهمزمانی زیادی بین مصرف لوازم و پریزها وجود داشته باشد احتیاجی به محدود کردن تعداد نقاط تغذیه مدار نهایی نخواهد بود، مانند مواردی که در آن سطح محدودی از زیربنا به وسیله مدار تغذیه می شود.

جریان مجاز حرارتی یک مدار نهایی حلقوی ۱/۵ برابر جریان مجاز هادیهای مدار خواهد بود.

### یادآوری

مقررات ذکر شده در بند الف، در درجه اول - برای آپارتمانها یا منازل مسکونی در نظر گرفته شده است ولی در موارد دیگری هم که غیرهمزمانی زیادی در مصارف وجود داشته باشد نیز از این مقررات می توان استفاده نمود به شرط آنکه تغییراتی که ممکن است در آینده در نحوه استفاده از محل به وجود آید مدنظر قرار گیرد.

ب - در مواردی که استفاده از ضریب هماهنگی امکان پذیر نباشد بار هر مصرف کننده ثابت، مقدار اسمی ورودی آن بوده و هر پریز مانند یک مصرف کننده ثابت فرض شده و بار آن برابر جریان اسمی پریز یا وسیله حفاظتی انفرادی آن پریز خواهد بود.

۴-۲-۴-۳ برای وسایل برقی از قبیل یخچال، فریزر، ماشین لباسشویی، خشک کن، ظرفشویی، و مانند آن باید یک پریز با مدار جداگانه در نظر گرفته شود و حداکثر فاصله آن از یک متر تجاوز نکند.

۵-۲-۴-۳ پریزهای مخصوص کارهای صنعتی مانند دریل رومیزی، سنگ سنباده، دستگاه جوش، و مانند آن، باید دارای مدار جداگانه بوده و برای تحمل بار مشخص شده به طور مداوم ظرفیت کافی داشته باشد. این گونه پریزها باید به درپوش مخصوص و مناسب مجهز بوده و در صورت امکان از نوع چدنی قفل شو باشد.

### ۵-۳ اصول و روشهای نصب کلید و پریز

۱-۵-۳ کلیدها اصولاً باید سیم فاز مدار را قطع و وصل کند مگر در مواردی که از کلید دوپل برای قطع و وصل فاز و نول مدار استفاده شود و همچنین کلیدهای سه فاز و خنثی که سیم نول نیز به کلید آورده می شود. در این گونه موارد ساختمان کلید باید به گونه ای باشد که هادی خنثی (نول) قبل از هادیهای فاز قطع نشود و در هنگام وصل نیز هادی خنثی باید قبل از وصل شدن هادیهای فاز یا همزمان با آن وصل شود. در مواردی که از هادی خنثی در سیستمهای TN به عنوان هادی حفاظتی نیز استفاده می شود، هادی خنثی باید پیوسته بوده و هیچگاه قطع نشود.

۲-۵-۳ محل دقیق نصب کلیدها باید براساس نقشه های معماری و با توجه به استقرار تجهیزات و مبلمان، بر روی نقشه های اجرایی تفصیلی کارگاهی مشخص شود و پس از تصویب به مرحله اجرا درآید.

۳-۵-۳ کلیدهایی که محل نصب آن جنب در ورودی واقع می شود باید در طرف قفل در قرار گیرد. فاصله

نزدیکترین لبه درپوش این‌گونه کلیدها از چارچوب باید از ۱۰ سانتیمتر کمتر و از ۳۰ سانتیمتر بیشتر نباشد و ضمناً فاصله مذکور باید به‌صورت یکسان در تمامی پروژه رعایت شود.

۴-۵-۳

کلیدها باید طوری تعبیه شود که رو به پایین روشن و رو به بالا خاموش باشد.

۵-۵-۳

ارتفاع نصب کلیدها به شرح زیر خواهد بود:

- کلید روشنایی:

- برای اتاقهای مسکونی، اداری یا کار، آشپزخانه، اماکن صنعتی، و مانند آن ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده.

- برای اتاقهای بخشهای عمل، زایمان، شکسته‌بندی و فضاهای مشابه، در صورتی که از نوع «ضد انفجار» نباشد ۱۵۵ سانتیمتر از کف تمام شده (به‌نشریه شماره ۸۹ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی نیز مراجعه شود).

- کلید راه‌انداز موتور ۱۲۰ سانتیمتر از کف تمام شده.

- کلید کنترل هواکش ۱۲۰ سانتیمتر از کف تمام شده.

۶-۵-۳

در مواردی که از کلیدهای چندفاز متناسب با مورد کاربرد استفاده می‌شود باید نوع هر یک از فازها با نصب علامت ویژه در زیر آن مشخص شود و عبارت «خطر ۳۸۰ ولت» نیز در زیر روکش کلید قید گردد.

۷-۵-۳

در پریش یک فاز و نول اتصال سیمها به کتاکتهای پریش باید به‌ترتیبی انجام شود که سیم فاز سمت راست و سیم نول سمت چپ فردی که روبروی پریش قرار می‌گیرد نصب شود.

۸-۵-۳

در ساختمانهای مسکونی در اتاقهای نشیمن، خواب، مطالعه، هال، سالنهای ناهارخوری و پذیرایی، و آشپزخانه پریشهای برق باید به‌گونه‌ای نصب شود که در هر دیوار فاصله بین محل نصب پریشها و هر نقطه‌ای به موازات فصل مشترک دیوار و کف (خط کف) از دو متر تجاوز نکند. پریشهای واقع در کف در صورتی مورد احتساب قرار می‌گیرد که نزدیک دیوار واقع شده باشد.

دیوار مورد اشاره در این بند باید حداقل دارای یک متر یا بیشتر طول باشد، و در طول خط کف به‌وسیله راهرو، بخاری، و مانند آن بریده نشده باشد، لیکن در گوشه‌ها ممکن است بیش از یک دیوار را شامل شود.

منظور از شرایط مندرج در این بند آن است که کاربرد بندهای رابط قابل انعطاف در برابر محل عبور مانند راهرو، بخاری، و دهانه‌های مشابه به‌حداقل ممکن برسد.

۹-۵-۳

ارتفاع نصب پریشها و فشاری زنگ به شرح زیر خواهد بود:

- پریشهای برق ۳۰ سانتیمتر از کف تمام شده.

- پریشهای برق که در آشپزخانه، موتورخانه، تعمیرگاه، و گاراژ نصب می‌شود، ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده.

- پریشهای برق در پاراوانها در کف نصب می‌شود.

- پریشهای تلفن ۳۰ سانتیمتر از کف تمام شده.

- پریشهای آنتن تلویزیون ۳۰ سانتیمتر از کف تمام شده.

- فشاری زنگ در صورتی که در کنار پریش قرار گیرد ۳۰ سانتیمتر از کف تمام شده و چنانچه در جنب کلید قرار گیرد ۱۱۰ سانتیمتر از کف تمام شده.

۱۰-۵-۳

لوازم برقی از قبیل کلید و پریش و امثال آن در اتاقهای عمل، زایمان، شکسته‌بندی، بیهوشی یا در

- مکانهایی که احتمال مصرف گاز بیهوشی وجود دارد در صورتی که از نوع «ضد انفجار» نباشد باید حداقل در ارتفاع ۱۵۵ سانتیمتر از کف تمام شده نصب شود.
- ۳-۵-۱۱ در مکانهایی که از میز کار مخصوص و یا پیشخوان استفاده می‌شود مانند آزمایشگاهها، کارگاهها، آشپزخانه‌ها و غیره، پریشهای برق در صورتی که روی دیواره وسط میز آزمایشگاه یا روی قرنیز میز کار نصب نشده باشد، باید حداقل ۱۰ سانتیمتر بالای قرنیز میز روی دیوار نصب شود.
- ۳-۵-۱۲ محل نصب کلید و پریش و مانند آن، در محلهایی که کاشیکاری می‌شود، باید به گونه‌ای تعیین شود که هرکدام از لوازم مزبور در مرکز یک کاشی قرار گیرد.
- ۳-۵-۱۳ پریشهای سه‌فاز باید برحسب مورد با چهار شاخه یا پنج شاخه مربوط همراه باشد.
- ۳-۵-۱۴ لوازم برقی از قبیل کلید، پریش، دیمر، فشاری زنگ، و روزت تلفن باید در سیستم لوله‌کشی توکار از نوع توکار و در سیستم لوله‌کشی روکار از نوع روکار انتخاب و نصب شود. این‌گونه لوازم باید به‌طور کاملاً مستقل روی دیوار استقرار یابد و به‌لوله‌های برق مجاور آن اتکا داده نشود.
- ۳-۵-۱۵ لوازم برقی همچون کلید، پریش و مانند آن، که در محیطهای تر و مرطوب و خارج ساختمانها مورد استفاده قرار می‌گیرد باید حداقل دارای درجات حفاظت زیر باشد:
- الف - برای محیطهای مرطوب IP44
- ب - برای محیطهای تر و خارج ساختمانها IP45
- در هریک از موارد فوق‌الذکر محل ورود کابل به‌داخل کلید و پریش باید رو به‌پایین قرار گرفته و با گلند کاملاً آب‌بندی شود.
- ۳-۵-۱۶ اتصالات سیستم لوله‌کشی شامل جعبه‌های زیر کلید و پریش و تقسیم، لوله‌ها، تابلوهای برق، پایه‌های کلید و پریش و امثال آن باید کاملاً پیچ شده باشد تا اتصال زمین را به‌نحو مطلوب تأمین کند.
- ۳-۵-۱۷ روش بستن کلید و پریش و مانند آن به‌جعبه زیر آن باید به‌وسیله پیچ بوده و محل ورود آن رزوه شده باشد و نحوه اتصال لوله به‌جعبه باید به‌وسیله بوش برنجی انجام شود.
- ۳-۵-۱۸ جعبه زیر کلید و پریش و لوازم مشابه، باید از نظر جنس برای کاربرد مورد نظر مناسب باشد. این‌گونه جعبه‌ها باید به‌گونه‌ای نصب شود که بدون در نظر گرفتن اتصال آن به‌لوله مستقلاً محکم شود و سطوح درپوش کلید و پریش توکار باید همسطح اندود آجری دیوار باشد.
- ۳-۵-۱۹ در مکانهای مسکونی و مانند آن، در حمام، نصب هرگونه کلید، پریش یا وسیله برقی دیگر در محدوده قابل دسترسی توسط استفاده‌کننده از دوش ممنوع است. محوطه قابل دسترسی، در امتداد عمودی از کف حمام تا ارتفاع ۲۲۵ سانتیمتر و در جهت افقی از لبه‌وان یا زیردوشی تا فاصله ۶۰ سانتیمتر را شامل می‌شود.

### یادآوری

برای مقررات مربوط به سایر وسایل نصب ثابت مورد استفاده در حمام به مقررات ملی ساختمانی با استاندارد IEC 364-7-701 رجوع شود.

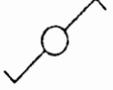
- ۳-۵-۲۰ در مکانهای (طبقه‌بندی شده) مخاطره‌آمیز<sup>۱</sup> برای انتخاب نوع کلید و پریش و سایر لوازم برقی مشابه و

روش نصب آن باید براساس طبقه‌بندیها و دستورالعملها، و استانداردهای خاص مکانهای مخاطره‌آمیز که به وسیله وزارت نفت یا یکی از مؤسسات شناخته شده بین‌المللی مانند کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) و NFPA تدوین شده است عمل شود.

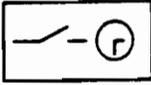
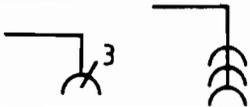
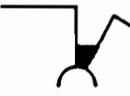
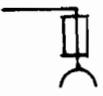
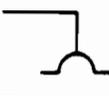
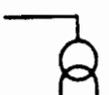
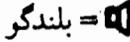
- ۳-۵-۲۱ لوازم الکتریکی از قبیل کلید، پریز، دیمر، فشاری زنگ و مانند آن، که در یک پروژه واحد مورد مصرف قرار می‌گیرد باید با رعایت بند ۳-۲ متحدالشکل بوده و از کارخانه سازنده واحدی تهیه شود.
- ۳-۶ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای لوازم برقی در جدول ۳-۲ نشان داده شده است.



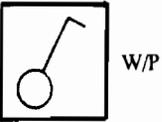
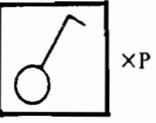
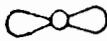
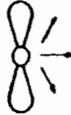
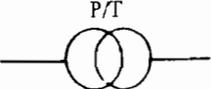
جدول ۳-۲ نشانه‌های ترسیمی برای لوازم الکتریکی

علامت	شرح
	کلید، نشانه کلی
	کلید با چراغ پیلوت
	کلید یک‌پل، یک‌راه، یک‌خانه
	کلید یک‌پل، یک‌راه، یک‌خانه از نوع زمانی
	کلید یک‌پل، یک‌راه، یک‌خانه از نوع کششی
	کلید دوپل، یک‌راه، یک‌خانه (فاز و نول)
	کلید یک‌پل، یک‌راه، دو‌خانه (دومداره)
	کلید سه‌پل، یک‌راه، یک‌خانه
	کلید تبدیل (یک‌پل، دوراه، یک‌خانه)
	کلید صلیبی، یک‌پل، یک‌خانه
	کلیدهای چندخانه
	دیمر با کلید
	دکمه فشاری
	دکمه فشاری با لامپ
	دکمه فشاری با دسترسی محدود (پوشش شیشه‌ای)
	تجهیزات محدودکننده زمان یا دوره

جدول ۳-۲ نشانه‌های ترسیمی برای لوازم الکتریکی

علامت	شرح
	کلید زمانی
	وسیله قطع و وصل کلیددار (کنترل شبرگرد)
	بیزر
	پریز یک فاز و نول
	پریز یک فاز و نول با اتصال زمین
	مجموعه چند پریز (در شکل سه تایی)
	پریز یک فاز و نول با کلید و اتصال زمین
	پریز یک فاز و نول با کلید (قفل شونده) و اتصال زمین
	پریز یک فاز با فیوز
	پریز برق با صفحه حفاظتی
	مجموعه پریز برق و ترانسفورماتور مجزاکننده (مانند پریز ریش تراش)
	پریز سه فاز و نول با اتصال زمین
	پریز مخصوص مخابرات، نشانه کلی یادآوری: انواع مختلف با استفاده از نشانه‌های زیر مشخص می‌شود:
	FM = اف ام
	TP = تلفن
	M = میکروفون
	TV = تلویزیون
	TX = تلکس
	بلندگو = 

جدول ۳-۲ نشانه‌های ترسیمی برای لوازم الکتریکی

علامت	شرح
	لوازم برقی از نوع صنعتی معمولی، مثال: کلید یک‌پل، یک‌راه، یک خانه، از نوع صنعتی
	لوازم برقی از نوع صنعتی بارانی، مثال: کلید یک‌پل، یک‌راه، یک خانه، از نوع صنعتی بارانی.
	لوازم برقی از نوع صنعتی ضدانفجار، مثال: کلید یک‌پل، یک‌راه، یک خانه، از نوع صنعتی ضدانفجار.
	پنکه سقفی
	هواکش دیواری
	هواکش سقفی
	کلید کنترل پنکه
	ترانسفورماتور اتوماتیک
	ترانسفورماتور ولتاژ
	دست خشک‌کن برقی



## فصل ۴

# چراغهای روشنایی

### تعاریف

۱-۴

چراغ: وسیله‌ای که نور ساطع از یک یا چند لامپ روشنایی را توزیع، تبدیل یا فیلتر می‌کند و دارای تمامی قطعات لازم برای نصب، نگهداری و حفاظت لامپها بوده و در موارد لازم مجهز به اجزای کمکی مدار همراه با وسایل اتصال به منبع نیرو می‌باشد.

چراغ معمولی: چراغ بدون حفاظت در برابر رطوبت و غبار  
چراغ عمومی یا هرکاره<sup>۱</sup>: چراغی که برای منظور خاصی طراحی نشده باشد مانند چراغهای آویز، چراغهای نصب ثابت روکار و نورافکن‌های همگرا (اسپات<sup>۲</sup>). نمونه چراغهای مخصوص که برای کاربردهای ویژه مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارت است از چراغهای مخصوص استخر، عکسبرداری و مانند آن.

چراغ ثابت: چراغی که به سهولت قابل جابجایی نباشد، یا نحوه نصب به گونه‌ای باشد که چراغ به کمک یک ابزار برداشته شود و یا محل نصب آن خارج از دسترس باشد.  
چراغ قابل حمل: چراغی که در شرایط عادی بهره‌برداری هنگام اتصال به برق به آسانی قابل جابجایی باشد.

چراغ توکار: چراغی که بخشی یا تمامی آن برای نصب توکار ساخته شده باشد.  
عایق‌بندی اساسی: عایق‌بندی که به منظور حفاظت در برابر خطر برق‌گرفتگی به قسمتهای برقدار اعمال می‌شود.

عایق‌بندی تکمیلی: عایق‌بندی مستقلی است که علاوه بر عایق‌بندی اساسی به منظور تأمین حفاظت در برابر خطر برق‌گرفتگی در صورت بروز نقص در عایق‌بندی اساسی پیش‌بینی شده باشد.  
عایق‌بندی دوگانه (مضاعف): عایق‌بندی است که متشکل از عایق‌بندی اساسی و تکمیلی باشد.  
عایق‌بندی تقویت‌شده: یک سیستم عایق‌بندی واحد که به قسمتهای برقدار اعمال می‌شود و همان درجه حفاظت عایق‌بندی مضاعف را در برابر خطر برق‌گرفتگی ایجاد می‌کند.

ولتاژ خیلی ضعیف ایمنی<sup>۳</sup>: ولتاژ مؤثری است که از ۵۰ ولت متناوب بین هادیها یا بین هر هادی و زمین در مداری که از شبکه اصلی برق با وسیله‌ای مانند ترانسفورماتور جداکننده ایمنی یا یک کنورتور با سیم‌پیچ مجزا، جدا شده باشد، تجاوز نکند.

بالاست<sup>۱</sup>: وسیله‌ای است که بین منبع تغذیه و لامپهای تخلیه قرار داده می‌شود و به منظور محدود کردن جریان لامپ و تنظیم آن در حد مورد نظر در تمام اوقات کار لامپ اعم از راه‌اندازی و کار دائم آن به کار می‌رود.

راه‌انداز<sup>۲</sup>: وسیله‌ای است که مدار پیش‌گرم‌کننده لامپ فلورسنت را به منظور راه‌انداختن لامپ بسته یا باز می‌کند.

ایگنیتور<sup>۳</sup>: وسیله‌ای است که به تنهایی و یا همراه با تجهیزات دیگر، به منظور ایجاد پالس ولتاژ برای راه‌اندازی لامپهای تخلیه‌ای که فاقد گرمکن برای الکترودها می‌باشد، استفاده می‌گردد.

## ۲-۴ استاندارد ساخت چراغها، لامپها و تجهیزات جانبی<sup>۴</sup>

الف -	استاندارد چراغها
۱-۲-۴	چراغهای عمومی (هرکاره) نصب ثابت با لامپهای روشنایی رشته‌ای تنگستن، فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای تخلیه و با حداکثر ولتاژ تغذیه ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-1 و بخشهای زیربط از استاندارد IEC 598-1 یا BS 4533 ساخته شده باشد.
۲-۲-۴	چراغهای توکار با لامپهای رشته‌ای تنگستن، فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای تخلیه و با حداکثر ولتاژ تغذیه ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-2 و بخشهای زیربط از استاندارد IEC 598-1 یا BS 4533 تولید شده باشد.
۳-۲-۴	چراغهای خیابانی با لامپهای روشنایی رشته‌ای تنگستن، فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای تخلیه و با حداکثر ولتاژ تغذیه ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-3 و بخشهای زیربط از استاندارد IEC 598-1 ساخته شده باشد (برای اطلاعات بیشتر به نشریه شماره ۱۹۵ زیر عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راههای شهری» رجوع شود).
۴-۲-۴	چراغهای عمومی (هرکاره) قابل حمل با لامپهای روشنایی رشته‌ای تنگستن، فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای تخلیه و با حداکثر ولتاژ ۲۵۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-4 و بخشهای زیربط از استاندارد IEC 598-1 ساخته شده باشد. (این استاندارد شامل چراغهای دستی نمی‌شود).
۵-۲-۴	چراغهای نورافکن واگرا (فلاد <sup>۵</sup> ) که با لامپهای رشته‌ای تنگستن، فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای تخلیه مورد استفاده قرار می‌گیرد و ولتاژ تغذیه آن از ۱۰۰۰ ولت متجاوز نباشد باید برابر استاندارد IEC 598-2-5 و بخشهای زیربط از استاندارد IEC 598-1 ساخته شده باشد.
۶-۲-۴	چراغهای ترانسفورمر سرخود طبقه I و II با لامپهای رشته‌ای و ولتاژ تغذیه و خروجی حداکثر ۱۰۰۰ ولت و چراغهای ترانسفورمر سرخود طبقه 0 (صفر) با لامپهای رشته‌ای و ولتاژ تغذیه و خروجی حداکثر ۲۵۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-6 و بخشهای زیربط از استاندارد IEC 598-1 ساخته شده باشد.
۷-۲-۴	چراغهای پایه‌دار باغچه‌ای قابل حمل، با لامپهای رشته‌ای تنگستن و فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای

1- Ballast

2- Starter

3- Ignitor

۴- در هریک از مواد بند ۴-۲ استفاده از سایر استانداردهای معتبر بین‌المللی معادل مانند BS, VDE, UL, CENELEC, UTE و ... نیز مجاز است.

5- Flood light

تخلیه و با ولتاژ تغذیه حداکثر ۲۵۰ ولت، قابل استفاده در فضای سبز، باغچه و مانند آن باید برابر استاندارد IEC 598-2-7 و بخشهای مربوط از استاندارد IEC 598-1 تولید شده باشد.

۸-۲-۴ چراغهای دستی و چراغهای قابل حمل مشابه که هنگام استفاده در دست قرار می‌گیرد با لامپهای رشته‌ای تنگستن و فلورسنت لوله‌ای و با ولتاژ تغذیه حداکثر ۲۵۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-8 و بخشهای مربوط از استاندارد IEC 598-1 ساخته شده باشد.

۹-۲-۴ چراغهای مخصوص استفاده در کانالهای تهویه و فضاها، مشابه، با لامپهای فلورسنت لوله‌ای و با ولتاژ تغذیه حداکثر ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-19 و بخشهای مربوط از استاندارد IEC 598-1 ساخته شده باشد.

۱۰-۲-۴ چراغهای روشنایی اضطراری با لامپهای رشته‌ای تنگستن، فلورسنت لوله‌ای و دیگر لامپهای تخلیه و با ولتاژ تغذیه برق اضطراری حداکثر ۱۰۰۰ ولت باید برابر استاندارد IEC 598-2-22 و بخشهای مربوط از استاندارد IEC 598-1 تولید شده باشد.

#### ب - استاندارد لامپها و تجهیزات جانبی چراغها

۱۱-۲-۴ لامپهای رشته‌ای تنگستن برای مصارف روشنایی عمومی با ولتاژ اسمی ۲۲۰، ۲۲۵ یا ۲۳۰ ولت؛ توان اسمی ۱۵ تا ۱۵۰۰ وات؛ عمر اسمی ۱۰۰۰ یا ۲۵۰۰ ساعت؛ حباب شفاف، مات یا سفیدشیری در اشکال معمولی، قارچی یا شمعی؛ و کلاهک پیچی ادیسون باید برابر استاندارد شماره ۱۱۵ ایران ساخته شده باشد. سریج لامپهای رشته‌ای باید برابر استاندارد ملی ایران شماره ۶۸۸ تولید شده باشد. طبقه‌بندی حباب لامپهای روشنایی از نظر شکل و ارائه علائم مشخصه برای شناسایی باید برابر استاندارد شماره ۳۰۸۳ ایران انجام شود.

طراحی و ساخت لامپهای فوق‌الذکر از نظر مقررات ایمنی و تعویض‌پذیری باید با رعایت استاندارد شماره ۲۹۱۰ ایران صورت پذیرد.

۱۲-۲-۴ لامپهای فلورسنت لوله‌ای مورد مصرف در روشنایی عمومی با کاتد پیش‌گرم‌شونده و با راه‌انداز، یا با کاتد سرد و بدون راه‌انداز و یا با کاتد پیش‌گرم‌شونده و بدون راه‌انداز که با جریان متناوب کار می‌کند باید برابر استاندارد شماره ۶۸۷ ایران و یا IEC 81 مطابقت نماید.

سریج لامپهای فلورسنت لوله‌ای و نگهدارنده راه‌اندازها باید مطابق استاندارد شماره ۲۶۱۰ ایران ساخته شده باشد.

راه‌انداز لامپهای فلورسنت باید مطابق استاندارد ملی شماره ۱۵۶۰ ساخته شود.

بالاست لامپهای فلورسنت باید برابر استاندارد ملی شماره ۷۰۰ تولید شود.

۱۳-۲-۴ لامپهای بخار جیوه با فشار زیاد و با پوشش فلورسنت تصحیح‌کننده رنگ قرمز و یا بدون آن که با جریان متناوب و با بالاست لامپهای بخار جیوه با فشار زیاد (مطابق استاندارد IEC 262) کار می‌کند باید مطابق استاندارد ملی شماره ۲۷۰۲ ساخته شده باشد.

۱۴-۲-۴ لامپهای بخار سدیم کم‌فشار U شکل و خطی برق متناوب با ولتاژ ۲۳۰/۴۰۰ ولت، و فرکانس ۵۰ یا ۶۰ هرتز باید برابر استاندارد IEC 192 ساخته شده باشد.

۱۵-۲-۴ لامپهای بخار سدیم پرفشار، با بالاست و ایگنیتور مربوط به آن، که با برق متناوب ۲۳۰/۴۰۰ ولت و فرکانس ۵۰ و ۶۰ هرتز کار می‌کند باید برابر استاندارد IEC 662 تولید شده باشد.

## ۳-۲ طبقه‌بندی چراغها

چراغها برحسب نوع حفاظت در برابر برق‌گرفتگی، درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار، و جنس سطوح نگهدارنده چراغ طبقه‌بندی می‌شود:

### ۱-۳-۲ طبقه‌بندی برحسب درجه حفاظت در برابر برق‌گرفتگی

چراغها با توجه به نوع حفاظت در برابر برق‌گرفتگی به چهار گروه به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شود:

**گروه 0-** چراغهایی را شامل می‌شود که در آن حفاظت در برابر خطر برق‌گرفتگی صرفاً به عایق‌بندی اساسی متکی باشد. این امر بدان معنی است که هیچ وسیله‌ای برای اتصال قسمتهای هادی در دسترس (در صورت وجود) به هادی حفاظتی سیمکشی تأسیسات وجود ندارد و در صورت بروز نقص در عایق‌بندی اساسی حفاظت در برابر برق‌گرفتگی متکی به شرایط محیط اطراف می‌شود.

**گروه I-** چراغهایی را شامل می‌شود که در آن حفاظت در برابر خطر برق‌گرفتگی صرفاً به عایق‌بندی اساسی متکی نباشد بلکه پیش‌بینی اضافی دیگری برای اتصال قسمتهای هادی در دسترس به هادی حفاظتی (سیستم زمین) سیمکشی ثابت نیز شده باشد تا در صورت بروز نقص در عایق‌بندی اساسی قسمتهای مزبور برقرار نشود.

**گروه II-** چراغهایی را شامل می‌شود که حفاظت در برابر خطر برق‌گرفتگی صرفاً به عایق‌بندی اساسی متکی نباشد بلکه پیش‌بینی اضافی دیگری نیز همچون عایق‌بندی مضاعف یا تقویت شده در آن در نظر گرفته شده باشد. در این نوع طبقه‌بندی پیش‌بینی اتصال زمین حفاظتی با شرایط محل نصب وجود ندارد.

**گروه III-** چراغهایی را شامل می‌شود که در آن حفاظت در برابر خطر برق‌گرفتگی متکی بر تغذیه با ولتاژ خیلی ضعیف ایمنی (SELV) می‌باشد و ولتاژهای بیش از آن در چراغ تولید نمی‌شود.

### ۲-۳-۲ طبقه‌بندی برحسب درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار

درجه حفاظت چراغها از نظر نفوذ رطوبت و غبار براساس «شماره IP» مطابق استاندارد شماره ۲۸۶۸ ایران زیر عنوان «طبقه‌بندی درجات حفاظت پوششها در لوازم الکتریکی» یا IEC 529 طبقه‌بندی می‌شود. حروف I و P به معنای حفاظت بین‌المللی و مخفف کلمات (International Protection) می‌باشد که با یک عدد دورقمی همراه است. رقم مشخصه اول که درجه حفاظت اشخاص در برابر تماس با قسمتهای برقرار و نفوذ اشیاء خارجی را نشان می‌دهد در جدول ۴-۱ (الف) آمده است و رقم مشخصه دوم که درجه حفاظت در برابر آب را نشان می‌دهد در جدول ۴-۱ (ب) ذکر شده است.

جدول ۴ - ۱ (الف) میزان حفاظت تعیین شده به وسیله اولین رقم مشخصه برابر استاندارد ۲۸۶۸ ایران و IEC 529

میزان حفاظت		رقم مشخصه
جزئیات نوع حفاظت ایجاد شده به وسیله پوشش دستگاه	شرح مختصر	اول
حفاظت ویژه‌ای ندارد	حفاظت نشده	0
دارای حفاظت برای اعضای بزرگ بدن انسان مانند دست (ولی فاقد حفاظت در برابر دسترسی عمده). دارای حفاظت برای اجسام بیش از ۵۰ میلی‌متر قطر	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگتر از ۵۰ میلی‌متر	1
دارای حفاظت برای انگشتان یا اجسامی که طول آن از ۸۰ میلی‌متر متجاوز نباشد. دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از ۱۲ میلی‌متر	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگتر از ۱۲ میلی‌متر	2
دارای حفاظت برای ابزارها، سیمها و غیره با قطر یا با ضخامت بیش از ۲/۵ میلی‌متر. دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از ۲/۵ میلی‌متر	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگتر از ۲/۵ میلی‌متر	3
دارای حفاظت برای سیمها یا تسمه‌ها با ضخامت بیش از یک میلی‌متر. دارای حفاظت برای اجسام سخت با قطر بیش از ۱/۵ میلی‌متر	حفاظت در برابر اجسام سخت بزرگتر از ۱/۵ میلی‌متر	4
از نفوذ گرد و غبار به درون دستگاه کاملاً جلوگیری نشده است لیکن گرد و غبار به میزانی که در کار دستگاه ایجاد اختلال کند وارد نمی‌شود.	حفاظت در برابر گرد و غبار	5
هیچ‌گونه گرد و غباری نفوذ نمی‌کند	غیر قابل نفوذ در برابر گرد و غبار	6



جدول ۴-۱ (ب) میزان حفاظت تعیین شده به وسیلهٔ دومین رقم مشخصه برابر استاندارد ۲۸۶۸ ایران و IEC 529

میزان حفاظت		رقم مشخصه
جزئیات نوع حفاظت ایجاد شده به وسیلهٔ پوشش دستگاه	شرح مختصر	دوم
حفاظت ویژه‌ای ندارد	حفاظت نشده	0
چکیدن آب (ریزش عمودی قطرات) اثر زیان‌آوری ندارد	حفاظت شده در برابر چکیدن آب	1
قطرات عمودی آب بر پوشش با زاویهٔ انحراف تا ۱۵ درجه اثر زیان‌آور نخواهد داشت	حفاظت شده در برابر چکیدن آب با زاویهٔ انحراف تا ۱۵ درجه	2
بارش آب به صورت پاشیدگی تا زاویهٔ ۶۰ درجه از وضع قائم اثر زیان‌آور ندارد	حفاظت شده در برابر پاشیدگی آب	3
آب ترشح شده از هر سو به پوشش دستگاه اثر زیان‌آور نخواهد داشت	حفاظت شده در برابر ترشح آب	4
آب پرتاب شده توسط آب‌پخش‌کن از هر سو به پوشش دستگاه اثر زیان‌آور ندارد	حفاظت شده در برابر فوران آب	5
آب حاصله از امواج دریای طوفانی یا فوران شدید آب نباید به مقدار زیان‌آور داخل پوشش شود	حفاظت شده در برابر امواج دریا	6
هنگامی که پوشش دستگاه در شرایط معینی از فشار و زمان در آب غوطه‌ور می‌شود نباید نفوذ آب به مقدار زیان‌آوری در آن امکانپذیر باشد.	حفاظت شده در برابر اثرات غوطه‌ور شدن در آب	7
تجهیزات برای فرورفتگی مداوم در زیر آب در شرایطی که به وسیلهٔ سازنده مشخص می‌شود مناسب است.	حفاظت شده در برابر فرورفتگی در زیر آب	8
یادآوری: معمولاً این‌بدان معنی است که تجهیزات به‌طور غیرقابل نفوذی آب‌بندی شود. هرچند در انواع معینی از تجهیزات، این‌طور استنباط می‌شود که آب ممکن است داخل شود اما اثر زیان‌آور نخواهد داشت		

### ۳-۳-۴ طبقه‌بندی برحسب جنس سطوح نگهدارنده چراغ

چراغها براساس این‌که اصولاً به‌منظور نصب مستقیم بر روی سطوح قابل اشتعال معمولی ساخته شده باشد و یا این‌که برای نصب بر روی سطوح نسوز<sup>۱</sup> مناسب باشد به‌شرح زیر طبقه‌بندی می‌شود:

- الف - چراغهای مناسب برای نصب بر روی سطح نسوز.
- ب - چراغهای بدون بالاست یا ترانسفورماتور سرخود، مناسب برای نصب مستقیم بر روی سطوح قابل اشتعال معمولی.
- پ - چراغهای بالاست یا ترانسفورماتور سرخود، مناسب برای نصب مستقیم بر روی سطوح قابل اشتعال معمولی. (برای نشانه‌ مشخص‌کننده این نوع چراغها به‌جدول ۴-۲ رجوع شود).

جدول ۴-۲ حاوی نشانه‌های مشخصات الکتریکی و طبقه‌بندی چراغهای روشنایی برابر استاندارد IEC 598-1 می‌باشد.



جدول ۴-۲ نشانه‌های مشخصات الکتریکی و طبقه‌بندی چراغهای روشنایی برابر IEC 598-1

نشانه	کد حفاظت بین‌المللی	شرح
	-	ترمینال زمین
A	-	آمپر
Hz	-	فرکانس (هرتز)
V	-	ولت
W	-	توان (وات)
	-	گروه II
	-	گروه III
$t_a \dots ^\circ\text{C}$	-	حداکثر حرارت محیط نامی
	-	هشدار در مورد عدم استفاده از لامپهای نور سرد
$\text{D} \dots \text{m}$	-	حداقل فاصله از اشیا روشن برحسب متر
	-	چراغهای بالاست یا ترانسفورماتور سرخود برای نصب مستقیم بر روی سطوح قابل اشتعال
-	IP20	چراغهای معمولی (بدون حفاظت)
	IPX1	ضد قطره
	IPX3	ضد باران
	IPX4	ضد آب پاشیدگی
	IPX5	ضد فوران آب
	IPX7	ضد آب (غوطه‌وری در آب)
	IPX8	ضد آب با فشار (قابل استفاده در زیر آب با تعیین حداکثر عمق برحسب متر)
-	IP4X	حفاظت در برابر اجسام با قطر یک میلی‌متر
	IP5X	ضد گرد و غبار
	IP6X	غیر قابل نفوذ در برابر گرد و غبار

## ۲-۲ طراحی و محاسبه روشنایی

### ۱-۲-۲ روشهای نورپردازی

روشهای نورپردازی از نظر ترتیب استقرار منابع نوری به چهار دسته به شرح زیر قابل طبقه بندی است:

الف - نورپردازی موضعی که شامل یک واحد روشنایی تکمی با توان مصرفی کم است و برای هر کارگر، ماشین یا میز کار در سطحی نزدیک به محل کار نصب می شود و در آن یکنواختی روشنایی مطرح نمی باشد.

ب - روش نورپردازی عمومی که در آن واحدهای روشنایی در سطحی نسبتاً نزدیک به سقف و یا لااقل با فاصله کافی از سطح کار نصب می شود. در این روش نورپردازی فواصل چراغها از یکدیگر یکسان بوده و بدون توجه به محل استقرار ماشینها، مبلمان یا سایر وسایل به گونه ای تعیین می شود که روشنایی به صورت یکنواخت توزیع گردد.

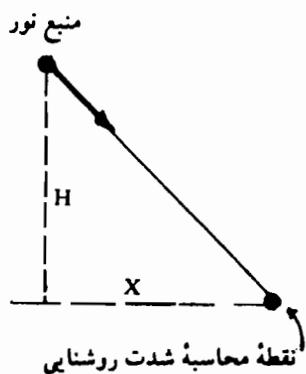
پ - نورپردازی گروهی روش میانه ای است بین نورپردازی موضعی و عمومی که در آن واحدهای روشنایی نزدیک به سقف و یا با فاصله قابل ملاحظه از سطح کار نصب می شود. در این روش فواصل نصب چراغها یکسان نمی باشد لیکن واحدهای مزبور در ارتباط با محل استقرار سطوح کار، ماشینها، موقعیت اپراتورها و مانند آن قرار می گیرد به گونه ای که روشنایی کافی برای هر ماشین، اپراتور یا سطوح کار دیگر تأمین شود. در این سیستم تأمین روشنایی یکنواخت مدنظر نمی باشد.

ت - در روش نورپردازی ترکیبی عمومی و موضعی روشنایی یکنواخت برای تمامی محیط به وسیله واحدهای روشنایی که طبق روش نورپردازی عمومی نصب می شود تأمین شده و در مواردی که شدت نور بیشتری مورد نیاز است از چراغهای موضعی استفاده می گردد.

### ۲-۲-۲ روشهای محاسبه روشنایی

عمده ترین روشهای محاسبه روشنایی و موارد کاربرد آن به شرح زیر است:

#### الف - روش نقطه ای



شکل ۱-۲

در این روش که براساس قانون عکس مجذور فاصله استوار است، شدت شار نوری (I) برحسب عکس مجذور فاصله منبع نور از نقطه اندازه گیری D تغییر می کند و شدت روشنایی (E) در هر سطح عمود بر پرتوهای نور با استفاده از فرمول  $E = \frac{I}{D^2}$  قابل محاسبه است. بنابراین شدت روشنایی در سطوح افقی ( $E_H$ ) و عمودی ( $E_V$ ) به شرح زیر خواهد بود:

$$E_H = \frac{I \times H}{D^2} \quad \text{و} \quad E_V = \frac{I \times X}{D^2}$$

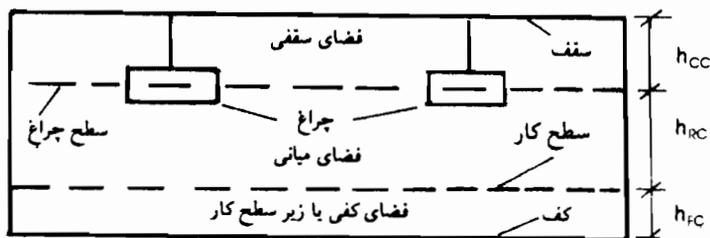
این روش که برای محاسبه نور مستقیم قابل استفاده است در نورپردازی موضعی و در مواردی که یک منبع نور واحد مطرح است غالباً به کار می‌رود.

### ب - روش استفاده از ضریب چراغ یا ضریب کاربردی<sup>۱</sup>

در نورپردازی فضاهای داخلی نور غیرمستقیم سطوح انعکاسی مانند سقف، دیوار و سطوح کار نیز باید مورد محاسبه قرار گیرد. از جمله روشهای محاسباتی متداول در این زمینه روش استفاده از ضریب بهره چراغ یا ضریب کاربردی است که به ویژگیهای توزیع نور چراغها، ترتیب استقرار و خصوصاً ارتفاع نصب آن بستگی دارد. این ضریب مضافاً به شکل هندسی فضای محصور و خواص انعکاسی دیوارها، سقف، کف و مبلمان نیز مرتبط است. در این روش محاسبه شار نوری و در نتیجه تعیین تعداد چراغها با استفاده از جدول ۴-۵ به دو صورت زیر امکانپذیر است:

۱- محاسبه شاخص فضا،  $K$  از رابطه (۱) جدول ۴-۵ و تعیین ضرایب نگهداری و بهره چراغ از جداول مشخصات چراغها و محاسبه شار نوری چراغها برحسب لومن از فرمول (۲) جدول مزبور. در این روش ارتفاع سطح کار  $0/85$  متر در نظر گرفته می‌شود.

۲- تقسیم‌بندی فضای مورد محاسبه<sup>۲</sup> به سه بخش سقفی، میانی و کفی مطابق شکل ۴-۲ و محاسبه ضرایب بخشها (ضرایب کاواک) از فرمول (۳)، تعیین انعکاس مؤثر سقف ( $\rho_{cc}$ ) و کف ( $\rho_{fc}$ ) با توجه به ضرایب انعکاس واقعی سقف و دیوارها و یا کف و دیوارها به کمک جداول مربوط<sup>۳</sup> به صورت اعداد واحد و به دست آوردن ضرایب MF و CU از جداول مشخصات چراغها و محاسبه شار نوری چراغها  $\phi$  برحسب لومن از رابطه (۲). در این روش تعیین ارتفاع سطح کار در اختیار طراح است.



شکل ۴-۲ - تقسیم‌بندی فضای اتاق.

### ۳-۴-۲ تعیین نوع و تعداد چراغها در یک طرح روشنایی

در یک طرح روشنایی جنبه‌های اقتصادی، که شامل تعداد و هزینه چراغها و بخصوص لامپها و نیز هزینه نگهداری و تعمیر آن می‌باشد، باید در نظر گرفته شود. علاوه بر این، یک طرح روشنایی هنگامی قابل قبول است که اصول بهداشتی در مورد آن رعایت گردیده باشد یعنی در مرحله اول بایستی نور تولید شده یکنواخت بوده و در قدم بعدی روشنایی کافی و تا حد امکان به نور روز نزدیک باشد. بنابراین در طراحی و محاسبه روشنایی باید دو عامل اقتصادی و بهداشتی توأمأ در نظر گرفته شود.

در هر طرح روشنایی، به موازات اعمال و اجرای اهداف مورد نظر کارفرما، بایستی نوع محل چراغها و چگونگی قرار دادن و فواصل آن از یکدیگر و نیز معماری محل از نظر رعایت اصول زیبایی در مدنظر قرار گیرد.

1- Utilization factor

2- Zonal-Cavity method

3- IES Lighting Handbook

۳-۳-۴-۴ در طراحی و اجرای پروژه روشنایی، علاوه بر تعیین نوع روشنایی یعنی روشنایی عمومی یا روشنایی موضعی باید نوع جریان، ولتاژ، فرکانس و مدت استفاده از روشنایی نیز توجه شود تا به وسیله این عوامل بتوان لامپ و چراغ و مقطع سیم مورد نظر را انتخاب نمود.

۴-۳-۴-۴ شدت روشنایی داخلی برحسب لوکس (لومن بر متر مربع) برای اماکن مسکونی، عمومی، کارخانجات و کارگاهها برابر استاندارد مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در جدول ۴-۳ درج شده است. در استاندارد مزبور میزان روشنایی برای هر محل به صورت دو مقدار کمینه و پیشنهادی در نظر گرفته شده است. شدت روشنایی مورد نظر باید حتی الامکان هم‌ارز مقادیر پیشنهادی انتخاب شود و در صورتی که شرایط فنی و اقتصادی ایجاب کند می‌توان میزان روشنایی را بیش از مقادیر پیشنهادی انتخاب نمود ولی هیچ‌گاه نباید کمتر از میزان کمینه باشد.

شدت نور لازم شامل نور عمومی و در صورت لزوم نور موضعی برای قسمت‌های مختلف بیمارستان برابر استاندارد DIN 5035-1988 در جدول ۴-۴ ارائه شده است.

۵-۳-۴-۴ سیستم روشنایی مورد لزوم باید با توجه به نوع کار از نظر میزان دقت و احتیاج به روشنایی، سایه‌اندازی، ارتفاع نصب، ارتفاع محل کار، و در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی و بهداشتی انتخاب شود.

۶-۳-۴-۴ پس از انتخاب نوع چراغ و تعیین شدت روشنایی مورد لزوم از جدول ۴-۳ یا ۴-۴، تعداد چراغهای لازم برای هر اتاق یا هر فضای مورد نظر دیگر با استفاده از یکی از روشهای مندرج در بند ۴-۴-۲ محاسبه و تعیین می‌شود.



جدول ۴-۳ شدت روشنایی برحسب لوکس

پیشنهادی	کمینه	مکان	پیشنهادی	کمینه	مکان
۵۰۰	۲۰۰	۳-۴- آزمایشگاه			۱- محلهای مسکونی
۷۰۰	۵۰۰	۴-۴- کلاس نقاشی و کارهای دستی	۲۰۰	۷۰	۱-۱- اتاق نشیمن و پذیرایی
۳۰۰	۱۵۰	۵-۴- سالن ورزشی سرپوشیده	۵۰۰	۱۵۰	۲-۱- اتاق مطالعه (نوشتن، خواندن کتاب، مجله و روزنامه)
۱۰۰	۵۰	۶-۴- رختکن، توالت، دستشویی	۲۰۰	۱۰۰	۳-۱- آشپزخانه (ظرفشویی، اجاق گاز و میز کار)
		۵- بیمارستان			۴-۱- اتاق خواب
		(به جدول ۴-۴ رجوع شود)	۱۰۰	۵۰	۱-۴-۱- روشنایی عمومی
		۶- کارخانه کنسروسازی	۵۰۰	۲۰۰	۲-۴-۱- روشنایی تخت خواب و میز توالت
۵۰۰	۱۵۰	۱-۶- محل دسته بندی و تفکیک			۵-۱- حمام
۲۰۰	۱۰۰	۲-۶- محل پوست کندن	۱۰۰	۵۰	۱-۵-۱- روشنایی عمومی
۳۰۰	۱۵۰	۳-۶- محل پختن	۵۰۰	۲۰۰	۲-۵-۱- آینه (برای اصلاح صورت)
۵۰۰	۳۰۰	۴-۶- محل قوطی پرکنی	۱۵۰	۱۰۰	۶-۱- پلکان
		۷- آسیاب غلات	۱۵۰	۵۰	۷-۱- راهرو، سرسرا و آسانسور
۱۰۰	۷۰	۱-۷- روشنایی عمومی			۲- دفاتر و ادارهها
۵۰۰	۲۰۰	۲-۷- روشنایی محل کار	۵۰۰	۲۰۰	۱-۲- تمام کارهای عمومی
		۸- نانوائی	۶۰۰	۳۰۰	۲-۲- ماشین نویسی و محل دیکته کردن
۳۰۰	۲۰۰	۱-۸- خمیرگیری	۶۰۰	۳۰۰	۳-۲- حسابداری و ماشینهای حساب و اندیکاتورنویسی
		۲-۸- اتاق تنور:	۳۰۰	۱۰۰	۴-۲- بایگانی
۲۰۰	۱۰۰	۱-۲-۸- روشنایی عمومی	۱۰۰۰	۵۰۰	۵-۲- اتاق نقشه کشی
۵۰۰	۳۰۰	۲-۲-۸- تنور	۵۰۰	۲۰۰	۶-۲- اتاق کنفرانس
۳۰۰	۲۰۰	۳-۸- بسته بندی	۵۰۰	۱۵۰	۷-۲- اتاق انتظار و اطلاعات
		۹- کارخانه شکلات و آبنبات سازی	۱۵۰	۱۰۰	۸-۲- پلکان
		۱-۹- تهیه مواد اولیه	۱۵۰	۵۰	۹-۲- راهرو، سرسرا و آسانسور
۱۵۰	۱۰۰	۱-۱-۹- روشنایی عمومی	۲۰۰	۱۰۰	۳- کتابخانه
۵۰۰	۳۰۰	۲-۱-۹- روشنایی روی نوار	۲۰۰	۱۰۰	۱-۳- قفسه ها (در سطح عمودی)
۲۰۰	۱۵۰	۲-۹- تزئین و بسته بندی	۵۰۰	۳۰۰	۲-۳- سالن مطالعه
		۱۰- کارخانه لبنیات			۳-۳- روی میز مطالعه
۱۰۰	۷۰	۱-۱۰- سکوی تخلیه	۵۰۰	۲۰۰	۴- مدارس
۳۰۰	۲۰۰	۲-۱۰- ظرفشویی	۵۰۰	۳۰۰	۱-۴- کلاس درس، آمفی تئاتر
					۲-۴- تخته سیاه (در سطح عمودی)

جدول ۳-۴ شدت روشنایی برحسب لوکس. (ادامه)

پیشنهادی	کمینه	مکان	پیشنهادی	کمینه	مکان
		۱۳-۹-بازرسی:	۳۰۰	۲۰۰	۳-۱۰- ماشین آلات تهیه مواد
۳۰۰	۲۰۰	۱۳-۹-روشنایی عمومی	۳۰۰	۲۰۰	۴-۱۰- پُر کردن بطری
۱۰۰۰	۷۰۰	۱۳-۹-۲-روشنایی محل کار	۵۰۰	۳۰۰	۵-۱۰- آزمایشگاهها
		۱۴- کارخانه نساجی (پنبه)			
		۱-۱۴- عدل شکن:			۱۱- کارخانه نوشابه سازی
۲۰۰	۱۰۰	۱-۱-۱۴- روشنایی عمومی	۱۰۰	۷۰	۱-۱۱- روشنایی عمومی
۳۰۰	۲۰۰	۲-۱-۱۴- روشنایی محل کار	۳۰۰	۲۰۰	۲-۱۱- محل تهیه و تخمیر
		۲-۱۴- حلاجی:	۳۰۰	۲۰۰	۳-۱۱- محل شست و شوی لوازم
۲۰۰	۱۰۰	۱-۲-۱۴- روشنایی عمومی	۳۰۰	۲۰۰	۴-۱۱- محل پر کردن
۳۰۰	۲۰۰	۲-۲-۱۴- روشنایی محل کار			
		۳-۱۴- نخ ریزی و دولاتی:			۱۲- چاپخانه و گراورسازی
۳۰۰	۲۰۰	۱-۳-۱۴- روشنایی عمومی			۱-۱۲- ماشین حروف چینی:
۵۰۰	۳۰۰	۲-۳-۱۴- روشنایی محل کار	۳۰۰	۲۰۰	۱-۱-۱۲- روشنایی عمومی
		۴-۱۴- دوک کردن:	۵۰۰	۳۰۰	۲-۱-۱۲- محل حروف چینی
۳۰۰	۲۰۰	۱-۴-۱۴- روشنایی عمومی			۲-۱۲- ماشینهای چاپ:
۵۰۰	۳۰۰	۲-۴-۱۴- روشنایی محل کار	۳۰۰	۲۰۰	۱-۲-۱۲- روشنایی عمومی
		۵-۱۴- بافندگی:	۵۰۰	۳۰۰	۲-۲-۱۲- روی ماشین
۵۰۰	۳۰۰	۱-۵-۱۴- روشنایی عمومی	۷۰۰	۵۰۰	۳-۱۲- میز تصحیح
۱۰۰۰	۵۰۰	۲-۵-۱۴- روشنایی محل کار	۷۰۰	۵۰۰	۴-۱۲- گراورسازی
		۶-۱۴- رنگرزی	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۵-۱۲- حکاکی
۳۰۰	۲۰۰	۱-۶-۱۴- روشنایی عمومی			
۵۰۰	۳۰۰	۲-۶-۱۴- روشنایی محل کار			۱۳- کارخانه شیشه سازی
		۷-۱۴- آزمایشگاه رنگ:			۱-۱۳- کوره
۵۰۰	۳۰۰	۱-۷-۱۴- روشنایی عمومی	۳۰۰	۱۰۰	۱-۱-۱۳- روشنایی عمومی
۱۰۰۰	۵۰۰	۲-۷-۱۴- روشنایی محل کار			۲-۱۳- مخلوط کردن مواد خام:
			۱۵۰	۱۰۰	۱-۲-۱۳- روشنایی عمومی
		۱۵- کارخانه نساجی (پشم)	۳۰۰	۲۰۰	۲-۲-۱۳- روی دستگاههای توزین
		۱-۱۵- عدل شکن:			۳-۱۳- دمیدن و پرس کردن:
۲۰۰	۱۰۰	۱-۱-۱۵- روشنایی عمومی	۱۵۰	۱۰۰	۱-۳-۱۳- روشنایی عمومی
۳۰۰	۲۰۰	۲-۱-۱۵- روشنایی محل کار	۳۰۰	۲۰۰	۲-۳-۱۳- روشنایی محل کار
۱۰۰	۵۰	۲-۱۵- حوضچه ها:	۲۰۰	۱۵۰	۴-۱۳- برش
		۳-۱۵- محل شست و شوی:	۲۰۰	۱۵۰	۵-۱۳- صیقل دادن
۲۰۰	۱۰۰	۱-۳-۱۵- روشنایی عمومی	۳۰۰	۲۰۰	۶-۱۳- نقره کاری (آینه کاری)
۳۰۰	۲۰۰	۲-۳-۱۵- روشنایی محل کار	۵۰۰	۳۰۰	۷-۱۳- تراش دقیق
		۴-۱۵- حلاجی:	۵۰۰	۳۰۰	۸-۱۳- تزیین و جلا و حکاکی

جدول ۳-۴ شدت روشنایی بر حسب لوکس. (ادامه)

پیشنهادی	کمینه	مکان	پیشنهادی	کمینه	مکان
		۱۸- کارخانه رنگسازی	۲۰۰	۱۰۰	۱-۴-۱۵- روشنایی عمومی
۱۰۰	۵۰	۱-۱۸- مخلوط، آسیاب و بودر کردن	۳۰۰	۲۰۰	۲-۴-۱۵- روشنایی محل کار
		۲-۱۸- پر کردن و توزین			۵-۱۵- پشم‌ریسی و دولاتابی:
۲۰۰	۱۰۰	۱-۲-۱۸- روشنایی عمومی	۳۰۰	۲۰۰	۱-۵-۱۵- روشنایی عمومی
۳۰۰	۲۰۰	۲-۲-۱۸- روشنایی محل کار	۵۰۰	۳۰۰	۲-۵-۱۵- روشنایی محل کار
		۳-۱۸- آزمایشگاه رنگ:			۶-۱۵- دوک کردن (ماسوره پیچی):
۵۰۰	۲۰۰	۱-۳-۱۸- روشنایی عمومی	۳۰۰	۲۰۰	۱-۶-۱۵- روشنایی عمومی
۱۰۰۰	۵۰۰	۲-۳-۱۸- روشنایی محل کار	۵۰۰	۳۰۰	۲-۶-۱۵- روشنایی محل کار
					۷-۱۵- بافندگی:
		۱۹- کارخانه لاستیک‌سازی	۳۰۰	۲۰۰	۱-۷-۱۵- روشنایی عمومی
		۱-۱۹- تهیه مواد اولیه:	۵۰۰	۳۰۰	۲-۷-۱۵- روشنایی محل کار
۳۰۰	۲۰۰	۱-۱-۱۹- ماشین مخلوط کردن و ورز دادن	۱۰۰۰	۷۰۰	۸-۱۵- چله کشی و تارپیچی:
۵۰۰	۳۰۰	۲-۱-۱۹- نوار کردن	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۱-۸-۱۵- روشنایی عمومی
		۲-۱۹- تهیه الیاف			۲-۸-۱۵- روشنایی محل کار
۵۰۰	۳۰۰	۱-۲-۱۹- برش الیاف و تهیه لایه‌ها			۱۶- کارخانه نساجی (ابریشم طبیعی و الیاف مصنوعی)
۳۰۰	۲۰۰	۲-۲-۱۹- روی ماشینها			۱-۱۶- حوضچه
		۳-۱۹- ساخت لاستیک وسایل نقلیه:	۱۰۰	۵۰	۲-۱۶- ریسندگی و دولاتابی:
۲۰۰	۱۰۰	۱-۳-۱۹- روشنایی عمومی	۳۰۰	۲۰۰	۱-۲-۱۶- روشنایی عمومی
۳۰۰	۲۰۰	۲-۳-۱۹- روشنایی محل کار	۵۰۰	۳۰۰	۲-۲-۱۶- روشنایی محل کار
۳۰۰	۲۰۰	۴-۱۹- ولکانیزه کردن			۳-۱۶- بافندگی:
		۵-۱۹- بازرسی:			۱-۳-۱۶- روشنایی عمومی
۳۰۰	۲۰۰	۱-۵-۱۹- روشنایی عمومی	۵۰۰	۳۰۰	۲-۳-۱۶- روشنایی محل کار
۵۰۰	۳۰۰	۲-۵-۱۹- روشنایی محل کار	۷۰۰	۵۰۰	۴-۱۶- بازرسی منسوجات:
۳۰۰	۲۰۰	۶-۱۹- بسته‌بندی	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۱-۴-۱۶- روشنایی محل کار
		۲۰- کارخانه دخانیات			۱۷- کارخانه صنایع شیمیایی
۲۰۰	۱۵۰	۱-۲۰- محل برش			۱-۱۷- جلو دستگاههای مخلوط کننده و خردکننده
۲۰۰	۱۵۰	۲-۲۰- خشک و تخمیر کردن	۳۰۰	۲۰۰	۲-۱۷- روی دستگاههای کنترل و سنجش (در سطح عمودی)
۳۰۰	۲۰۰	۳-۲۰- درجه‌بندی	۲۰۰	۱۵۰	۳-۱۷- روی میز کنترل
		۲۱- کارخانه صابون‌سازی			۴-۱۷- آزمایشگاهها:
۲۰۰	۱۵۰	۱-۲۱- روشنایی عمومی	۳۰۰	۲۰۰	۱-۴-۱۷- روشنایی عمومی
۳۰۰	۲۰۰	۲-۲۱- تابلوهای کنترل	۳۰۰	۲۰۰	۲-۴-۱۷- روشنایی محل کار
۳۰۰	۲۰۰	۳-۲۱- ماشینهای بسته‌بندی	۵۰۰	۳۰۰	

جدول ۲-۳ شدت روشنایی برحسب لوکس. (ادامه)

پیشنهادی	کمینه	مکان	پیشنهادی	کمینه	مکان
۱۵۰۰	۱۰۰۰	۲۴-۲-۳- باقطعات خیلی ظریف روی میز کار یا روی ماشین و ساختن ابزار و سنجش کالیبر و تراش قطعات دقیق	۱۵۰	۱۰۰	۲۲- کارگاههای مکانیکی
		۲۵- جوشکاری و لحیم کاری	۳۰۰	۱۵۰	۱-۲۲- کارهای خشن مانند شمارش و بازرسی سطحی اشیای موجود در محل:
		۲۵-۱- جوشکاری:			۱-۲۲-۱- روشنایی عمومی
۲۰۰	۱۵۰	۲۵-۱-۱- روشنایی عمومی			۲-۲۲-۱- روشنایی محل کار
۳۰۰	۲۰۰	۲۵-۱-۲- روشنایی محل کار	۵۰۰	۳۰۰	۲-۲۲-۲- کارهای متوسط، مانند بازرسی اشیاء با شاخص:
		۲۵-۲-۲-۱- لحیم کاری:			۱-۲۲-۲- روشنایی عمومی
۳۰۰	۲۰۰	۲۵-۱-۲- روشنایی عمومی	۱۰۰۰	۷۰۰	۲-۲۲-۲- روشنایی محل کار
۵۰۰	۳۰۰	۲۵-۲-۲- روشنایی محل کار			۳-۲۲- کارهای دقیق، مانند کار با وسایل مخبراتی، دستگاههای سنجش و وسایل دقیق
		۲۶- ریخته گری	۲۵۰۰	۱۵۰۰	۴-۲۲- کارهای خیلی دقیق مانند سنجش و بازرسی اجزا و وسایل ساخته شده
		۲۶-۱- ماهیچه سازی			۵-۲۲- کارهای بسیار دقیق (کار با چشم مسلح)
۳۰۰	۲۰۰	۲۶-۱-۱- روشنایی عمومی	۳۰۰۰	۱۵۰۰	۲۳- کارگاههای موتناژ
۵۰۰	۳۰۰	۲۶-۱-۲- روشنایی محل کار			۱-۲۳- محل قطعه های بزرگ
		۲۶-۲- قالب گیری:			۲-۲۳- محل قطعه های متوسط
		۲۶-۱-۲- قالب گیری معمولی با دست یا ماشین:	۲۰۰	۱۵۰	۳-۲۳- محل قطعه های کوچک
۲۰۰	۱۵۰	۲۶-۱-۱-۲- روشنایی عمومی	۳۰۰	۲۰۰	۴-۲۳- محل قطعه های خیلی کوچک
۳۰۰	۲۰۰	۲۶-۱-۲-۲- روشنایی محل کار	۱۰۰۰	۵۰۰	
		۲۶-۲-۲- قالب گیری ظریف با دست:	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۲۴- کارگاه ورقکاری
۳۰۰	۲۰۰	۲۶-۱-۲-۲- روشنایی عمومی			۱-۲۴- کار با ورقهای فلزی (روی میز کار)
۵۰۰	۳۰۰	۲۶-۲-۲-۲- روشنایی محل کار	۳۰۰	۲۰۰	۲-۲۴- کار با ماشینهای افزار (صنایع فلزی)
		۲۶-۳- ریختن مواد مذاب در قالبهای بزرگ			۱-۲-۲۴- روشنایی عمومی
۱۰۰	۵۰	۲۶-۴- ریختن مواد مذاب در قالب به وسیله تزریق:	۳۰۰	۲۰۰	۲-۲-۲۴- روشنایی محل کار:
		۲۶-۱-۴- روشنایی عمومی			۱-۲-۲-۲۴- با قطعات متوسط روی میز کار یا روی ماشین و تراش قطعات بزرگ
۲۰۰	۱۵۰	۲۶-۴-۲- روشنایی محل کار	۵۰۰	۳۰۰	۲-۲-۲-۲۴- با قطعات کوچک روی میز کار یا روی ماشین و تراش قطعات متوسط و کوچک و تنظیم ماشینهای خودکار
۳۰۰	۲۰۰	۲۶-۵- تمیز کردن قطعات ریخته شده			
۱۰۰	۵۰	۲۶-۶- بازرسی قطعات ریخته شده:			
۳۰۰	۲۰۰	۲۶-۱-۶- روشنایی عمومی	۷۰۰	۵۰۰	
۵۰۰	۳۰۰	۲۶-۲-۶- روشنایی محل کار			

جدول ۴-۳ شدت روشنایی بر حسب لوکس. (ادامه)

پیشنهادی	کمینه	مکان	پیشنهادی	کمینه	مکان
		۳۱- کارگاه صحافی			۲۷- کارخانه ذوب آهن
		۱-۳۱- صحافی معمولی:	۱۰۰	۵۰	۱-۲۷- محل تخلیه و انبار مواد اولیه
۲۰۰	۱۵۰	۱-۱-۳۱- روشنایی عمومی	۱۵۰	۱۰۰	۲-۲۷- محل کوره‌های بلند
۳۰۰	۲۰۰	۲-۱-۳۱- روشنایی محل کار	۱۰۰	۵۰	۳-۲۷- نورد قطعه‌های بزرگ
		۲-۳۱- برش:			۴-۲۷- نورد و پروفیل سازی:
۳۰۰	۲۰۰	۱-۲-۳۱- روشنایی عمومی	۳۰۰	۱۵۰	۱-۴-۲۷- روشنایی عمومی
۵۰۰	۳۰۰	۲-۲-۳۱- روشنایی محل کار	۳۰۰	۲۰۰	۲-۴-۲۷- روشنایی محل کار
		۳-۳۱- چاپ با فشار روی جلد:	۱۰۰	۵۰	۵-۲۷- حدیده سیمهای کلفت
۳۰۰	۲۰۰	۱-۳-۳۱- روشنایی عمومی			۶-۲۷- حدیده سیمهای نازک:
۵۰۰	۳۰۰	۲-۳-۳۱- روشنایی محل کار	۳۰۰	۲۰۰	۱-۶-۲۷- روشنایی عمومی
			۵۰۰	۳۰۰	۲-۶-۲۷- روشنایی محل کار
		۳۲- صنایع سفالی (سرامیک)			۷-۲۷- نورد ورقهای نازک:
۱۵۰	۱۰۰	۱-۳۲- تهیه و عمل آوردن گیل	۳۰۰	۲۰۰	۱-۷-۲۷- روشنایی عمومی
۲۰۰	۱۵۰	۲-۳۲- فرم دادن	۵۰۰	۳۰۰	۲-۷-۲۷- روشنایی محل کار
۱۵۰	۱۰۰	۳-۳۲- کوره			۸-۲۷- بازرسی ورقهای فلزی:
۷۰۰	۵۰۰	۴-۳۲- تزئین و لعاب کاری	۳۰۰	۲۰۰	۱-۸-۲۷- روشنایی عمومی
			۵۰۰	۳۰۰	۲-۸-۲۷- روشنایی محل کار
		۳۳- کارگاه دستکش سازی			
۵۰۰	۳۰۰	۱-۳۳- بافندگی			۲۸- کارگاه آهنگری:
۵۰۰	۳۰۰	۲-۳۳- برش و پرس	۱۵۰	۱۰۰	۱-۲۸- کارگاه آهنگری
۱۰۰۰	۷۰۰	۳-۳۳- دوزندگی (روشنایی محل کار)			
۷۰۰	۵۰۰	۴-۳۳- بازرسی			۲۹- کارخانه اتومبیل سازی
			۳۰۰	۲۰۰	۱-۲۹- مونتاژ قطعات
		۳۴- کارگاه کلاهدوزی	۱۰۰۰	۵۰۰	۲-۲۹- کارگاه نقاشی (روی بدنه ماشین)
۳۰۰	۲۰۰	۱-۳۴- رنگرزی، تمیزکاری، نمدمالی،	۳۰۰	۲۰۰	۳-۲۹- تودوزی
		فرم دادن	۵۰۰	۳۰۰	۴-۲۹- بازرسی نهایی
۷۰۰	۵۰۰	۲-۳۴- دوزندگی			
					۳۰- نیروگاهها
		۳۵- کارگاه قالی بافی			۱-۳۰- موتورخانه:
		۱-۳۵- محل انتخاب مواد اولیه	۲۰۰	۱۵۰	۱-۱-۳۰- روشنایی عمومی
		رنگ شده:	۳۰۰	۲۰۰	۲-۱-۳۰- روشنایی محل کار
۲۰۰	۱۵۰	۱-۱-۳۵- روشنایی عمومی			۲-۳۰- اتاق فرمان:
۳۰۰	۲۰۰	۲-۱-۳۵- روشنایی محل کار	۳۰۰	۲۰۰	۱-۲-۳۰- روشنایی عمومی
		۲-۳۵- کارگاه بافت:	۵۰۰	۳۰۰	۲-۲-۳۰- محل کار (روی تابلوها)
۳۰۰	۲۰۰	۱-۲-۳۵- روشنایی عمومی			

جدول ۴-۳ شدت روشنایی برحسب لوکس. (ادامه)

پیشنهادی	کمینه	مکان	پیشنهادی	کمینه	مکان
			۵۰۰	۳۰۰	۲-۲-۳۵- روشنایی محل کار
			۳۰۰	۲۰۰	۳-۳۵- محل پرداخت
					۳۶- کارگاه دباغی
			۱۵۰	۱۰۰	۱-۳۶- حوضچه‌ها
			۲۰۰	۱۵۰	۲-۳۶- تمیز کردن و رنگ کردن
			۳۰۰	۲۰۰	۳-۳۶- پرداخت و برش و غلطک‌زنی
					۳۷- کارگاه سراجی
			۵۰۰	۳۰۰	۱-۳۷- برش، پرداخت و فرم دادن
			۱۰۰۰	۵۰۰	۲-۳۷- دوخت
					۳۸- کارخانه کفاشی
			۷۰۰	۵۰۰	۱-۳۸- بازرسی و انتخاب مواد اولیه
			۷۰۰	۵۰۰	۲-۳۸- روی میز کار
			۵۰۰	۳۰۰	۳-۳۸- روی ماشینها
					۳۹- کارخانه کاغذسازی
			۳۰۰	۲۰۰	۱-۳۹- مخلوط و خمیر کردن مواد
			۳۰۰	۱۵۰	۲-۳۹- برش و تکمیل
					۴۰- کارگاه نجاری
			۳۰۰	۲۰۰	۱-۴۰- ماشینهای اره
			۳۰۰	۲۰۰	۲-۴۰- روی میز کار
			۵۰۰	۳۰۰	۳-۴۰- روی سایر ماشینها



جدول ۴-۴ شدت روشنایی لازم برای قسمتهای مختلف بیمارستان برحسب لوکس برابر استاندارد DIN 5035-1988

شدت نور لوکس	شرح محل و نوع روشنایی	شدت نور لوکس	شرح محل و نوع روشنایی
	۶- اتاق عمل		۱- اتاقهای خواب بیماران
۱۰۰۰	روشنایی عمومی	۱۰۰	روشنایی عمومی
تا ۲۰۰۰۰۰)	روشنایی موضعی	۲۰۰	روشنایی مطالعه
(۱۰۰۰۰۰۰		۳۰۰	روشنایی معاینه
	۷- اتاقهای فرعی بخش عمل		۲- بخش نوزادان
	روشنایی عمومی رختکن	۲۰۰	روشنایی عمومی
	اتاقهای شست و شوی	۲۰	روشنایی مراقبت شب
	آماده سازی قبل از عمل		۳- اتاقهای معاینه و درمان عمومی
۵۰۰	نگهداری بعد از عمل	۵۰۰	روشنایی عمومی
	نگهداری وسایل جراحی	۱۰۰۰	روشنایی موضعی معاینه
	نگهداری لوازم استریل		۴- اتاقهای معاینه و درمان ویژه
	محل استریل کردن		۱-۴- معاینات اندوسکوپی
۵۰۰	ریکاوری	۵۰۰	آماده سازی
قابل تبدیل به ۱۰۰		۵۰	ارولوژی رکتوسکوپی گائیکالوژی
	۸- اتاقهای درمان، حمامهای طبی، فیزیوتراپی، ماساژ		۲-۴- معاینات چشم
۳۰۰	روشنایی عمومی	۵۰۰	روشنایی عمومی
	۹- اتاقهای دیالیز		انکسارسنجی
۱۰۰	روشنایی عمومی اتاق	۵۰	عکسبرداری شبکیه
	روشنایی عمومی محل		معاینه درونی
۵۰۰	مریض خوابها		انحرافسنجی
	۱۰- آزمایشگاه و داروخانه	۵	دیدسنجی
۵۰۰	روشنایی عمومی		انطباقسنجی
۱۰۰۰	کنترل رنگ		۳-۴- معاینات رادیوگرافی
	۱۱- راهروها و راه پله ها	۵۰۰	روشنایی عمومی
۲۰۰	در محل مریض خوابها- روز	۲۰	کاربا مانیتور
۵۰	شب		۴-۴- دندانپزشکی
۳۰۰	در بخش عمل روز	۵۰۰	نور عمومی
۱۰۰	شب	۸۰۰۰	نور موضعی
	۱۲- توالتها و قسمتهای کثیف		۵-۴- معاینات پوستی
۲۰۰	توالتها	۵۰۰	نور عمومی
۳۰۰	قسمتهای کثیف		۵- مراقبتهای شدید
	۱۳- اتاق کار پزشکان و پرستاران	۱۰۰	نور عمومی
۳۰۰	روشنایی عمومی	۳۰۰	نور عمومی روی تختها
	روشنایی کارهای چشمی	۱۰۰۰	نور موضعی روی تختها
۵۰۰	سخت	۲۰	روشنایی مراقبت شب

جدول ۴-۵ برگ محاسبه روشنایی

۱- مشخصات طرح			
نام طرح	شماره	محل پروژه	
بخش	طبقه	شماره نقشه	
۲- مشخصات اتاق			
طول (L) متر	عرض (W) متر	ارتفاع (H) متر	مساحت اتاق (A)
انعکاس سقف (درصد)		انعکاس دیوارها (درصد)	
۳- مشخصات چراغ			
ضریب بهره (CU)	ضریب نگهداری (MF)	شدت نور (E)	
۴- فرمولهای محاسباتی			
شاخص فضا <sup>۱</sup> (K)		(۱) $K = \frac{L \times W}{H(L+W)}$	
میزان نور لازم (لومن)		(۲) $\phi = \frac{A \times E}{CU \times MF}$	
(شکل ۴-۲)		(۳) $(X)CR = \frac{5h_{(XY)}(L+W)}{L \times W}$	
ضریب کاواک <sup>۲</sup> [(X)CR] و فواصل کاواک [h <sub>(XY)</sub> ]:			
ضریب سقفی (CCR)	ضریب میانی (RCR)	ضریب کفی (FCR)	
فاصله چراغ تا سقف: h <sub>CC</sub>	فاصله چراغ تا سطح کار: h <sub>RC</sub>	فاصله سطح کار از کف: h <sub>FC</sub>	
تعداد لامپها و میزان مصرف (وات):			
تعداد و نوع چراغ:			



## ۵-۴ مشخصات چراغهای روشنایی و موارد کاربرد آن:

- ۱-۵-۴ تعداد انواع مختلف چراغها و لامپها باید در حداقل ممکن بوده و در انتخاب آن باید عوامل هزینه اولیه، هزینه تعمیر و نگهداری و تعویض، خیرگی لامپ، صدا، پارازیت رادیویی و بالاخره معماری محل در نظر گرفته شود. جدول ۴-۶ بهره نوری، رنگ، طول عمر، اثر تغییرات ولتاژ و تجهیزات لامپهای مختلف را با یکدیگر مقایسه می نماید.
- ۲-۵-۴ چراغهای حاوی لامپهای رشته ای باید دارای سریج لامپ ماریچی باشد. لامپهای فیلامان تنگستن باید از بهترین نوع بوده و برابر استاندارد بین المللی IEC ساخته شده باشد.
- ۳-۵-۴ چراغهای فلورسنت باید دارای سریجهای میخی (دوشاخه ای) بوده و شامل چوکهای رفع کننده تداخل رادیویی، خازنهای تصحیح ضریب قدرت، لامپ و در صورت لزوم کلیدهای راه انداز (استارتر) باشد. در هنگام انتخاب انواع لامپهای فلورسنت باید در مورد احتمال تولید اعوجاج رنگ نامطلوب توسط این لامپها دقت و توجه کافی به عمل آید. رفلکتورها و حبابها باید طوری طراحی و ساخته شده باشد که تعویض و تمیز کردن لامپها به سهولت انجام پذیرد.
- ۴-۵-۴ سریجهای باید مناسب نوع لامپ مصرفی و از نوع چینی یا برنجی باشد. استفاده از سریجهای پلاستیکی در هیچ مورد مجاز نخواهد بود. سریجهای باید طوری باشد که اتصال الکتریکی فقط موقعی که لامپ کاملاً بسته شده است انجام پذیرد.
- ۵-۵-۴ در مورد چراغهای رشته ای، بغیر از مواردی که لامپ دیده می شود لامپ با شیشه بی رنگ باید در کلیه چراغها مصرف شود.
- ۶-۵-۴ خازن تصحیح ضریب قدرت باید در کلیه چراغها بجز چراغهای رشته ای پیش بینی و نصب شود.
- ۷-۵-۴ کلیه چراغها بایستی به طور کامل با حباب، سریج، لامپ و وسایل نصب از قبیل پیچ و مهره، رول پلاک، لوله آویز، روزت و سایر وسایل مربوطه تهیه و نصب شود.
- ۸-۵-۴ چراغها باید به نحوی طراحی و ساخته شده باشد که هنگام استفاده طبیعی از آن کیفیت کارشان قابل اطمینان بوده و هیچ گونه خطری برای مصرف کننده یا محیط اطراف ایجاد نکند.
- ۹-۵-۴ چراغها باید به نحوی طراحی و ساخته شده باشد که نگهداری عمومی آن از جمله تمیز کردن، تعویض نمودن لامپها و راه اندازها بدون ایجاد صدمه ای به چراغ یا خطری برای کننده کار امکان پذیر باشد.
- ۱۰-۵-۴ اتصالات پیچ شده و سایر اتصالات ثابت بین قسمتهای مختلف چراغ باید طوری باشد که در اثر نوسانات و یا سایر نیروهایی که در هنگام کار معمولی چراغ به آن ممکن است وارد آید تغییر نکند.
- ۱۱-۵-۴ ساختمان چراغ باید به نحوی باشد که از افتادن لامپها در اثر نوسانات و یا سایر شرایط کار مربوطه جلوگیری کند.
- ۱۲-۵-۴ سطوح کلیه قسمتهای فلزی چراغ باید بر حسب طبقه بندی آن و شرایط کار مربوطه در مقابل زنگ زدگی مقاوم باشد.
- ۱۳-۵-۴ لبه های صفحات فلزی و سایر مواد باید به نحوی هموار و صاف باشد که نتواند عایق هادیهای مربوطه را زخمی نماید.
- ۱۴-۵-۴ قسمتهای شیشه ای چراغها باید طوری طراحی و ساخته شده باشد که قادر به مقاومت در برابر شوک حرارتی حاصل از کاربرد مربوطه باشد.

۴-۵-۱۵ چراغها هنگام روشن بودن، نباید دارای صدای قابل شنیدن حاصل از انبساط حرارتی باشد و چوک آن نیز نباید باعث تشدید صدا شود.

۴-۵-۱۶ کلیه چراغها بخصوص چراغهای رشته‌ای باید به نحوی طراحی و ساخته شده باشد که حرارت حاصل از لامپها را به سهولت دفع کرده و حرارت مذکور نباید سبب ایجاد هرگونه خطری برای کاربرد معمولی و حتی غیرعادی چراغها شود.

## ۶-۴ اصول و روشهای نصب چراغهای روشنایی

۴-۶-۱ جزئیات ساختمانی نصب چراغها باید دقیقاً مطابق آنچه در نقشه‌ها نشان داده شده است باشد.

۴-۶-۲ محل دقیق نصب چراغها باید با توجه به محدودیتهایی که از نظر اسکلت‌بندی ساختمان و سایر موانع از قبیل شبکه‌های هوا، بلندگو و غیره وجود دارد تعیین شود.

۴-۶-۳ محل قرار گرفتن کلیه چراغها باید دقیقاً در محل نصب تعیین شود به نحوی که امتداد چراغها مخصوصاً در راهروها کاملاً یکسان باشد.

۴-۶-۴ کلیه چراغهای سقفی و آویز بایستی در مرکز سقفها به نستهای مساوی از دیوار نصب شده و حالت تقارن از یکدیگر را حفظ کند. کلیه سیمها و حلقه‌ها باید کاملاً در داخل چراغ قرار گیرد.

۴-۶-۵ چراغها باید طوری نصب شود که بهترین بازده نوری را داشته باشد. در صورتی که با تغییراتی در نصب بتوان بخش نور را به نحو بهتر و یکسان انجام داد پیمانکار می‌تواند با موافقت مهندس مشاور اقدام به تغییر محل چراغها کند.

۴-۶-۶ کلیه چراغها باید قبل از نصب به طور کامل سیمکشی شده باشد. سیم مصرفی باید از بهترین نوع بوده و در برابر حرارت حاصل از کاربرد چراغ مقاومت کافی را دارا باشد. ضمناً در محل ورود سیمهای اصلی به داخل چراغ لازم است سیمهای مزبور به وسیله غلاف نسوز محافظت شود.

۴-۶-۷ چراغهای سقفی باید به سقف اصلی ساختمان نصب شود و در صورت وجود سقف کاذب چراغها باید به سقف اصلی آویزان شود، قاب چراغ نیز نبایستی به سقف کاذب محکم شود. اتصال چراغها به سقف اصلی به وسیله رول‌پلاگ و پیچ خواهد بود.

۴-۶-۸ اتصال به چراغهای توکار، در بالای سقف کاذب توسط کابل نرم سه رشته‌ای که یک سر آن به روزت وصل شده باشد انجام می‌گیرد و در مورد چراغهای رشته‌ای کابل نرم باید از نوع ضد حرارت باشد.

۴-۶-۹ سیم چراغهای فلورسنت که مستقیماً روی جعبه نصب می‌شود باید مستقیماً به اتصالی داخل جعبه تقسیم برای اتصال برده شود.

۴-۶-۱۰ در هنگام استفاده از سریجهای نوع پیچی باید دقت کافی به عمل آید تا هادی فاز به قسمت پیچی سریج اتصال نیابد.

۴-۶-۱۱ در صورت استفاده از خازنهای تصحیح ضریب قدرت در مدارهای لامپ تخلیه‌گازی، هر قسمت از مدار نهایی که به وسیله یک کلید جداگانه و مستقل کنترل می‌شود باید دارای خازن تصحیح ضریب قدرت جداگانه باشد. هر خازنی که در مدار لامپ تخلیه‌گازی به کار می‌رود (به استثنای خازنهای حذف تداخل رادیویی) باید به وسیله‌ای مانند مقاومت نشستی فوراً به محض قطع منبع جریان به صورت اتوماتیک دشارژ شود.

۱۲-۶-۴ چراغهای بشقابی لعابی با حباب مات استوانه‌ای که به‌عنوان چراغهای خیابانی بر روی تیرهای چوبی، پایه‌های بتونی و تیرهای فلزی نصب می‌شود باید به‌وسیلهٔ براکت فولادی، بست پیچی شکافدار، بست نگهدارنده سیم، و کلمپ اتصال به شبکه بر طبق مشخصات و استانداردهای وزارت نیرو ساخته شده و نصب شود.

۱۳-۶-۴ چراغهای لاک‌پستی با حباب و لامپ مربوطه که به‌عنوان چراغهای خیابانی بر روی پایه‌های بتونی یا دیوار ساختمانها نصب می‌شود باید وسیلهٔ براکت فولادی شلاقی، بست پیچی شکافدار، بست نگاهدار کابل، سیم مسی، کلید کنترل روشنایی، لولهٔ فولادی گالوانیزه، و تسمهٔ فولادی گالوانیزه بر طبق مشخصات و استانداردهای وزارت نیرو ساخته شده و نصب شود.

۷-۴ نشانه‌های ترسیمی تأسیسات روشنایی برابر استاندارد 11 و IEC617-8 در جدول ۴-۷ ارائه شده است.

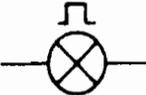


جدول ۴-۶ مقایسه انواع لامپهای روشنایی

ردیف	نوع لامپ	حداکثر بهره نوری lm/W	رنگ	طول عمر (ساعت)	اثر تغییرات ولتاژ لامپ	تجهیزات	خیرگی
۱	رشته‌ای	۲۰	مایل به قرمز	۱۰۰۰	زیاد	کم	زیاد
۲	فلورسنت	۷۰	انواع سفید و رنگهای دلخواه	۱۰۰۰۰	نسبتاً کم	نسبتاً زیاد	زیاد
۳	جیوه‌ای با فشار زیاد	۶۰	سفید مایل به آبی	۵۰۰۰	کم	معمولی	بسیار زیاد
۴	جیوه‌ای با فشار کم	۴۵	سفید مایل به آبی	۵۰۰۰	کم	معمولی	بسیار زیاد
۵	جیوه‌ای دو بل	۳۰	سفید مایل به قرمز	۲۰۰۰	متوسط	معمولی	زیاد
۶	سدیم با فشار کم	۸۵	قرمز مایل به زرد	۴۰۰۰	کم	زیاد	بسیار زیاد
۷	سدیم با فشار زیاد	۱۰۰	قرمز مایل به زرد	۶۰۰۰	کم	زیاد	بسیار زیاد
۸	متال هالاید	۷۰	سفید کمی مایل به قرمز	۴۰۰۰	کم	معمولی	زیاد
۹	نئون	۱۰	انواع رنگها	۱۰۰۰۰	نسبتاً کم	بسیار زیاد	کم
۱۰	هالوژن	۲۵	قرمز مایل به زرد	۱۰۰۰	زیاد	معمولی	زیاد

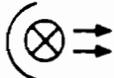


جدول ۲-۷ نشانه‌های ترسیمی برای تأسیسات روشنایی برابر استاندارد IEC 617-8,11

نشانه	شرح
	محل اتصال لامپ یا چراغ با سیمکشی مربوط
	محل اتصال لامپ یا چراغ دیواری با امتداد سیمکشی به طرف چپ
	<p>لامپ و چراغ، نشانه عمومی لامپ و چراغ نشانگر، نشانه عمومی یادآوری:</p> <p>۱- در صورتی که تعیین رنگ نور مورد نظر باشد، در کنار نشانه از حروف مشخص‌کننده زیر استفاده شود:</p> <p>RD= قرمز YE= زرد GN= سبز BU= آبی WH= سفید</p> <p>۲- در صورتی که تعیین نوع لامپ مورد نظر باشد، در کنار نشانه از حروف مشخص‌کننده زیر استفاده شود:</p> <p>Ne= نئون Xe= زنون Na= بخار سدیم Hg= بخار جیوه I= ید IN= رشته‌ای EL= الکترو لومینسنت ARC= قوس الکتریکی FL= فلورسنت IR= مادون قرمز UV= ماورای بنفش LED= دیود نورافشان</p>
	چراغ نشانگر چشمک‌زن



جدول ۲-۷ نشانه‌های ترسیمی برای تأسیسات روشنایی برابر استاندارد IEC 617-8,11 (ادامه).

نشانه	شرح
	لامپ یا چراغ فلورسنت، نشانه عمومی مثالها: چراغ، مجهز به سه لامپ فلورسنت چراغ، مجهز به پنج لامپ فلورسنت
	نورافکن، نشانه عمومی
	نورافکن همگرا (اسپات)
	نورافکن واگرا (فلاد)
	تجهیزات کمکی برای لامپهای تخلیه‌ای یادآوری: این نشانه فقط در مواردی به کار رود که تجهیزات کمکی به صورت جداگانه نصب شود.
	چراغ اضطراری بر روی مدار ویژه
	چراغ اضطراری باتری سرخود



## فصل ۵

### تابلوهای فشار ضعیف

۱-۵ کلیات

۱-۱-۵ تعاریف

۱-۱-۱-۵ تابلو فشار ضعیف: ترکیبی است از یک یا چند وسیله کلیدی (قطع و وصل) فشار ضعیف همراه با تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری، حفاظت، و تنظیم که کلیه اتصالات برقی و مکانیکی داخلی و قسمتهای بدنه آن به‌طور کامل سوار شده باشد.

۲-۱-۱-۵ اسکلت نگهدار: آن قسمت از ساختمان تابلو که به‌منظور نگهداری قسمتهای مختلف دیگر و پوشش آن در صورتی که وجود داشته باشد طرح شود.

۳-۱-۱-۵ پوشش: جزئی از تابلو که به‌منظور جلوگیری از نزدیک شدن اتفاقی افراد به قسمتهای برقدار یا متحرک نصب شده و تجهیزات داخلی آن را در برابر عوامل خارجی محافظت نماید.

۴-۱-۱-۵ زیرسازی:

الف - چربی‌گیری: زدودن روغن، چربی، گریس و غبار موجود که باعث ممانعت نفوذ آب روی سطح قطعه می‌گردد به‌طریق مقتضی مانند شست‌وشوی به‌صورت گرم با محلولهای قلیایی نظیر هیدروکسید سدیم و کربنات سدیم و مانند آن.

ب - زنگ‌زدایی: زدودن زنگ از سطح فلز یا قطعه که ممکن است با روشهای مختلف مکانیکی، شن‌پاشی تحت فشار آب یا هوا و یا شیمیایی باشد.

پ - فسفات‌کاری: سطح فلز چربی‌گیری و زنگ‌زدایی شده، با محلول نمکهای اسید فسفریک و اسید نیتریک تحت شرایط ویژه، شروع به ایجاد کریستال، در کلیه سطوح فلز می‌کند که این کریستالهای ناهموار، زمینه خوبی برای پذیرش رنگ به‌وجود آورده و چسبندگی رنگ را به‌حد مطلوب می‌رساند.

۵-۱-۱-۵ لوازم داخل تابلو:

الف - کلید خودکار (اتوماتیک): وسیله مکانیکی قطع و وصل خودکار جریان است که قادر است در شرایط عادی، جریانها را وصل یا قطع کند یا از خود عبور دهد. این نوع کلید مجهز به وسایلی

- است که جریانهای غیرعادی (اضافه بار، اتصال کوتاه) را به طور خودکار قطع می‌کند.
- ب - کلید فیوز: کلیدی است که در آن فشنگ فیوز عمل کنتاکتهای متحرک کلید را نیز انجام می‌دهد. کلید فیوز ممکن است از نوع مجزاکننده، قطع بار و یا از نوع مجزاکننده و قطع بار باشد.
- پ - فیوز: به وسیله‌ای گفته می‌شود که در اثر ذوب یک یا چند عنصر تشکیل دهنده آن که به نحوی ویژه و متناسب طراحی می‌شود مداری را که در آن قرار دارد با قطع جریان در صورتی که جریان از مقدار معینی به مدتی کافی تجاوز نمود، باز نماید. فیوز شامل کلیه اجزایی است که یک وسیله کامل را تشکیل می‌دهد.
- ت - کنتاکتور مکانیکی: وسیله قطع و وصل مکانیکی است که تنها یک وضع سکون دارد و به طریق غیردستی عمل می‌کند و قادر به وصل کردن، عبور دادن و قطع جریان در شرایط عادی مدار از جمله شرایط اضافه بار بهره‌برداری می‌باشد.
- کنتاکتور ممکن است قادر به قطع و وصل جریان اتصال کوتاه هم باشد. کنتاکتورها برحسب روش فرمان (به‌الکترومغناطیسی، بادی، الکتریکی - بادی)، محیط قطع کنتاکتها (قطع در هوا، قطع در روغن)، و درجه حفاظت تأمین شده توسط محفظه طبقه‌بندی می‌شود.

## ۲-۱-۵ طبقه‌بندی

تابلوهای فشار ضعیف مورد استفاده در تأسیسات برق ساختمانها را می‌توان با توجه به محل و موقعیت استقرار نسبت به منبع تغذیه و نقشی که در سیستم کنترل و توزیع برق ایفا می‌کند به ترتیب زیر طبقه‌بندی کرد:

### ۱-۲-۱-۵ تابلو اصلی:

این عنوان به تابلویی اطلاق می‌شود که عموماً در پست برق نصب می‌شود و به طرف فشار ضعیف ترانسفورماتور متصل است و برق مجموعه را توزیع و کنترل می‌کند.

### ۲-۲-۱-۵ تابلو نیم اصلی:

این‌گونه تابلوها برق بلوک ساختمانی یا قسمت مستقلی از مجموعه را توزیع و کنترل می‌کند. تابلوهای نامبرده از تابلوی اصلی تغذیه می‌شود.

۳-۲-۱-۵ تابلو فرعی تأسیسات و تجهیزات عبارت از تابلویی است که برای توزیع و کنترل سیستم برقی خاص مانند موتورخانه، آشپزخانه، رختشویخانه و غیره به کار می‌رود. این‌گونه تابلوها از تابلو نیم اصلی تغذیه می‌شود.

۴-۲-۱-۵ تابلو فرعی روشنایی عبارت از تابلویی است که برق روشنایی و پریزهای عمومی مربوط به هر قسمت را توزیع و کنترل می‌کند. این نوع تابلو نیز از تابلو نیم اصلی تغذیه می‌شود.

۵-۲-۱-۵ نقشه‌های شماتیک سیستم توزیع نیروی برق به وسیله تابلوهای اصلی، نیم اصلی، فرعی، و غیره برای توزیع در سطح در شکل ۵-۱، و برای توزیع در ارتفاع در شکل‌های ۵-۲ (الف) و ۵-۲ (ب) نشان داده شده است.

## ۲-۵ انواع و موارد کاربرد

عمده‌ترین انواع تابلوهای مورد مصرف در تأسیسات برق ساختمانها و موارد کاربرد آن به شرح زیر است:

### ۱-۲-۵ تابلو تمام بسته: (برای نصب در فضاهای سرپوشیده)

این نوع تابلو عبارت است از مجموعه سوار شده در کارخانه که تمام جوانب آن - جز سطح نصب که ممکن است باز باشد - به نحوی بسته باشد که حداقل، درجه حفاظت IP ۲۰ تأمین شود این گونه تابلو را تابلو تمام بسته ایمنی نیز می‌نامند. تابلوهای تمام بسته ایمنی به اشکال مختلف ساخته می‌شود که برحسب نوع کاربرد متفاوت و عمده‌ترین انواع آن به شرح زیر است:

#### ۱-۱-۲-۵ تابلوهای تمام بسته ایستاده:

منظور تابلویی است که بتواند به طور مستقل و بدون اتکا به دیوار در روی کف ساختمان استقرار پیدا کند. این گونه تابلوها معمولاً برای تابلوهای اصلی و نیم اصلی و تأسیسات و تجهیزات به کار می‌رود. انواع تابلوهای ایستاده به اشکال زیر ساخته می‌شود:

الف - تابلو ایستاده قابل دسترسی از جلو عبارت است از تابلویی که دسترسی برای فرمان، تعویض فیوز و لوازم، اتصال سرکابل و سیم، و غیره کلاً از طرف جلو تابلو امکان پذیر باشد و شامل یک یا چند سلول می‌باشد (شکل‌های ۵-۵ و ۵-۶).

ب - تابلو ایستاده قابل دسترسی از پشت عبارت است از تابلویی که وسایل اندازه گیری در جلو تابلو قرار گرفته و فرمانها نیز از سمت جلو تابلو انجام می‌شود ولی دسترسی برای تعویض وسایل، اتصال کابلها و سیمها و مانند آن، از پشت تابلو امکان پذیر است و شامل یک یا چند سلول می‌باشد (شکل ۵-۷).

پ - تابلو ایستاده چندخانه‌ای عبارت است از تابلویی که هر سلول آن دارای شینه کشی عمودی و قابل خانه بندی متغیر برای نصب کلیدهای مختلف، فیوزها و وسایل اندازه گیری برای فرمان ماشین آلات و غیره بوده و مجهز به شینه اصلی افقی برای توسعه به چند سلول نیز می‌باشد (شکل ۵-۸).

ت - تابلو ایستاده چند جعبه‌ای عبارت است از تابلویی که اجزای آن (شینه، فیوز، کلید، و غیره) در قطعات مساوی با جعبه‌های چدنی یا فولادی ساخته شده و با اتصال جعبه‌ها به یکدیگر تشکیل تابلو می‌دهد (شکل ۵-۹).

#### ۲-۱-۲-۵ تابلو تمام بسته دیواری:

این نوع تابلو که به صورت یک جعبه قابل نصب در روی کار و یا در توی کار در ابعاد مختلف ساخته می‌شود و فقط از قسمت جلو آن قابل دسترسی است شامل شینه، کلید، و وسایل حفاظت در برابر اضافه بار می‌باشد و برای کنترل مدارهای فرعی روشنایی و نیرو به کار می‌رود. (شکل ۵-۱۱).

#### ۲-۲-۵ تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز:

تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز عبارت است از تابلوی تمام بسته با سقف شیب دار

و مقاوم در برابر نفوذ رطوبت، آب و گردوغبار، که معمولاً بر روی پایه‌های بتونی نصب می‌شود و برای تغذیه منازل، فرمان و کنترل روشنایی محوطه، آب‌نماها و غیره به کار می‌رود. (شکل ۵-۱۸).

## استاندارد ساخت:

۳-۵

تابلوهای فرمان و کنترل فشار ضعیف سوار شده در کارخانه که ولتاژ اسمی آن در جریان متناوب از ۱۰۰۰ ولت و فرکانس آن از ۱۰۰۰ هرتز، و در جریان مستقیم ولتاژ اسمی آن از ۱۲۰۰ ولت تجاوز نمی‌کند باید مطابق با مشخصات مندرج در جدیدترین اصلاحیه‌های استاندارد شماره ۱۹۲۸ و ۱۹۲۹ ایران یا نشریه شماره ۴۳۹ کمیته بین‌المللی الکتروتکنیک ساخته شده باشد و از نظر درجه حفاظت در برابر تماس با قسمت‌های برقدار، ورود اجسام صلب خارجی و مایعات طبق جدیدترین اصلاحیه استاندارد شماره ۲۹۶ ایران زیر عنوان «درجات حفاظت پوشش‌های تابلوهای فرمان و کنترل فشار ضعیف» با علامت ... IP مشخص شود.

لوازم داخل تابلو باید برابر استانداردهای زیر یا یکی از استانداردهای بین‌المللی معتبر مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد:

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

– کلیدهای فشار ضعیف برابر استاندارد IEC 947

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

– کنتاکتورهای فشار ضعیف که کنتاکت‌های قدرت آن برای اتصال به مدارهایی در نظر گرفته شده است که ولتاژ اسمی آن از ۱۰۰۰ ولت متناوب و ۱۲۰۰ ولت مستقیم، تجاوز نمی‌کند باید برابر استانداردهای ۳۱۷۹ و ۳۱۸۰ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و یا IEC 158-1 و IEC 158-1c ساخته شده باشد. 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<sup>۱</sup> در استاندارد و IEC 157-1 نیز مطابقت داشته باشد.

– روش‌های علامتگذاری و شناسایی ترمینال‌های کنتاکتورهای فشار ضعیف و رله‌های اضافه‌بار همراه آن باید برابر استاندارد شماره ۳۱۸۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شود.

– فیوزهای ولتاژ ضعیف برابر استانداردهای ۳ و ۲ و ۱ - ۳۱۰۹ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و یا 3A، 3، 2A و IEC 269-2.

– ترانسفورماتورهای جریان برابر استاندارد IEC 185

سایر انواع تابلوها و وسایل داخل آن مانند وسایل اعلام خطر، ترمینالها و غیره باید در صورت فقدان استاندارد ایرانی برابر مشخصات فنی یکی از استانداردهای معتبر و شناخته شده بین‌المللی که مورد قبول دستگاه نظارت نیز باشد مانند کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.



## ۲-۵ مشخصات فنی ساخت و روش نصب:

### ۱-۲-۵ تابلوهای اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف - نوع ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت

۱-۱-۲-۵ این نوع تابلوها باید از نوع ایستاده و ... اسکلت نگهدار از آهن به فرم نبشی، ناودانی و سپری ساخته شده و به وسیله پیچ و مهره به یکدیگر متصل شود به گونه‌ای که در برابر تنشهای مکانیکی وارده در شرایط عادی بهره‌برداری مقاوم باشد.

پوشش تابلو باید از ورقهای فلزی با ضخامت حداقل ۲ میلیمتر بوده و به وسیله پیچ و مهره به اسکلت نگهدار محکم شود. ساختمان بدنه این نوع تابلوها باید به گونه‌ای باشد که تابلو به سهولت از طرفین قابل توسعه باشد و به همین جهت پوششهای جانبی تابلو باید به وسیله پیچ و مهره‌های کروم به اسکلت اصلی متصل شود.

۲-۱-۲-۵ در تابلوهای قابل دسترسی از جلو باید با بازکردن درب محافظ جلو تابلو، یا برداشتن صفحه محافظ جلو آن، دسترسی به کلید لوازم و تجهیزات داخلی تابلو، بدون تداخل با کار قسمت‌های مختلف امکان‌پذیر باشد، ولی در تابلوهای قابل دسترسی از پشت این امکان باید با بازکردن درب پشت تابلو حاصل شود.

۳-۱-۲-۵ به منظور ایجاد حفاظت در برابر زنگ‌زدگی و فساد تدریجی، تمامی سطوح تابلو باید مطابق روش زیرین زیرسازی و رنگ آمیزی شود:

الف - زیرسازی شامل چربی‌گیری، زنگ‌زدایی، فسفات‌کاری و یک لایه رنگ آستری.

ب - رنگ آمیزی شامل حداقل دو لایه پوشش رنگ برای شرایط آب و هوایی خشک و سه لایه پوشش رنگ برای شرایط آب و هوایی مرطوب.

۴-۱-۲-۵ ظرفیت الکتریکی شینه فازها نباید از صد و پنجاه درصد شدت جریان اسمی کلید اصلی تغذیه‌کننده تابلو کمتر باشد. سطح مقطع شمشهای مسی تخت باید براساس جدول ۵-۳، و سطح مقطع شمشهای آلومینیومی تخت برابر با جدول ۵-۴ انتخاب شود. در مواردی که از شینه‌های مسی و یا آلومینیومی با مقاطع گرد (لوله‌ای) یا ناودانی استفاده می‌شود باید از جداول مندرج در نشریه وزارت نیرو - امور برق، استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع، جلد اول استفاده شود. سطح مقطع شینه‌های خنثی و اتصال زمین نباید از نصف سطح مقطع شینه فاز کمتر باشد. شینه‌های خنثی و اتصال زمین باید برای سرتاسر طول تابلو پیش‌بینی شود. شینه‌های فازها و خنثی باید روی مقره‌های اتکایی چینی یا صمغ مصنوعی نصب شود و شینه اتصال زمین باید روی مقره نصب شده و سپس به بدنه تابلو متصل گردد. نقطه اتصال شینه‌ها به یکدیگر و کلیدها به شینه‌ها باید قبل از اتصال کاملاً تمیز شده و در صورت امکان با یک لایه نقره‌ای پوشیده و سپس به وسیله پیچ و مهره و واشرهای مسی یا برنز محکم شود تا حداکثر هدایت الکتریکی به وجود آمده و از گرم شدن جلوگیری شود. حداقل فاصله بین شینه‌ها باید از ۱۰ سانتیمتر کمتر نباشد. اتصال کابلها به شینه‌ها، کلیدها، فیوزها و غیره باید به وسیله کابلشو انجام گیرد. شینه‌ها باید با رنگ نسوز به ترتیب زیر رنگ آمیزی شود:

فاز اول، به رنگ قرمز

فاز دوم، به رنگ زرد

فاز سوم، به رنگ آبی

شینه‌های اتصال زمین و خنثی به رنگ سبز و زرد

طریقه استقرار شینه‌های فاز اول، دوم و سوم در سطوح مختلف به قرار زیر خواهد بود:

الف - برای شینه کشیهای افقی واقع در سطح افقی تابلو:

شینه سمت جلو تابلو به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد، و شینه‌ای که به طرف پشت تابلو

قرار می‌گیرد به رنگ آبی خواهد بود.

ب - برای شینه کشیهای افقی واقع در سطح عمودی تابلو:

شینه بالا به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد، و شینه پایین به رنگ آبی خواهد بود.

پ - برای شینه کشیهای عمودی واقع در سطح عمودی تابلو (جهت نگاه از جلو تابلو):

شینه سمت چپ به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد، و شینه سمت راست به رنگ آبی خواهد

بود.

ت - برای شینه کشیهای عمودی واقع در سمت عمودی تابلو (جهت نگاه از جنب تابلو):

شینه سمت جلو تابلو به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد و شینه‌ای که به طرف پشت تابلو قرار

می‌گیرد به رنگ آبی خواهد بود.

۵-۱-۴-۵ دربهای تابلو باید با لولای گالوانیزه یا استیل بوده و دارای قفل باشد و قفلها باید شبیه به هم انتخاب شده

باشد و یک کلید برای هر قفل موجود باشد و هر درب علاوه بر قفل دارای چفت نیز باشد.

۶-۱-۴-۵ در مواردی که تابلو برای استفاده در محیطهایی با رطوبت و تغییر دمای زیاد در نظر گرفته شده باشد،

باید اقدامات مناسبی با استفاده از تأمین عبور هوا از داخل تابلو یا گرمکن برای جلوگیری از تعرق

زیان‌آور در داخل تابلو به عمل آید.

۷-۱-۴-۵ لوازم داخل تابلو از قبیل کلید، کنتاکتور، وسایل اندازه‌گیری، فیوز، رله، واحد اعلام خطر، و غیره باید به

نحوی نصب شود که از نظر تعمیر و نگهداری و یا تعویض، هر یک از آن به سهولت در دسترس باشد.

۸-۱-۴-۵ 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.

۹-۱-۴-۵ فواصل دستگاههایی که قسمتی از تابلو را تشکیل می‌دهد باید با فواصل داده شده در مشخصات مربوط

به آن مطابقت داشته باشد. برای هادیهای برقدار و ترمینالها (مانند: شینه‌ها، اتصالات بین دستگاهها و...)

فواصل هوایی و فواصل خزشی با فواصل مربوط به دستگاهی که بلافاصله به آن وصل می‌باشد، باید

مطابقت داشته باشد.

۱۰-۱-۴-۵ 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 وسایل اندازه‌گیری و

سیستمهای کنترل و خطوط خارجی باید در روی صفحه ترمینال علامت‌گذاری شده انجام گیرد.

۱۱-۱-۴-۵ کلیه سرسیمها در ابتدا و انتهای داخل تابلو و همچنین کابلها باید به منظور راهنمایی در تعمیرات بعدی

طبق نقشه مربوط شماره‌گذاری شود.

۱۲-۱-۴-۵ ترمینالهایی که برای اتصال هادیهای مسی یا آلومینیومی در نظر گرفته می‌شود باید توسط سازنده

مشخص شود. این‌گونه ترمینالها باید به گونه‌ای ساخته شده باشد که اتصال هادیها به آن با استفاده از پیچ

یا بست و مانند آن امکان‌پذیر بوده و فشار تماسی لازم و متناسب با جریان نامی و استقامت اتصال کوتاه

دستگاه و مدار را تأمین نماید.

۵-۴-۱۳ شماتیک تقسیم‌بندی کلیدها در تابلو برحسب حداقل قدرت قطع کلید و جدول حداقل قدرت قطع مجاز کلیدهای فرعی نسبت به حداقل قدرت قطع کلید اصلی در شکل شماره ۵-۴ آمده است.

۵-۴-۱۴ حداکثر ابعاد تابلو اصلی توزیع فشار ضعیف، نوع ایستاده قابل دسترسی از جلو و قابل دسترسی از پشت به قرار زیر است:

تابلو قابل دسترسی از جلو		تابلو قابل دسترسی از پشت	
ارتفاع	۲۲۰ سانتیمتر	ارتفاع	۲۲۰ سانتیمتر
عرض	۹۰ سانتیمتر	عرض	۹۰ سانتیمتر
عمق	۶۰ سانتیمتر	عمق	۸۰ سانتیمتر

۵-۴-۱۵ نمای تابلوی تمام بسته ایستاده، نوع قابل فرمان و دسترسی از جلو در شکل‌های ۵-۵ و ۵-۶، به عنوان نمونه، ارائه شده است.

۵-۴-۱۶ نما و ابعاد تابلو ایستاده توزیع برق، نوع قابل فرمان از جلو و دسترسی از پشت، در شکل ۵-۷، به عنوان نمونه، نشان داده شده است.

### ۵-۴-۲ تابلوهای نیم اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف - انواع ایستاده قابل دسترسی از جلو و پشت:

مشخصات فنی ساخت و روش نصب تابلوهای نیم اصلی عیناً مانند تابلوهای اصلی است که در بندهای ۵-۴-۱ و ۵-۴-۴ آمده است.

### ۵-۴-۳ تابلو اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف - نوع ایستاده چند خانه‌ای:

۵-۴-۳-۱ این‌گونه تابلو باید از نوع ایستاده و با اسکلت نگهدار از آهن به فرم نبشی، ناودانی و سپری ساخته شده و به وسیله پیچ و مهره به یکدیگر متصل شود. پوشش تابلو باید از ورقهای فلزی با ضخامت حداقل ۲ میلیمتر یا بیشتر بوده و به وسیله پیچ و مهره به اسکلت نگهدار محکم شود. ساختمان تابلو باید طوری باشد که هر سلول قابل تفکیک به سه، چهار یا شش خانه اصلی بوده و هر خانه اصلی نیز قابل تفکیک به اجزای کوچکتر دو، سه و یا چهارخانه فرعی باشد. تقسیمات مزبور باید دارای ابعاد استاندارد و مساوی بوده و هر قسمت نیز باید مجهز به درب جداگانه، برای نصب یا تعویض وسایل داخلی آن باشد. پوششهای طرفین تابلو، برای سهولت در امر توسعه، باید با پیچ و مهره‌های کروم به اسکلت نگهدارنده متصل شود به طوری که در صورت نیاز به توسعه تابلو، بدون دخالت در کار آن انجام پذیر باشد.

۵-۴-۳-۲ تمامی خانه‌ها و سطوح تابلو باید در برابر زنگ زدگی و فساد تدریجی مطابق روش زیر رنگ آمیزی و حفاظت شود:

الف - زیرسازی: شامل زنگ زدایی، چربی‌گیری، فسفات‌کاری و یک لایه رنگ آستری.

ب - رنگ‌کاری: در شرایط آب و هوایی خشک حداقل دو لایه پوشش و در شرایط مرطوب سه لایه پوشش رنگ مناسب زده شود.

۵-۴-۳-۳ شینه‌کشی در این نوع تابلوها باید به نحوی انجام شود که، در صورت لزوم، اضافه کردن کلید در هر قسمت از تابلو، یا تعویض آن، و یا تبدیل یک قسمت به چند قسمت و برعکس، بدون تداخل در ادامه کار تابلو، امکان پذیر باشد. شینه‌ها بهتر است در صورت امکان دارای مقطع گرد، و با

ایزولاسیون باشد.

محل اتصال کلیه شینه‌ها به یکدیگر، و کلیدها به شینه‌ها، باید به طور کامل تمیز شده و در صورت امکان با یک لایه نقره‌ای پوشیده شود و سپس در شینه‌های تخت، به وسیله پیچ و مهره و واشرهای مسی یا برنزی محکم شود، و در شینه‌های گرد، با بستهای دوراهی، سه راهی و چهار راهی مخصوص شینه گرد به هم متصل شود تا حداکثر هدایت الکتریکی در محل اتصال به وجود آمده و از گرم شدن جلوگیری شود.

حداقل فاصله بین شینه‌ها باید از ۱۰ سانتیمتر کمتر نباشد.

اتصال کابلها به شینه‌ها، کلیدها، فیوزها، و غیره باید به وسیله کابلشو انجام گیرد.

۴-۳-۴-۵ لوازم داخل تابلو از قبیل کلیدها، کنتاکتورها، وسایل اندازه‌گیری، فیوزها، رله‌ها، واحدهای اعلام خطر، و غیره باید به نحوی انتخاب و نصب شود که با بازکردن درب هر قسمت، یا هر خانه به سهولت قابل دسترسی و تعویض، یا تبدیل باشد و در صورت امکان کلیه وسایل و لوازم داخل تابلو باید از نوع فشاری باشد.

۵-۳-۴-۵ کلیه سرسیمها و کابلها در ابتدا و انتهای مسیر در داخل تابلو، باید به منظور راهنمایی در تعمیرات بعدی طبق نقشه مربوط شماره گذاری شود.

۶-۳-۴-۵ کلیدها، وسایل اندازه‌گیری، و غیره که در تابلو نصب می‌شود باید دارای شماره راهنما بوده و شماره‌های خطوط محللهایی که برای اتصال تعیین 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.

۷-۳-۴-۵ ابعاد تابلو اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف، نوع ایستاده چندخانه‌ای به قرار زیر است:

ارتفاع ۲۰۰ سانتیمتر

عرض ۵۰ سانتیمتر

عمق ۵۰ سانتیمتر

۸-۳-۴-۵ نما و ابعاد یک تابلوی توزیع نیروی برق ایستاده چند خانه، به عنوان نمونه، در شکل ۵-۸ نشان داده شده است.

## ۴-۲-۵ روش نصب تابلوهای ایستاده قابل دسترسی از جلو، قابل دسترسی از پشت و چندخانه‌ای:

۱-۴-۴-۵ این قبیل تابلوها ممکن است برحسب مورد به یکی از دو روش زیر نصب شود:

الف - نصب بر روی اطاقک کابل: برای نصب این قبیل تابلوها بر روی اطاقک کابل باید یک دهانه به شکل مستطیل با ابعاد کف تابلو در سقف اطاقک مزبور احداث و تابلو بر روی آن نصب شود. طول دهانه موردنظر 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 خواهد بود. لبه دهانه باید با آهن نبشی چهار سانتیمتر در چهار سانتیمتر مهار شود.

ب - نصب بر روی کانال: طول کانال موردنظر که تابلو بر روی آن استقرار می‌یابد، 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.

#### ۵-۴-۵ تابلو نیم اصلی توزیع نیروی برق فشار ضعیف - نوع ایستاده چندخانه‌ای:

مشخصات فنی ساخت و روش نصب این‌گونه تابلوها عیناً مانند تابلو اصلی است که در بندهای ۳-۴-۵ و ۴-۴-۵ بیان شده است.

#### ۵-۴-۶ تابلو توزیع نیرو - نوع ایستاده چندجعبه‌ای:

این نوع تابلو از جعبه‌های مشابه با ابعاد مساوی که به‌طور مکانیکی به هم متصل می‌شود و بر روی پایه فلزی مشترک یا دیوار قابل نصب است تشکیل می‌شود. جعبه‌ها که حاوی شینه، کلیدگردان، فیوز، کلید خودکار و وسایل اندازه‌گیری و غیره می‌باشد، از چدن، یا فولاد، و یا کائوچوی سخت خواهد بود. هر جعبه مجموعاً دارای پنج درب قابل برداشت و نصب در پنج جهت می‌باشد به این ترتیب که درب جلو برای دسترسی به وسایل و دربهای جانبی برای اتصال جعبه‌ها به یکدیگر، عبور اتصالات برقی، و یا توسعه تابلو خواهد بود.

برای جلوگیری از نفوذ گردوغبار و آب به داخل جعبه‌ها، کلیه دربهای فوق‌الذکر باید دارای واشر مخصوص آب‌بندی باشد و هنگام برداشتن درها و اتصال جعبه‌ها به یکدیگر باید توجه شود که واشرهای مزبور حتماً بین دو جعبه قرار داده شود.

شینه‌ها بایستی به وسیله بستهای عایق مخصوص به بدنه جعبه مهار شده و سرشینه‌ها جهت اتصال به یکدیگر آب‌نقره‌کاری و محل لازم برای عبور به جعبه مجاور در طرفین جعبه پیش‌بینی گردد. اتصال شینه‌ها به یکدیگر باید به وسیله پیچ و مهره مسی یا برنجی انجام شود.

وسایل و تجهیزاتی که در داخل هر جعبه نصب می‌شود باید متناسب با جعبه و از یک سازنده باشد.

تابلوهای چند جعبه‌ای برای توزیع نیروی اصلی برق در پست برق فضاهای باز مناطق صنعتی و کارخانجات بالاخص در مناطق غباری و مرطوب به کار برده می‌شود.

نما و شماتیک تابلوی توزیع نیروی برق، نوع چند جعبه‌ای، قابل نصب روی دیوار و یا پایه فلزی، در شکل ۵-۹ به‌عنوان نمونه نشان داده شده است.

نمونه پایه فلزی برای نصب تابلو چند جعبه‌ای در شکل ۵-۱۰ ارائه شده است.

#### ۵-۴-۷ تابلو توزیع فرعی نیروی برق - نوع دیواری

این نوع تابلو، که ممکن است برحسب مورد در روی کار و یا توی کار نصب شود، شامل سه قسمت اصلی جداگانه به شرح زیر خواهد بود:

الف - جعبه تابلو (شکل ۵-۱۱ - الف): در صورتی که ارتفاع تابلو مورد نیاز تا یک متر باشد، جعبه تابلو باید از ورق آهن با ضخامت ۱/۲۵ میلیمتر ساخته شود، و چنانچه ارتفاع تابلو موردنظر از

یک متر متجاوز باشد، جعبه تابلو بایستی از ورق آهن با ضخامت ۱/۵ میلیمتر انتخاب گردد. برای ورود کابل و لوله به داخل تابلو باید در جداره‌های فوقانی و تحتانی جعبه تابلو سوراخهای نوع سنبله‌ای به قطرهای مختلف، یا شیار سراسری با درپوش تعبیه شود. (توضیح این‌که، کلیه لوله‌های ورودی به تابلو باید به وسیله مهره و بوش برنجی به بدنه تابلو کاملاً متصل و محکم شود.)

ب - اسکلت داخلی برای نصب لوازم (شکل ۵ - ۱۱ - الف): کلیه وسایل و تجهیزات داخل تابلو، برای جلوگیری از آسیب و صدمه در زمان اجرای عملیات ساختمانی، باید بر روی یک اسکلت جداگانه نصب شود. اسکلت مزبور باید از ورق آهن به ضخامت ۱/۵ میلیمتر با خمکارهای لازم ساخته شده و به وسیله چهار عدد پیچ به سهولت در داخل جعبه تابلو قابل نصب و یا برداشت باشد. (پیچ یا مهره‌ای که برای نصب اسکلت بر روی جعبه تابلو به کار می‌رود باید به بدنه جعبه جوش شود.)

پ - چارچوب و درب تابلو (شکل ۵ - ۱۱ - ب و پ): ضخامت ورق آهن مورد لزوم برای چارچوب و درب تابلو باید برابر ضخامت تعیین شده برای جعبه تابلو باشد (به بند الف مراجعه شود). درب تابلو از نظر استقامت باید دارای پشت‌بند بوده و دورادور آن دارای خمهای به شکل یو (U) باشد. چارچوب درب تابلوهای روکار باید از هر چهار طرف حداقل دو سانتیمتر بیشتر از ابعاد جعبه تابلو ساخته شود.

۲-۷-۴-۵ کلیه اجزای تابلو فوق‌الذکر باید پس از زیرسازی شامل زنگ‌زدایی، چربی‌گیری و فسفات‌کاری، با یکدست رنگ آستری و یکدست رنگ اصلی پوشیده شود.

### ۳-۷-۲-۵ روش نصب

تابلوهای روکار باید پس از تکمیل نقاشی ساختمان، به وسیله چهار عدد پیچ و رول پلاگ مناسب بر روی سطح دیوار نصب شود.

برای نصب تابلوهای توکار باید پس از اجرای گچ و خاک یا کاهگل دیوار محل نصب تابلو، ابتدا فقط جعبه تابلو هم‌مطراز با سطح تمام شده دیوار به وسیله حداقل چهار عدد پیچ و رول پلاگ مناسب نصب شود و سپس سایر اجزای تابلو از قبیل اسکلت، چارچوب و درب آن قبل از شروع نقاشی ساختمان نصب شود.

ارتفاع نصب برای کلیه تابلوهای دیواری ۲۱۰ سانتیمتر از بالای تابلو تا کف تمام شده خواهد بود.

۴-۷-۴-۵ نما و اجزای یک تابلوی توزیع فرعی نیروی برق از نوع دیواری در شکل ۵ - ۱۱، به عنوان نمونه، ارائه شده است.

۵-۷-۴-۵ شماتیک تابلوی فرعی توزیع برق، نوع یک فاز، ۱۲ مداره، در شکل ۵ - ۱۲، و دو فرم مختلف از سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی مزبور، در شکل‌های ۵ - ۱۳ و ۵ - ۱۴، به عنوان نمونه نشان داده شده است.

۶-۷-۴-۵ شماتیک تابلوی فرعی توزیع برق، نوع سه فاز، ۲۱ مداره، در شکل ۵ - ۱۵، و سیستم‌های افقی و عمودی استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی یاد شده، به ترتیب در شکل‌های ۵ - ۱۶ و

## ۵-۴-۸ تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز

- ۵-۴-۸-۱ این‌گونه تابلوها باید از نوع ایستاده و با اسکلت نگهدار از آهن گالوانیزه به فرم نبشی، نودانی، و سپری، و پوشش آن از ورقهای آهن گالوانیزه با ضخامت حداقل دو میلیمتر یا بیشتر ساخته شود و پس از زیرسازی شامل زنگ‌زدایی، چربی‌گیری و فسفات‌کاری، با یکدست رنگ ضدزنگ مخصوص، یکدست رنگ آستری، و یکدست رنگ اصلی پوشیده شود.
- این نوع تابلو ممکن است از جنس آلومینیوم نیز ساخته شود که در این صورت اسکلت نگهدار و کلیه اجزای آن از جنس آلومینیوم خواهد بود و پوشش آن باید از ورقهای آلومینیوم با ضخامت حداقل سه میلیمتر یا بیشتر ساخته شود.
- ۵-۴-۸-۲ بدنه این نوع تابلو باید به نحوی ساخته شود که کلیه جوانب آن کاملاً مسدود بوده و فقط از طرف جلو قابل دسترسی باشد.
- ۵-۴-۸-۳ سقف بیرونی این نوع تابلو باید دارای شیب دوطرفه با لبه‌های برگردان به طرف داخل باشد و حداقل پنج سانتیمتر از هر چهار طرف بزرگتر از ابعاد سقف تابلو باشد.
- ۵-۴-۸-۴ ساختمان تابلو باید طوری باشد که دسترسی به کلیه لوازم و تجهیزات داخلی تابلو برای فرمان، تعمیر، و تعویض بدون تداخل با کار قسمت‌های دیگر امکان‌پذیر باشد.
- ۵-۴-۸-۵ درب تابلو باید مجهز به لاستیک آب‌بندی بوده و مطابق شکل شماره ۵-۱۸ ساخته شود.
- ۵-۴-۸-۶ این‌گونه تابلوها باید از نظر ایمنی مجهز به قفل مخصوص باشد و درب آن به وسیله کلید یا آچار مخصوص باز و بسته شود.
- ۵-۴-۸-۷ برای مشخصات فنی و نحوه شینه‌کشی به بند ۵-۴-۱-۴ مراجعه شود.
- ۵-۴-۸-۸ برای سیم‌کشی وسایل اندازه‌گیری و چراغهای سیگنال، فواصل دستگاههای داخل تابلو، شماره‌گذاری لوازم و تجهیزات داخل تابلو، شماره‌گذاری سرسیمها و کابلها، و همچنین شرایط ترمینالها به ترتیب به بندهای ۵-۴-۸-۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ مراجعه شود.
- ۵-۴-۸-۹ ابعاد تابلو توزیع نیرو و روشنایی برای نصب در محوطه باز به قرار زیر است:
- |                 |              |
|-----------------|--------------|
| ارتفاع (حداکثر) | ۱۲۰ سانتیمتر |
| عرض             | بر حسب نیاز  |
| عمق             | ۴۰ سانتیمتر  |
- ۵-۴-۸-۱۰ نما و مقطع تابلوی توزیع برق قابل نصب در فضای باز در شکل ۵-۱۸، به عنوان نمونه، ارائه شده است.
- ۵-۴-۸-۱۱ شماتیک تابلوی فرمان روشنایی محوطه و آب‌نماها در شکل ۵-۱۹، به عنوان نمونه، نشان داده شده است.

### ۵-۴-۸-۱۲ روش نصب:

این نوع تابلو باید بر روی سکوی بتنی یا آجری، که ۲۰ الی ۲۵ سانتیمتر از کف تمام شده خیابان یا محوطه مربوط ارتفاع داشته باشد، نصب شود. سکوی یاد شده، که از نوع توخالی خواهد بود، باید دارای دیواره‌ای به قطر ۲۰ الی ۲۵ سانتیمتر باشد و نیم‌متر پایین‌تر از کف تمام شده محوطه شروع و تا ۲۰ الی ۲۵ سانتیمتر بالاتر از کف مزبور ادامه یابد.

لبه خارجی سکو، که به صورت نیم‌گرد (پخ) ساخته خواهد شد، باید از هر چهار طرف حداقل ۱۰

سانتیمتر بزرگتر از بدنه تابلو بوده و لبه داخلی آن حداقل ۵ سانتیمتر از بدنه تابلو فاصله داشته باشد. محل نصب تابلوهای قابل نصب در فضای باز باید طوری پیش بینی شود که در جلوی آن محل کافی برای دسترسی به تابلو وجود داشته باشد.

۵-۴-۸-۱۳ برای نصب تابلو روی سکوی بتنی در نواحی مرطوب، ابتدا باید کلافی از نبشی آهنی آماده شود و سپس تابلو به آن پیچ و مهره گردد، تا تابلو با کف بتنی تماس مستقیم نداشته باشد.

۵-۴-۸-۱۴ در شکل ۵-۲۰، نمونه سکوی مخصوص نصب تابلوهای توزیع نیروی برق قابل نصب در فضای باز، نشان داده شده است.

## ۵-۵ لوازم، وسایل، و تجهیزات داخل تابلو:

لوازم، وسایل، و تجهیزاتی که در داخل تابلو نصب می شود و یک تابلو کامل را تشکیل می دهد شامل اقلام زیر است:

- الف - وسایل اندازه گیری مانند ولت متر، آمپر متر، فرکانس متر، کسینوس فی متر، وات متر، ولت - آمپر متر، ترانسفورماتور جریان، دور شمار، ساعت شمار، فشارسنج و غیره.
- ب - لوازم و وسایل حفاظت و فرمان مانند فیوزهای فشنگی و چاقویی، کلیدهای مینیاتوری، کلیدهای خودکار حفاظت خط یا موتوری، کنتاکتورهای مجهز به رله محافظ (بی - متال) یا بدون رله محافظ، کلید فیوز، کلید گردان، کلید چاقویی، رله ها و تایمرهای مختلف، کلید فرمان ولت متر و آمپر متر و غیره.
- پ - وسایل سمعی و بصری اعلام خطر، چراغ سیگنال و غیره.
- ت - مقره ها و شیشه ها

### ۱-۵-۵ اجزای داخلی تابلوهای اصلی:

در تابلوهایی که برای توزیع نیروی برق اصلی به کار برده می شود، کلید ورودی (اصلی) باید الزاماً از نوع خودکار بوده و کلیدهای توزیع فرعی، در صورتی که برای تغذیه تابلوهای نیم اصلی یا فرعی سیستمهای موتوری به کار رود، باید از نوع خودکار، و چنانچه برای تغذیه تابلوهای نیم اصلی یا فرعی سیستمهای روشنایی مورد استفاده قرار گیرد، باید از نوع کلید فیوز، و یا کلید گردان یا چاقویی با فیوز جداگانه، باشد. (توضیح این که، چنانچه بار متصله بیش از ۶۰ آمپر باشد، باید از ترانس جریان و آمپر متر مخصوص با ضریب مناسب استفاده شود.)

در مواردی که از کلید و فیوز جداگانه استفاده می شود، کلید باید قبل از فیوز قرار گیرد به طوری که با خاموش کردن کلید، برق فیوز نیز قطع شود.

### ۲-۵-۵ تابلوهای فرمان وسایل موتوری:

در تابلوی فرمان وسایل موتوری کلید اصلی باید از نوع خودکار حفاظت موتوری بوده و مجهز به سه دستگاه آمپر متر و یک دستگاه ولت متر و کلید تبدیل ولت متر از نوع هفت حالتی باشد. (شکل ۵-۳)

مدارهای فرعی فرمان وسایل موتوری باید الزاماً دارای کنتاکتور و رله محافظ باشد مگر در مورد دستگاه‌های مجهز به تابلوی فرمان و راه‌اندازی جداگانه، که در این صورت مدار مزبور باید به وسیله کلید فیوز، یا کلیدگردان و فیوز جداگانه، محافظت شود.

برای انتخاب کنتاکتور، بی‌مثال، فیوز، کلید قطع و وصل، و کابل<sup>۱</sup> به جداول انتخاب لوازم و وسایل مزبور مراجعه شود (جدول ۵-۱ برای موتورهای تک‌فاز و جدول ۵-۲ برای موتورهای سه‌فاز).  
برای آگاهی از روشن یا خاموش بودن کلید اصلی یا هر یک از کنتاکتورها باید برای هر مدار دو عدد چراغ سیگنال به‌رنگهای قرمز و سبز (قرمز برای حالت روشن و سبز برای حالت خاموش) پیش‌بینی شود.

هر مدار، در صورت لزوم، باید مجهز به آمپر متر متناسب با شدت جریان آن باشد و در مدارهایی که شدت جریان آن بیش از ۶۰ آمپر می‌باشد باید از ترانس جریان و آمپر متر مخصوص با ضریب متناسب استفاده شود. ظرفیت آمپر متر انتخابی نباید، از حدود ۲۵ درصد حداکثر بار بیشتر در نظر گرفته شود. به طور مثال، در صورتی که حداکثر بار ۴۰۰ آمپر باشد، آمپر متر و ترانس جریان انتخابی باید با نسبت تبدیل ۵/۵۰۰ باشد.

### ۳-۵-۵ تابلوه‌های فرعی روشنایی:

در تابلوه‌های فرعی روشنایی تک‌فاز و سه‌فاز، کلید اصلی باید حتی‌الامکان از نوع گردان بوده، و برای محافظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه نیز از فیوز فشنگی متناسب با ظرفیت کلید اصلی استفاده شود.

کلیه مدارهای خروجی، که برای روشنایی، پریزها، و غیره به کار می‌رود، باید ترجیحاً به وسیله کلیدهای مینیاتوری، یا فیوز فشنگی با ظرفیت اسمی زیر محافظت گردد:

برای مدارهای زنگ اخبار و احضار	حداکثر ۴ آمپر
برای مدارهای روشنایی	حداقل ۱۰ آمپر
برای مدارهای پریزها	حداقل ۱۶ آمپر

کلیه سیمکشی‌های داخل تابلو - از کلید اصلی به فیوز اصلی، و از فیوز اصلی به شینه توزیع، و از شینه توزیع به کلیدهای مینیاتوری یا فیوزها، و از کلیدهای مینیاتوری یا فیوزها به ترمینال - باید با سیم مسی تک‌لا (مفتولی)، با عایق حداقل ۱۰۰۰ ولت و با سطح مقطع مناسب (حداکثر چهار آمپر برای هر میلی‌متر مربع سطح مقطع سیم) انجام شود.

فرم‌بندی سیمکشی‌های مزبور باید به نحوی انجام شود، که در صورت نیاز تعویض هر یک از سیمها، بدون تداخل با کار سایر مدارها امکان‌پذیر بوده و یا، کلیه سیمکشی‌های داخلی در داخل کانال مخصوص، از نوع نسوز انجام شود.

سطح مقطع ترمینالهای مورد کاربرد باید با سطح مقطع هادیهای داخلی تابلو یکسان باشد و به علاوه به هر ترمینال باید فقط یک هادی وصل شود و اتصال دو یا چند هادی به یک ترمینال تک‌سوراخ مجاز نمی‌باشد.

۱ - مقاطع توصیه شده برای کابل تغذیه موتورهای برقی در جداول ۵-۱ و ۵-۲ مربوط به فواصل کوتاه در داخل موتورخانه و مانند آن می‌باشد، در مواردی که فاصله بین محل نصب موتور و تابلو قابل ملاحظه باشد برای تعیین سطح مقطع کابل تغذیه باید افت ولتاژ مجاز نیز محاسبه و کنترل شود.

## ۶-۵ مشخصات فنی لوازم، وسایل و تجهیزات داخل تابلو:

### ۱-۶-۵ کلیدهای اتوماتیک بارله حرارتی و مغناطیسی

۱-۱-۶-۵ محفظه کلید باید از فنل یا پلی استر با درجه خلوص زیاد یا مواد مشابه با پایداری حرارت زیاد، ساخته شده باشد.

۲-۱-۶-۵ مکانیزم عملکرد باید دارای سرعت قطع و وصل زیاد بوده و مستقل از عملکرد دستگیره کنتاکتها را به طور لحظه‌ای باز و بسته نماید. مکانیزم مزبور باید تمام قطبها را به طور همزمان قطع نماید.

۳-۱-۶-۵ ترمینالهای واقع در سمت خط تغذیه و همچنین ترمینالهای واقع در سمت بار، باید برای اتصال به کابلشوها یا اتصال به شینه‌ها، مناسب باشد.

۴-۱-۶-۵ در مواردی که دستگاه قطع‌کننده به منبع تغذیه نیاز دارد، منبع مذکور باید یک جزء مجتمع از کلید باشد.

۵-۱-۶-۵ کلید باید به گونه‌ای طراحی شود که نصب افقی یا عمودی هیچ‌گونه اثر مغایری با عملکرد الکتریکی آن نداشته باشد.

### ۶-۱-۶-۵ مکانیزم عملکرد:

الف - مکانیزم قطع‌کننده حرارتی برای کلیدهای دارای جریان اسمی بیش از ۱۰۰ آمپر باید توسط وسیله تنظیم بدون جابجایی هیچ قسمتی از کلید، قابل تنظیم و امکان‌پذیر باشد و مکانیزم قطع مغناطیسی برای کلیدهای دارای جریان اسمی بیش از ۲۰۰ آمپر، باید قابل تنظیم باشد.

ب - دستگیره عمل‌کننده باید جهت آسانی عمل دارای طول کافی بوده و محل آن قابل دسترس و مقابل کلید باشد.

پ - پس از این‌که حالت قطع پیش آمد، دستگیره باید بین نشانگرهای ON و OFF قرارگیرد و امکان بازگشت کلید به حالت ON، بدون برگرداندن به موقعیت خود، در این حالت نباید وجود داشته باشد.

۷-۱-۶-۵ ویژگیهای زیر باید بر روی یک لوحه‌ای بادوام و با خطوط دائمی درج شود و در محل مناسب روی کلید قرارگیرد:

الف - استاندارد مورد استفاده

ب - ولتاژ اسمی و تعداد فازها

پ - جریان اسمی

ت - جریان(های) قطع مربوط به ولتاژ(های) اعمال شده

ث - نام سازنده یا علامت تجاری

ج - فرکانس

چ - نام کشور سازنده

ح - درجه حفاظت

در ضمن مقادیر اسمی جریان کلید باید به آسانی و بدون جابجایی کلید از محل آن قابل رویت باشد.

## ۲-۶-۵ کنتاکتورهای فشار ضعیف

۱-۲-۶-۵ کنتاکتورها باید دارای مشخصات فنی ذکر شده در جدول زیر باشد:

ولتاژ اسمی (ولت)

فرکانس اسمی (هرتز)

تعداد قطبها

واسطه قطع (هوا/...)

وظیفه اسمی مشخص شده

ولتاژ آزمون عایقی (ولت)

ولتاژ آزمون اسمی ایستادگی فرکانس صنعتی یک دقیقه‌ای (ولت)

### تعداد کنتاکتهای کمکی:

کنتاکتهای حالت عادی بسته (NC)

کنتاکتهای حالت عادی باز (NO)

۲-۲-۶-۵ کنتاکتورها و هادیها، باید طوری انتخاب شود که جریان بار نامی را به طور مداوم بتواند تحمل کند و در این حال هیچ‌گونه خسارت یا آسیبی به آن یا اجزای مجاور آن وارد نشود.

۳-۲-۶-۵ افزایش درجه حرارت قسمتهای مختلف در حال کار نباید از مقادیر مشخص شده در استاندارد کلیدها بیشتر شود (قسمت خواص دی‌الکتریک بند (۷-۴) از IEC 158-1 جدول VI)

۴-۲-۶-۵ کنتاکتور باید هنگام کار در محدوده ولتاژ نامی، فاقد هرگونه لرزش و یا پرشی در کنتاکتها باشد.

۵-۲-۶-۵ علاوه بر کنتاکتهای اصلی، کنتاکتهای فرعی نیز برای فرمان و کنترل وجود داشته باشد.

۶-۲-۶-۵ کنتاکتهای حامل بار باید قابل تعویض باشد و فاصله بین قطبهای گوناگون کنتاکتور باید هم اندازه باشد.

۷-۲-۶-۵ فنر عمل‌کننده باید از فلز زنگ‌نزن مناسب یا از فلزی با روکش مؤثر بادوام که در آن خوردگی ایجاد نمی‌شود، تهیه گردد. کنتاکتورها باید در محفظه‌ای که در برابر گرد و غبار محافظت شده باشد قرار گیرد و تمام پیچ و مهره‌های آن سفت و محکم باشد.

۸-۲-۶-۵ ویژگیهای زیر باید بر روی یک پلاک بادوام با خطوط دائمی درج شود. (برابر قسمت ۵ از نشریه IEC 158)

الف - ولتاژ اسمی

ب - جریان اسمی

ج - رده کاربرد

د - فرکانس اسمی

ه - علامت تجاری یا نام سازنده

۹-۲-۶-۵ کنتاکتورهای انتخاب شده باید برای استفاده در شرایط جوی مشخص شده مناسب باشد.

۱۰-۲-۶-۵ کنتاکتورها باید دارای پایداری کافی در کار باشد.

## ۳-۶-۵ فیوزها

۱-۳-۶-۵ فیوزها باید به آسانی قابل نصب در داخل تابلو یا کلید فیوز باشد.



۵-۶-۳-۲ فیوزها باید دارای مشخصات فنی مندرج در جدول زیر باشد:

ولتاژ نامی (ولت)

جریان اسمی پایه فیوز (آمپر)

جریان اسمی فیوز (آمپر)

جریان اتصال کوتاه (کیلوآمپر)

فرکانس اسمی (هرتز)

سطح عایقی (ولت)

مشخصه‌های زمان جریان (تندکار / کندکار / ...)

نوع فیوز (کاردی، فشنگی)

قابلیت محدودکنندگی جریان اتصال کوتاه (بلی / خیر)

۵-۶-۳-۳ ضرایب کاهش مقادیر اسمی جریانها در ارتفاعات و مکانهای گوناگون با توجه به درجه حرارت محیط در

انتخاب فیوز ملحوظ شده باشد.

۵-۶-۳-۴ مشخصات زمان - جریان فیوزها ارائه شود.

۵-۶-۳-۵ پایداری:

فیوز باید به گونه‌ای طراحی شده باشد که در حالات گوناگون و شرایط کار طبیعی و غیرطبیعی، موارد ذکر شده زیر را برآورده نماید:

الف - در هر شرایط کار طبیعی و تحت وضعیت سرویس مشخص شده، دمای قسمت‌های مختلف آن از مقادیر مشخص شده بیشتر نشود و در مشخصه زمان - جریان تعیین شده تغییر قابل توجهی ظاهر نشود.

ب - پایداری حرارتی در طول مدت اتصال کوتاه و همچنین در طول مدت برقراری جریان اسمی کوتاه مدت تعیین شده.

پ - پایداری دینامیکی در برابر قویترین نیروی تولید شده به وسیله حداکثر مقدار جریان اتصال کوتاه همانند فشار ضربه‌ای قوی که به وسیله قطع همان جریان تولید می‌گردد.

۵-۶-۴ کلیدهای مینیاتوری

۵-۶-۴-۱ کلیدهای مینیاتوری باید از نوع حرارتی - مغناطیسی باشد و بدنه آن استقامت حرارتی و مکانیکی کافی برای تحمل مداوم جریان نامی قید شده آن را داشته باشد.

۵-۶-۴-۲ بدنه کلیدهای مینیاتوری باید بتواند جریان اضافه بار و اتصال کوتاهی را که کلید عامل حفاظتی آن است در شرایط کاری قید شده تحمل نماید.

۵-۶-۴-۳ درجه حفاظت کلید باید با درجه حفاظت تابلو همخوانی داشته و از درجه حفاظت تابلو نگاهد.

۵-۶-۴-۴ محفظه دربرگیرنده جزء عمل‌کننده حفاظتی، باید به منظور جلوگیری از تماس شخص با مکانیزم مزبور کاملاً مهر و موم شده باشد.

۵-۶-۴-۵ اجزای فلزی مکانیزم عمل‌کننده کلید باید از جنس مقاوم باشد تا در شرایط آب و هوایی نامساعد فرسوده نشود. ترمینالهای کلید باید به گونه‌ای باشد که از پراکنده شدن سیم و کابل متصل به آن جلوگیری

شود. رزوه‌های پیچ ترمینالها باید در فلز محکم شود. انتهای آچارخور پیچها باید گرد باشد تا از صدمه رساندن به سیمها جلوگیری نماید.

۶-۴-۶-۵ اطلاعات زیر باید به‌طور خوانا و همیشگی بر روی بدنه کلید درج شده باشد:

الف - استاندارد ساخت

ب - جریان اسمی

پ - ولتاژ اسمی و تعداد فازها

ت - دمای مرجع برای تنظیم کردن

ث - نوع کلید برحسب جریان قطع حفاظتی آن

ج - نام سازنده یا علامت تجاری آن

چ - فرکانس نامی

ح - وظیفه کلید

### ۵-۶-۵ ترانسهای جریان

۱-۵-۶-۵ ترانسفورماتورهای جریان باید مطابق مشخصات ذکر شده در آخرین نشریه استاندارد IEC 185 طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

۲-۵-۶-۵ ترانسفورماتورهای جریان باید برای کار عادی، تحت شرایط مشخص شده مناسب باشد. این نوع ترانسها باید به صورت یکپارچه ریخته شده و با ساخت مناسب برای نصب در تابلوهای تمام بسته فلزی ساخته شده و دارای تحمل الکتریکی، مکانیکی زیاد بوده و در برابر قوس الکتریکی و درجه حرارت، مقاومت زیاد داشته باشد.

تمام اجزای واقع در معرض هوا، باید برای مقاومت در برابر خوردگی از مواد ضد خوردگی تهیه و یا گالوانیزه گرم شده باشد. همچنین این‌گونه ترانسها باید نیازی به نگهداری نداشته باشد.

۳-۵-۶-۵ ترمینال اولیه باید از جنس مس گالوانیزه شده بوده و به پیچهای اتصال با اندازه مناسب برای اتصال به هادی مسی تا ۴ میلیمتر مربع مجهز باشد.

۴-۵-۶-۵ مجموعه ترانسفورماتورهای جریان باید روی یک صفحه نگهدارنده با مقاومت مکانیکی کافی ثابت گردد. ترانسفورماتور جریان باید بتواند توسط چهار عدد پیچ در هر وضعیت مطلوبی نصب شود.

۵-۵-۶-۵ یک پلاک ضد زنگ، که شامل اطلاعات مندرج در استاندارد IEC 185، و نشانگر دیاگرام اتصالات به صورت پاک نشدنی، باشد باید در یک مکان قابل دید روی ترانسفورماتور جریان نصب گردد. روش علامت‌گذاری ترمینالها باید مطابق استاندارد IEC 185 باشد.

### ۶-۶-۵ وسایل اندازه‌گیری و نمایشگر

۱-۶-۶-۵ وسایل نمایشگر باید در برابر نفوذ رطوبت و خاک مقاوم باشد و تقریباً همسطح قسمت نگهدارنده که ضخامت آن دو میلیمتر است، نصب شود. این وسایل باید دارای زمینه سفیدرنگ بوده و علامت‌گذارها و درجه‌بندی و نشانگر آن به رنگ سیاه باشد.

۲-۶-۶-۵ وسایل نمایشگر باید دارای پیچ تنظیم برای صفرکردن باشد و میزان دقت آن در مقادیر اسمی برابر با  $\pm 1$

درصد باشد.

- ۳-۶-۶-۵ آمپرمترها باید مطابق جریان اولیه ترانسفورماتور جریان مدرج شده باشد.
- ۴-۶-۶-۵ ولت‌مترها باید دارای دامنه ۱ تا ۵۰۰ ولت باشد.
- ۵-۶-۶-۵ کلید ولت‌متر باید از نوع گردان هفت حالت با کنتاکت نگهدارنده، و بدون فنر برگشت بوده و دارای صفحه علامت‌گذاری شده باشد و برای نصب روی ورقه دو میلیمتری مناسب باشد. علامتها باید شامل: O و T-S, R-T, R-S, T, S, R باشد.
- ۶-۶-۶-۵ لامپهای نمایشگر باید از نوع تابلویی، دارای مصرف کم و برای نصب بر روی تابلو موردنظر مناسب باشد. کلاهک رنگی روی لامپها نباید با گرمای لامپ تغییر شکل و رنگ دهد.
- ۷-۶-۵ حداقل سطح مقطع سیمهای فشار ضعیف و کنترل داخل تابلو نباید از ۲/۵ میلیمتر مربع کمتر باشد و پوشش عایق آن باید حداقل تحمل ولتاژ ۱۰۰۰ ولت را داشته باشد.
- ۸-۶-۵ تابلوها و تجهیزات داخل آن باید دارای پلاک یا لوحه ویژگیهای مربوط به آن باشد که به صورت ماندگار و خوانا در محل قابل رویت نصب شود.
- لوحه ویژگیهای تابلو باید حداقل شامل نام یا علامت تجاری سازنده، علامت مشخص‌کننده نوع تابلو، نوع جریان، ولتاژ اسمی کار، ولتاژ اسمی عایق‌بندی، ولتاژ جریان اسمی مدارهای فرعی، محدودیت و شرایط کاربرد، ایستادگی در برابر اتصال کوتاه، درجه حفاظت تابلو و افراد، و ابعاد تابلو باشد.

## ۷-۵ آزمایش تابلوهای فشار ضعیف:

کلیه تابلوهای فشار ضعیف باید پس از ساخت در کارخانه و همچنین پس از نصب در محل و قبل از راه‌اندازی، در زمینه‌های خواص دی‌الکتریک، افزایش دما، ایستادگی در برابر اتصال کوتاه، پیوستگی مدارهای حافظتی، فواصل هوایی و خزشی، نحوه کار اجزای مکانیکی، و درجه حفاظت مورد آزمایش قرار گیرد. این‌گونه آزمونها باید براساس مفاد بند ۸ نشریه شماره ۱۹۲۸ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران زیر عنوان «مشخصات آزمونها»، که برای سهولت مراجعه عیناً ضمیمه این فصل گردیده است، انجام شود.

۸-۵ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای وسایل تابلوهای فشار ضعیف در جدول ۵-۵ ارائه شده است.



جدول ۵- ۱ جدول انتخاب وسایل فرمان و حفاظت تابلوهای سیستم موتورهای تکفاز برقی

کابل یا سیم تغذیه	سطح مقطع و تعداد رشته	روش حفاظت موتورهای برقی										قدرت اسمی موتورهای تکفاز		
		اندازه (آمپر)	فشار (آمپر)	پایه (آمپر)	فیوز پشتیبان	نوع	تنظیم (آمپر)	گستره (آمپر)	رله محافظ حرارتی (بی - متال)	جریان اسمی	اندازه	نوع	دوره در دقیقه	شدت جریان (آمپر) در ۲۲۰ ولت، ۵۰ سیکل
۲×۲/۵		۱۶	۴	۲۵	DIAZED تاخیر زمانی	۰/۷۵	۱-۰/۶	۹	۰	اتصال مستقیم	۰/۷	۱۴۲۵	۱/۱۶	۰/۴۷
۲×۲/۵		۱۶	۴	۲۵	DIA ت-ز	۰/۹۵	۱/۲-۰/۸	۹	۰	م-۱	۰/۹		۱/۱۳	۰/۰۶
۲×۲/۵		۱۶	۶	۲۵	DIA ت-ز	۱/۲۵	۱/۶-۱/۱	۹	۰	م-۱	۱/۲		۱/۸	۰/۰۹
۲×۲/۵		۱۶	۶	۲۵	DIA ت-ز	۱/۷۵	۲-۱/۴	۹	۰	م-۱	۱/۷		۱/۶	۰/۱۲
۲×۲/۵		۱۶	۶	۲۵	DIA ت-ز	۲/۳۵	۲/۵-۱/۷	۹	۰	م-۱	۲/۳		۱/۴	۰/۱۸
۲×۲/۵		۱۶	۶	۲۵	DIA ت-ز	۳/۳۵	۴/۵-۳	۹	۰	م-۱	۳/۳		۱/۳	۰/۲۵
۲×۲/۵		۱۶	۱۰	۲۵	DIA ت-ز	۴/۱۵	۶-۴	۹	۰	م-۱	۴/۱		۱/۳	۰/۳۷
۲×۲/۵		۱۶	۱۶	۲۵	DIA ت-ز	۶/۲۰	۸-۵/۵	۹	۰	م-۱	۶/۱		۲/۴	۰/۵۵
۲×۲/۵		۱۶	۱۶	۲۵	DIA ت-ز	۷/۶۰	۱۲-۸	۱۶	۱	م-۱	۷/۵		۱	۰/۷۵
۲×۲		۲۵	۲۵	۲۵	DIA ت-ز	۹/۶۰	۱۲-۸	۱۶	۱	م-۱	۹/۵		۱/۵	۱/۱
۲×۲		۴۰	۳۵	۶۳	DIA ت-ز	۱۲/۲۰	۱۶-۱۱	۳۲	۲	م-۱	۱۴		۲	۱/۵
۲×۱۰		۶۳	۵۰	۶۳	DIA ت-ز	۲۱/۵۰	۲۵-۱۷	۳۲	۲	م-۱	۲۱		۳	۲/۲
۲×۱۶		۱۰۰	۸۰	۱۰۰	DIA ت-ز	۳۵/۵۰	۴۵-۳۰	۴۵	۳	م-۱	۳۵		۵	۳/۶
۲×۲۵		۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	DIA ت-ز	۵۱	۶۳-۴۰	۶۳	۴	م-۱	۵۰		۷/۵	۵/۵

جدول ۵-۲ جدول انتخاب وسایل فرمان و حفاظت قابلهای سیستم موتورهای سه‌ساز برقی

کابل یا سیم تنزیه	اندازه کلید قطع (آمپر)	فیوز پشتیبان			نوع	تنظیم (آمپر)	رله محافظ حرارتی (بی - مثال)	رله محافظ (آمپر)	گتره (آمپر)	جریان اسمی	راه انداز	نوع	شدت جریان (آمپر) در ۳۸۰ ولت، ۵۰ سیکل			اسب بخار (متریک)	قدرت اسمی موتورهای سه‌ساز	کیلوات
		فشار (آمپر)	پایه (آمپر)	فشار (آمپر)									دور در دقیقه	دور در دقیقه	دور در دقیقه			
۳×۲/۵	۱۶	۲	۲۵	DIAZED فانچیر زمانی	۰/۲۵	۰/۲۵-۰/۱۸	۹	۰	انصاف مستقیم	۳۰۰۰	۰/۲	۰/۲۳	۰/۲۴	$\frac{1}{3}$	۰/۰۶			
۳×۲/۵	۱۶	۲	۲۵	DIA ت-ز	۰/۲۵	۰/۴-۰/۲۵	۹	۰	م-۱	۰/۳	۰/۳۴	۰/۳۶	$\frac{1}{8}$	۰/۰۹				
۳×۲/۵	۱۶	۲	۲۵	DIA ت-ز	۰/۴۵	۰/۶-۰/۴	۹	۰	م-۱	۰/۳۷	۰/۴۴	۰/۵۰	$\frac{1}{4}$	۰/۱۲				
۳×۲/۵	۱۶	۴	۲۵	DIA ت-ز	۰/۶۵	۱-۰/۶	۹	۰	م-۱	۰/۵۳	۰/۶۱	۰/۶۸	$\frac{1}{4}$	۰/۱۸				
۳×۲/۵	۱۶	۴	۲۵	DIA ت-ز	۰/۸۰	۱-۰/۶	۹	۰	م-۱	۰/۷۱	۰/۷۸	۰/۸۸	$\frac{1}{4}$	۰/۲۵				
۳×۲/۵	۱۶	۴	۲۵	DIA ت-ز	۱/۱۵	۱/۲-۰/۸	۹	۰	م-۱	۱/۱۰	۱/۱۲	۱/۱۵	$\frac{1}{4}$	۰/۳۷				
۳×۲/۵	۱۶	۶	۲۵	DIA ت-ز	۱/۵۰	۱/۶-۱/۱	۹	۰	م-۱	۱/۴۵	۱/۴۷	۱/۶۳	$\frac{1}{2}$	۰/۵۵				
۳×۲/۵	۱۶	۶	۲۵	DIA ت-ز	۲/۰۰	۲/۵-۱/۷	۹	۰	م-۱	۱/۸۳	۱/۹۵	۲/۱۵	۱/۰	۰/۷۵				
۳×۲/۵	۱۶	۶	۲۵	DIA ت-ز	۲/۸۵	۲/۲-۲/۲	۹	۰	م-۱	۲/۵۵	۲/۸	۳/۰	۱/۵	۱/۱				
۳×۲/۵	۱۶	۶	۲۵	DIA ت-ز	۳/۱۵	۲/۵-۳	۹	۰	م-۱	۲/۸۰	۳/۱۴	۲/۴	۱/۶	۱/۲				
۳×۲/۵	۱۶	۱۰	۲۵	DIA ت-ز	۳/۷۵	۲/۵-۳	۹	۰	م-۱	۳/۴	۳/۷	۴/۰	۲/۰	۱/۵				
۳×۲/۵	۲۵	۱۶	۲۵	DIA ت-ز	۵/۰۰	۶-۴	۹	۰	م-۱	۴/۴	۴/۹۵	۵/۳	۲/۶۷	۲/۰				
۳×۲/۵	۲۵	۱۶	۲۵	DIA ت-ز	۵/۲۵	۶-۴	۹	۰	م-۱	۴/۸	۵/۲	۵/۸	۲/۰	۲/۲				
۳×۲/۵	۲۵	۱۶	۲۵	DIA ت-ز	۷/۰۵	۸-۵/۵	۹	۰	م-۱	۶/۴	۷/۰	۷/۶	۴/۰	۳/۰				

کابل یا سیم تندیه	اندازه	فیوز پشتیبان			نوع	رله محافظت موتورهای برقی (مقاله - مثال)	تثبیت (آمپر)	گستره (آمپر)	جریان اسمی	راه انداز	نوع	شدت جریان (آمپر) در ۳۸۰ ولت، ۵۰ سیکل			قدرت اسمی موتورهای سه فاز	
		فشنگ (آمپر)	پایه (آمپر)	نوع								دور در دقیقه	اسب بخار (متریک)	کیلووات		
۳×۴	۲۵	۲۵	۲۵	DIAZED تاخیر زمانی	N/A	N/A	۹/۵-۶/۵	۱۶	۱	اتصال مستقیم	۳۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۵/۵	۴	
۳×۴	۲۵	۲۵	۲۵	DIA ت-ز	۱۰/۹	۱۲-۸	۱۶-۱۱	۱۶	۱	م-۱	۱۰/۱	۱۰/۸	۱۱/۹	۶/۶۷	۵	
۳×۶	۴۰	۳۵	۶۳	DIA ت-ز	۱۱/۸	۱۶-۱۱	۱۶-۱۱	۱۶	۱	م-۱	۱۱/۲	۱۱/۷	۱۳/۱	۷/۵	۵/۵	
۳×۶	۴۰	۳۵	۶۳	DIA ت-ز	۱۵/۷	۲۰-۱۴	۲۰-۱۴	۳۲	۲	م-۱	۱۴/۹	۱۵/۶	۱۸/۱	۱۰	۷/۵	
۳×۱۰	۶۳	۵۰	۶۳	DIA ت-ز	۲۰/۵	۲۵-۱۷	۲۵-۱۷	۳۲	۲	م-۱	۲۰/۲	۲۰	۲۲/۶	۱۳/۳۴	۱۰	
۳×۱۰	۶۳	۵۰	۶۳	DIA ت-ز	۲۲/۵	۲۵-۱۷	۲۵-۱۷	۳۲	۲	م-۱	۲۲/۵	۲۲	۲۴/۳	۱۵	۱۱	
۳×۱۰	۶۳	۶۳	۶۳	DIA ت-ز	۲۹/۵	۳۲-۲۲	۳۲-۲۲	۳۲	۲	م-۱	۳۰	۲۹	۳۱/۵	۲۰	۱۵	
۳×۱۶	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	DIA ت-ز	۳۸/۵	۴۵-۳۰	۴۵-۳۰	۴۵	۳	م-۱	۳۶	۳۸	۳۷/۵	۲۵	۱۸/۵	
۳×۱۶	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	DIA ت-ز	۴۰	۴۵-۳۰	۴۵-۳۰	۴۵	۳	م-۱	۳۷/۹	۳۹/۸	۴۰/۱	۲۶/۶۶	۲۰	
۳×۲۵	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	DIA ت-ز	۴۴	۶۳-۴۰	۶۳-۴۰	۶۳	۴	م-۱	۴۲/۵	۴۳/۵	۴۴/۵	۳۰	۲۲	
۳×۲۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	DIA ت-ز	۵۰	۶۳-۴۰	۶۳-۴۰	۶۳	۴	م-۱	۴۸	۴۹	۵۰	۳۳/۳۴	۲۵	
۳×۲۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	DIA ت-ز	۵۹	۶۳-۴۰	۶۳-۴۰	۶۳	۴	م-۱	۵۷	۵۸	۵۹	۴۰	۳۰	
۳×۳۵	۲۰۰	۱۲۵	۲۰۰	DIA ت-ز	۶۸	۸۰-۵۵	۸۰-۵۵	۱۱۰	۶	م-۱	۶۵/۵	۶۷	۶۸	۲۶/۶۶	۳۵	
۳×۳۵	۲۰۰	۱۲۵	۲۰۰	DIA ت-ز	۷۲	۸۰-۵۵	۸۰-۵۵	۱۱۰	۶	م-۱	۶۹	۷۱	۷۲	۵۰	۳۷	

کابل یا سیم تفصیله	اندازه کلید قطع (آمپر)	نموز پشتیبان			نوع	تنظیم (آمپر)	گتزه (آمپر)	جریان اسمی	راه انداز	نوع	شدت جریان (آمپر) در ۳۸۰ ولت، ۵۰ سیکل			اسب بخار (متریک)	کلورات
		نشتک (آمپر)	پایه (آمپر)	نوع							دور در دقیقه	دور در دقیقه	دور در دقیقه		
۳×۲۵ سطح مقطع و تعداد رشته	۲۰۰	۱۲۵	۲۰۰	DIAZED تاخیر زمانی	۷۸	۱۰۰-۷۰	۱۱۰	۶	اتصال مستقیم	۳۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۵۳/۳۳	۴۰	
۳×۵۰	۲۰۰	۱۶۰	۲۰۰	DIA ت-ز	۸۸	۱۰۰-۷۰	۱۱۰	۶	م-۱	۸۳	۸۷	۸۷	۶۰	۴۵	
۳×۵۰	۲۰۰	۱۶۰	۲۰۰	DIA ت-ز	۹۶	۱۱۰-۹۰	۱۱۰	۶	م-۱	۹۳	۹۴/۵	۹۶	۶۶/۶۶	۵۰	
۳×۵۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	DIA ت-ز	۱۰۶	۱۲۵-۸۸	۱۷۰	۸	م-۱	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۶	۷۵	۵۵	
۳×۷۰	۴۰۰	۲۲۴	۴۰۰	HRC	۱۴۴	۱۷۰-۱۲۰	۱۷۰	۸	م-۱	۱۴۰	۱۴۲	۱۴۴	۱۰۰	۷۵	
۳×۹۵	۴۰۰	۲۵۰	۴۰۰	HRC	۱۷۲	۲۰۰-۱۴۰	۲۵۰	۱۰	م-۱	۱۶۶	۱۶۸	۱۷۲	۱۲۵	۹۰	
۳×۱۲۰	۴۰۰	۳۰۰	۴۰۰	HRC	۲۱۰	۲۵۰-۱۷۵	۲۵۰	۱۰	م-۱	۲۰۰	۲۰۵	۲۱۰	۱۵۰	۱۱۰	
۳×۱۵۰	۴۰۰	۳۱۵	۴۰۰	HRC	۲۵۵	۳۲۰-۲۲۵	۴۰۰	۱۲	م-۱	۲۴۰	۲۴۵	۲۵۵	۱۸۰	۱۳۲	
۳×۱۸۵	۶۳۰	۴۰۰	۶۳۰	HRC	۲۹۵	۴۰۰-۲۸۰	۴۰۰	۱۲	م-۱	۲۹۰	۲۹۵	۲۹۵	۲۲۰	۱۶۰	
۳×۲۰۰	۶۳۰	۵۰۰	۶۳۰	HRC	۳۷۰	۵۰۰-۳۵۰	۴۰۰	۱۲	م-۱	۳۶۰	۳۶۰	۳۷۰	۲۷۰	۲۰۰	
۳×۲۰۰	۶۳۰	۶۳۰	۶۳۰	HRC	۴۶۰	۶۳۰-۴۴۰	۶۳۰	۱۴	م-۱	۴۲۰	۴۲۰	۴۶۰	۳۴۰	۲۵۰	
۳×۲۰۰	۶۳۰	۶۳۰	۶۳۰	HRC	۵۸۰	۶۳۰-۴۴۰	۶۳۰	۱۴	م-۱	۵۶۰	۵۷۰	۵۸۰	۴۳۰	۲۱۵	
۲(۳×۲۴۰)	۱۰۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	HRC	۷۰۰	۱۰۰۰-۲۵۰	۱۰۰۰	-	م-۱	۶۶۰	۶۸۰	۷۰۰	۵۱۵	۳۸۰	
۲(۳×۲۴۰)	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	HRC	۷۲۰	۱۰۰۰-۲۵۰	۱۰۰۰	-	م-۱	۷۱۰	۷۱۵	۷۲۰	۵۲۵	۴۰۰	
۲(۳×۲۴۰)	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	HRC	۹۱۰	۱۲۰۰-۷۵۰	۱۰۰۰	-	م-۱	۸۷۵	۸۹۵	۹۱۰	۶۸۰	۵۰۰	

کابل یا سیم تنظیمه	اندازه کلید قطع	فشار (آمپر)	فیوز پشتیبان		نوع	تنظیم (آمپر)	گستره (آمپر)	جریان اسمی	راه انداز		نوع	شدت جریان (آمپر) در ۳۸۰ ولت، ۵۰ سیکل			قدرت اسمی موتورهای سه فاز		اسب بخار (متریک)	کیلوات
			پایه (آمپر)	نوع					راه انداز	نوع		دور در دقیقه	دور در دقیقه	دور در دقیقه	اسب بخار	کیلوات		
۲(۳×۶)	۴۰	۲۵	NEOZ-25 HRC-125	تاخیر زمانی یا HRC	۱۳	۱۶-۱۱	۲۵	۱	ستاره مغلت	۳۰۰۰	۲۲/۵	۲۲	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۲۴/۳	۱۵	۱۱	
۲(۳×۱۰)	۶۳	۵۰	NEOZ-63 HRC-125	تاخیر زمانی یا HRC	۱۸	۲۰-۱۴	۵۰	۲	س-س	۳۰	۲۹	۲۸	۳۱/۵	۲۰	۲۰	۱۵		
۲(۳×۱۰)	۱۰۰	۶۳	NEOZ-63 HRC-125	تاخیر زمانی یا HRC	۲۲	۲۵-۱۷	۵۰	۲	س-س	۳۶	۳۸	۳۷/۵	۲۵	۱۸/۵				
۲(۳×۱۶)	۱۰۰	۶۳	NEOZ-63 HRC-125	تاخیر زمانی یا HRC	۲۴	۳۲-۲۲	۷۰	۳	س-س	۳۷/۹	۳۹/۸	۴۰/۱	۲۶/۶۶	۲۰	۲۰			
۲(۳×۱۶)	۱۰۰	۶۳	NEOZ-63 HRC-125	تاخیر زمانی یا HRC	۲۶	۳۲-۲۲	۷۰	۳	س-س	۴۲/۵	۴۳/۵	۴۴/۵	۳۰	۲۲				
۲(۳×۱۶)	۱۰۰	۶۳	NEOZ-63 HRC-125	تاخیر زمانی یا HRC	۲۹	۳۲-۲۲	۷۰	۳	س-س	۴۸	۴۹	۵۰	۳۳/۳۴	۲۵				
۲(۳×۱۶)	۱۲۵	۸۰	۱۲۵	HRC	۲۵	۴۵-۳۰	۷۰	۳	س-س	۵۷	۵۸	۵۹	۴۰	۳۰				
۲(۳×۲۵)	۱۲۵	۱۰۰	۱۲۵	HRC	۴۰	۴۵-۳۰	۱۰۰	۴	س-س	۶۵/۵	۶۷	۶۸	۴۶/۶۶	۳۵				
۲(۳×۲۵)	۱۶۰	۱۲۵	۱۶۰	HRC	۴۲	۶۳-۴۰	۱۰۰	۴	س-س	۶۹	۷۱	۷۲	۵۰	۳۷				
۲(۳×۲۵)	۱۶۰	۱۲۵	۱۶۰	HRC	۴۵	۶۳-۴۰	۱۰۰	۴	س-س	۷۴/۲	۷۵/۶	۷۷/۲	۵۳/۳۳	۴۰				
۲(۳×۲۵)	۱۶۰	۱۲۵	۱۶۰	HRC	۵۱	۶۳-۴۰	۱۶۰	۶	س-س	۸۳	۸۷	۸۷	۶۰	۴۵				
۲(۳×۲۵)	۱۶۰	۱۲۵	۱۶۰	HRC	۵۶	۶۳-۴۰	۱۶۰	۶	س-س	۹۳	۹۴/۵	۹۶	۶۶/۶۶	۵۰				
۲(۳×۵۰)	۲۵۰	۱۶۰	۲۵۰	HRC	۶۲	۸۰-۵۵	۱۶۰	۶	س-س	۱۰۴	۱۰۴	۱۰۶	۷۵	۵۵				
۲(۳×۷۰)	۲۵۰	۲۰۰	۲۵۰	HRC	۸۴	۱۰۰-۷۰	۱۶۰	۶	س-س	۱۴۰	۱۴۲	۱۴۴	۱۰۰	۷۵				

کابل یا سیم تنظیمه	اندازه کلید قطع (آمپر)	فیوز پشتیبان			نوع	تنظیم (آمپر)	رله محافظ حرارتی (بی - مثال)	گتیره (آمپر)	جریان اسمی	راه انداز	نوع	شدت جریان (آمپر) در			اسب بخار (متریک)	کیلوات
		نوع	پایه (آمپر)	نقطه (آمپر)								۳۸۰ ولت، ۵۰ سیکل	دور در دقیقه	۱۰۰۰۰		
۲(۳×۹۵)	۴۰۰	۲۵۰	۴۰۰	HRC	۹۸	۱۲۵-۸۸	۲۵۰	$\frac{A}{2}$	س-س	۲-۲	۱۶۶	۱۶۸	۱۷۲	۱۲۵	۹۰	
۲(۳×۹۵)	۴۰۰	۲۵۰	۴۰۰	HRC	۱۲۰	۱۲۵-۸۸	۲۵۰	$\frac{A}{2}$	س-س	۲-۲	۲۰۰	۲۰۵	۲۱۰	۱۵۰	۱۱۰	
۲(۳×۱۲۰)	۴۰۰	۳۱۵	۴۰۰	HRC	۱۴۵	۱۷۰-۱۲۰	۲۵۰	$\frac{A}{2}$	س-س	۲-۲	۲۴۰	۲۴۵	۲۵۵	۱۸۰	۱۳۲	
۲(۳×۱۵۰)	۶۳۰	۴۰۰	۶۳۰	HRC	۱۷۵	۲۵۰-۱۷۵	۵۰۰	$\frac{11}{8}$	س-س	۲-۲	۲۹۰	۲۹۵	۲۹۵	۲۲۰	۱۶۰	
۲(۳×۲۴۰)	۶۳۰	۴۰۰	۶۳۰	HRC	۲۱۰	۲۵۰-۱۷۵	۵۰۰	$\frac{11}{8}$	س-س	۲-۲	۳۶۰	۳۶۰	۳۷۰	۲۷۰	۲۰۰	
۲(۳×۳۰۰)	۶۳۰	۵۰۰	۶۳۰	HRC	۲۶۱	۳۲۰-۲۲۵	۵۰۰	$\frac{11}{8}$	س-س	۲-۲	۴۴۰	۴۵۰	۴۶۰	۳۴۰	۲۵۰	
۲(۳×۴۰۰)	۱۰۰۰	۲×۵۰۰	۲×۶۳۰	HRC	۳۳۱	۴۰۰-۲۸۰	۷۰۰	$\frac{11}{10}$	س-س	۲-۲	۵۶۰	۵۷۰	۵۸۰	۴۳۰	۳۱۵	
۲(۳×۲۴۰)	۱۰۰۰	۲×۵۰۰	۲×۶۳۰	HRC	۳۹۵	۴۰۰-۲۸۰	۷۰۰	$\frac{11}{10}$	س-س	۲-۲	۶۶۰	۶۸۰	۷۰۰	۵۱۵	۳۸۰	
۲(۳×۲۴۰)	۱۰۰۰	۲×۵۰۰	۲×۶۳۰	HRC	۴۱۵	۶۳۰-۳۵۰	۱۰۰۰	-	س-س	۲-۲	۷۱۰	۷۱۵	۷۲۰	۵۴۵	۴۰۰	
۲(۳×۲۴۰)	۱۰۰۰	۲×۵۰۰	۲×۶۳۰	HRC	۴۹۳	۶۳۰-۳۵۰	۱۰۰۰	-	س-س	۲-۲	۸۳۰	۸۵۰	۸۷۰	۶۴۵	۴۷۵	
۶(۳×۱۸۵)	۱۰۰۰	۲×۵۰۰	۲×۶۳۰	HRC	۵۲۰	۶۳۰-۳۵۰	۱۰۰۰	-	س-س	۲-۲	۸۷۵	۸۹۵	۹۱۰	۶۸۰	۵۰۰	

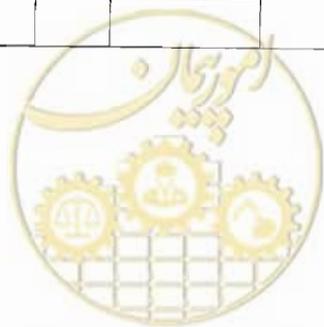
جدول ۵-۳ جدول ظرفیت بار ثابت شمشهای مسی تخت در حرارت ۳۰ درجه سانتیگراد برحسب آمپر

ظرفیت بار شمش برحسب تعداد								نوع جریان برق	وزن کیلوگرم بر متر	سطح مقطع میلیمتر مربع	ابعاد میلیمتر
بدون رنگ				رنگ شده							
۴	۳	۲	۱	۴	۳	۲	۱				
		۳۰۰	۱۷۰			۳۳۰	۱۸۵	~	۰/۴	۴۵	۱۵×۳
		۳۰۵	۱۷۵			۳۳۵	۱۹۵	=			
		۳۸۰	۲۲۰			۴۲۵	۲۴۵	~	۰/۵۳	۶۰	۲۰×۳
		۳۹۵	۲۲۵			۴۳۵	۲۵۰	=			
		۴۶۰	۲۷۰			۵۱۰	۳۰۰	~	۰/۶۷	۷۵	۲۵×۳
		۴۸۵	۲۷۵			۵۳۰	۳۱۰	=			
		۷۰۰	۴۰۰			۷۸۰	۴۵۰	~	۱/۳۴	۱۵۰	۳۰×۵
		۷۲۵	۴۲۵			۸۰۰	۴۷۵	=			
		۹۰۰	۵۲۰			۱۰۰۰	۶۰۰	~	۱/۷۸	۲۰۰	۴۰×۵
		۹۳۵	۵۵۰			۱۰۳۰	۶۰۰	=			
۲۱۰۰	۱۵۵۰	۱۱۰۰	۶۳۰	۲۳۰۰	۱۷۵۰	۱۲۰۰	۷۰۰	~	۲/۲۳	۲۵۰	۵۰×۵
	۱۷۰۰	۱۱۵۰	۶۵۰		۱۸۷۰	۱۲۷۰	۷۴۰	=			
۲۴۰۰	۱۸۰۰	۱۳۰۰	۷۵۰	۲۶۵۰	۱۹۸۰	۱۴۰۰	۸۲۵	~	۲/۶۷	۳۰۰	۶۰×۵
۲۵۰۰	۱۹۰۰	۱۴۰۰	۷۸۰	۲۷۰۰	۲۲۰۰	۱۵۰۰	۸۷۰	=			
۳۴۰۰	۲۵۰۰	۱۸۶۰	۱۱۰۰	۳۸۰۰	۲۸۰۰	۲۱۰۰	۱۲۰۰	~	۵/۳۴	۶۰۰	۶۰×۱۰
۳۵۰۰	۲۸۰۰	۲۰۰۰	۱۱۰۰	۳۹۰۰	۳۱۰۰	۲۲۰۰	۱۲۵۰	=			
۲۹۰۰	۲۲۰۰	۱۶۵۰	۹۵۰	۳۳۰۰	۲۴۵۰	۱۸۰۰	۱۰۶۰	~	۳/۵۶	۴۰۰	۸۰×۵
۳۲۰۰	۲۵۰۰	۱۸۰۰	۱۰۰۰	۳۵۰۰	۲۸۰۰	۲۰۰۰	۱۱۵۰	=			
۴۲۰۰	۳۱۰۰	۲۳۰۰	۱۴۰۰	۴۶۰۰	۳۴۵۰	۲۶۰۰	۱۵۴۰	~	۷/۱۲	۸۰۰	۸۰×۱۰
۴۵۰۰	۳۶۰۰	۲۶۰۰	۱۴۵۰	۵۱۰۰	۴۰۰۰	۲۸۰۰	۱۶۵۰	=			
۴۸۰۰	۳۶۰۰	۲۷۰۰	۱۷۰۰	۵۴۰۰	۴۰۰۰	۳۱۰۰	۱۸۸۰	~	۸/۹	۱۰۰۰	۱۰۰×۱۰
۵۶۰۰	۴۴۰۰	۳۲۰۰	۱۷۰۰	۶۲۰۰	۴۹۰۰	۳۶۰۰	۲۰۰۰	=			
۵۵۰۰	۴۲۰۰	۳۲۰۰	۲۰۰۰	۶۱۰۰	۴۶۰۰	۳۵۰۰	۲۲۰۰	~	۱۰/۶۸	۱۲۰۰	۱۲۰×۱۰
۶۶۰۰	۵۲۰۰	۳۷۰۰	۲۱۰۰	۷۴۰۰	۵۷۰۰	۴۲۰۰	۲۳۰۰	=			



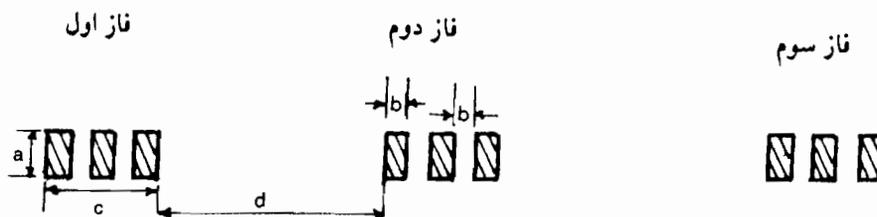
جدول ۴-۵ جدول ظرفیت بار ثابت شمشهای آلومینیومی تخت در حرارت ۳۰ درجه سانتیگراد برحسب آمپر

ظرفیت بار شمش برحسب تعداد								نوع جریان برق	وزن کیلوگرم بر متر	سطح مقطع میلیمتر مربع	ابعاد میلیمتر
بدون رنگ				رنگ شده							
۴	۳		۱	۴	۳	۲	۱				
		۲۷۰	۱۴۵			۳۴۰	۱۹۵	~	۰/۱۶۲	۶۰	۲۰x۳
		۲۸۰	۱۵۰			۳۵۰	۲۰۰	=			
		۳۳۰	۱۸۰			۴۱۰	۲۴۰	~	۰/۲۰۲	۷۵	۲۵x۳
		۳۴۰	۱۸۵			۴۳۰	۲۴۵	=			
		۵۰۰	۲۷۰			۶۲۵	۳۶۰	~	۰/۴۰۵	۱۵۰	۳۰x۵
		۵۲۰	۲۷۵			۶۴۵	۳۸۰	=			
		۶۵۰	۳۵۰			۸۰۰	۴۶۰	~	۰/۵۴۰	۲۰۰	۴۰x۵
		۶۶۰	۳۶۰			۸۳۰	۴۸۵	=			
۱۸۰۰	۱۳۵۰	۹۷۵	۵۱۵	۲۲۵۰	۱۶۵۰	۱۲۰۰	۶۷۰	~	۱/۰۸۰	۴۰۰	۴۰x۱۰
	۱۴۲۰	۱۰۰۰	۵۴۰		۱۷۵۰	۱۲۴۰	۷۰۰	=			
۲۱۶۰	۱۶۰۰	۱۱۵۰	۶۲۵	۲۲۶۰	۱۹۶۰	۱۴۴۰	۸۲۰	~	۱/۳۵	۵۰۰	۵۰x۱۰
	۱۷۳۰	۱۲۱۵	۶۵۵		۲۱۴۰	۱۵۲۰	۸۵۰	=			
۱۷۳۰	۱۳۰۰	۹۰۰	۵۰۰	۲۱۲۰	۱۵۸۰	۱۱۳۰	۶۶۰	~	۰/۸۱	۳۰۰	۶۰x۵
۱۸۵۰	۱۴۲۰	۹۶۰	۵۳۰	۲۲۰۰	۱۷۰۰	۱۲۱۰	۷۰۰	=			
۲۵۰۰	۱۸۵۰	۱۳۰۰	۷۳۰	۳۰۴۰	۲۲۳۰	۱۶۵۰	۹۶۰	~	۱/۶۲	۶۰۰	۶۰x۱۰
۲۶۰۰	۲۶۳۰	۱۴۳۰	۷۷۰	۳۱۵۰	۲۵۰۰	۱۷۹۰	۱۰۰۰	=			
۳۱۰۰	۲۳۰۰	۱۶۵۰	۹۳۰	۳۶۸۰	۲۷۶۰	۲۱۰۰	۱۲۳۰	~	۲/۱۶	۸۰۰	۸۰x۱۰
۳۴۰۰	۲۶۴۰	۱۸۴۰	۹۸۵	۴۱۰۰	۳۲۰۰	۲۳۰۰	۱۳۰۰	=			
۳۷۰۰	۲۷۰۰	۱۹۵۰	۱۱۰۰	۴۳۰۰	۳۲۰۰	۲۴۵۰	۱۵۰۰	~	۲/۷۰	۱۰۰۰	۱۰۰x۱۰
۴۲۰۰	۳۲۰۰	۲۲۴۰	۱۲۰۰	۵۰۰۰	۳۹۰۰	۲۸۰۰	۱۵۸۰	=			
۴۳۰۰	۳۱۰۰	۲۳۵۰	۱۳۱۰	۴۹۰۰	۳۷۰۰	۲۸۰۰	۱۷۶۰	~	۳/۲۴	۱۲۰۰	۱۲۰x۱۰
۵۰۰۰	۳۸۰۰	۲۶۴۰	۱۴۲۰	۵۹۰۰	۴۶۰۰	۳۳۰۰	۱۸۷۵	=			



نکاتی که برای استفاده از جداول ۳-۵ و ۴-۵ باید مورد توجه قرار گیرد:

- ۱- ظرفیت بار مشخص شده، در هر یک از جداول، برای شینه‌هایی معتبر است که ضلع بزرگتر مقطع آن (a) در وضعیت عمودی قرار گیرد.



- ۲- در هر یک از فازها، فاصله بین دو شینه مجاور (b)، برابر است با ضخامت شینه مورد نظر.
- ۳- مقادیر ظرفیت بار (I) در حرارت‌های بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد ( $\theta$ ) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$I = I_{30} \cdot \sqrt{\frac{\theta}{30}}$$

$I_{30}$  = ظرفیت بار (آمپر) در حرارت ۳۰ درجه سانتیگراد.

- ۴- شدت جریان مجاز (I) برای فرکانس‌های دیگر (f)، با استفاده از فرمول  $I = I_{30} \cdot \sqrt{\frac{50}{f}}$  محاسبه می‌شود.

- ۵- در هر یک از فازها فقط سطوح خارجی شینه‌ها باید رنگ آمیزی شود.

- ۶- شرایط زیر برای برق متناوب (a.c.) معتبر است:

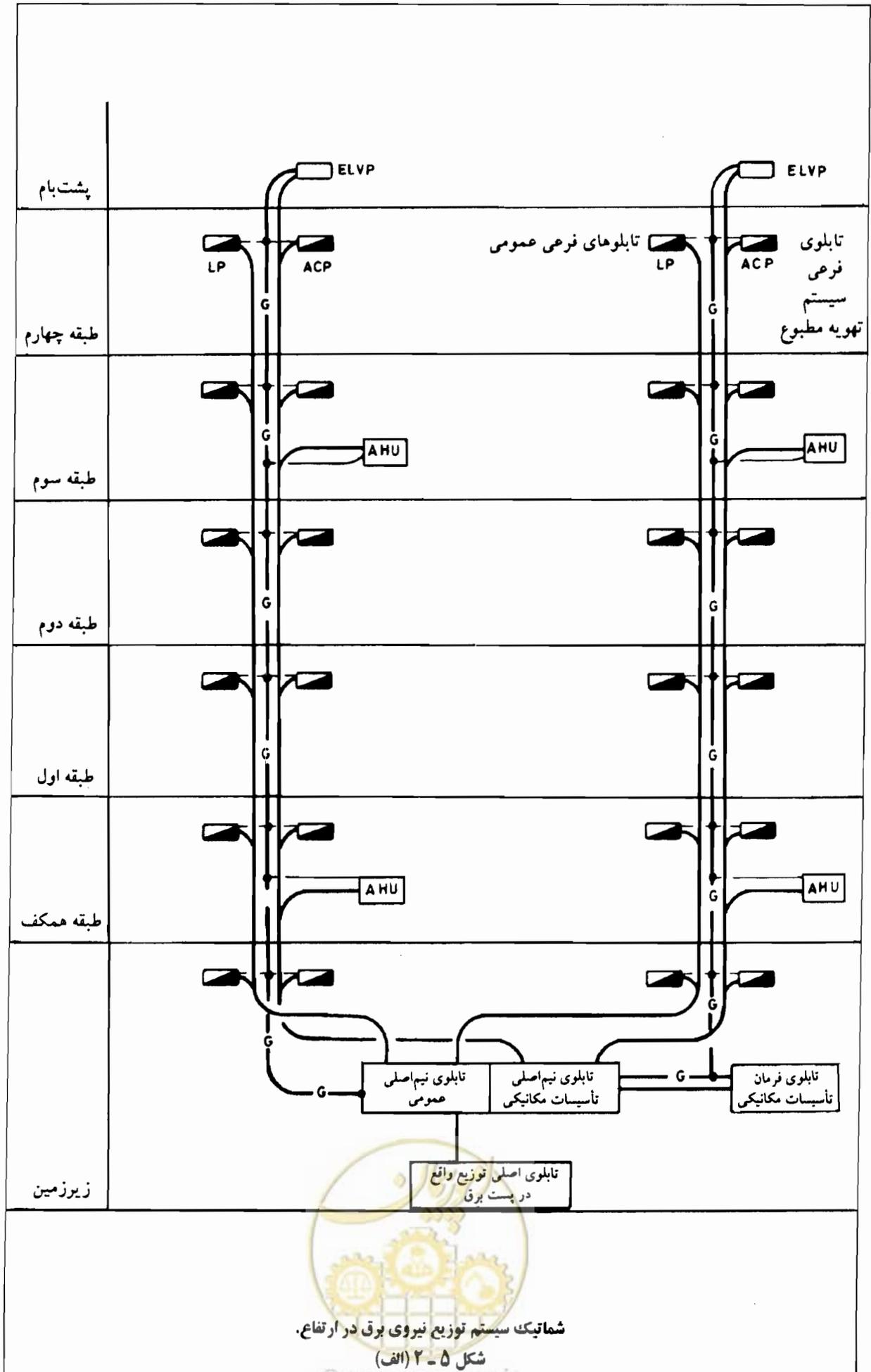
- الف - معدل افزایش حرارت در جدول برابر ۳۰ درجه سانتیگراد خواهد بود مشروط بر آن‌که فاصله بین مجموعه شینه‌های دوفاز (d) از ده برابر قطر مجموع شینه‌های یکی از فازها (c) کمتر نباشد. در صورتی که فاصله d کمتر از ده برابر فاصله c باشد، مقادیر ظرفیت بار مندرج در جداول ۳-۵ و ۴-۵ طبق ضرایب زیر کاهش می‌یابد:

نسبت c : d	۸	۶	۴	۲
ضریب کاهش	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۹	۰/۸

- ب - شینه‌هایی که روبروی فازهای مجاور واقع می‌شود دارای چند درجه حرارت بیشتر خواهد بود.

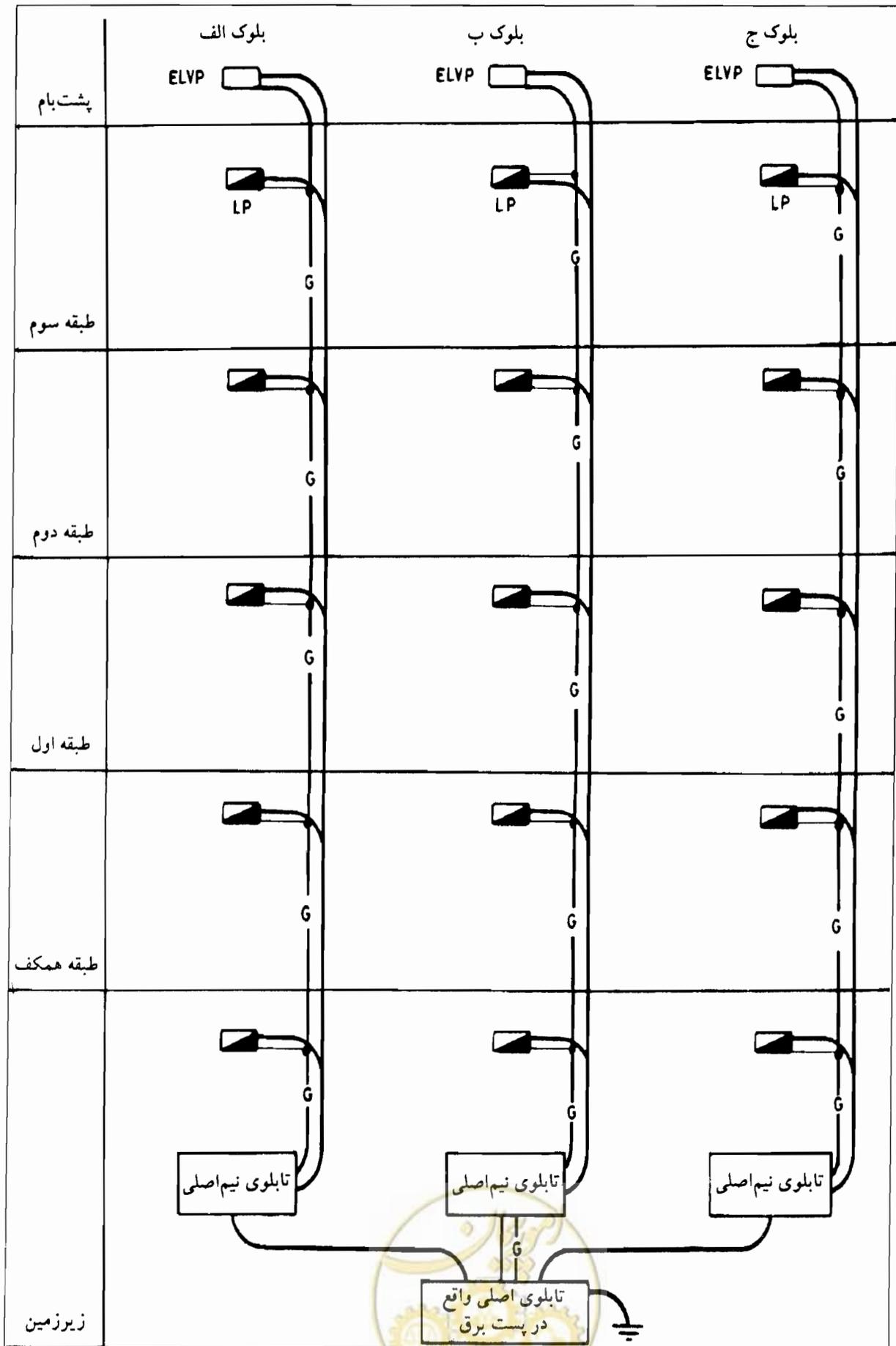






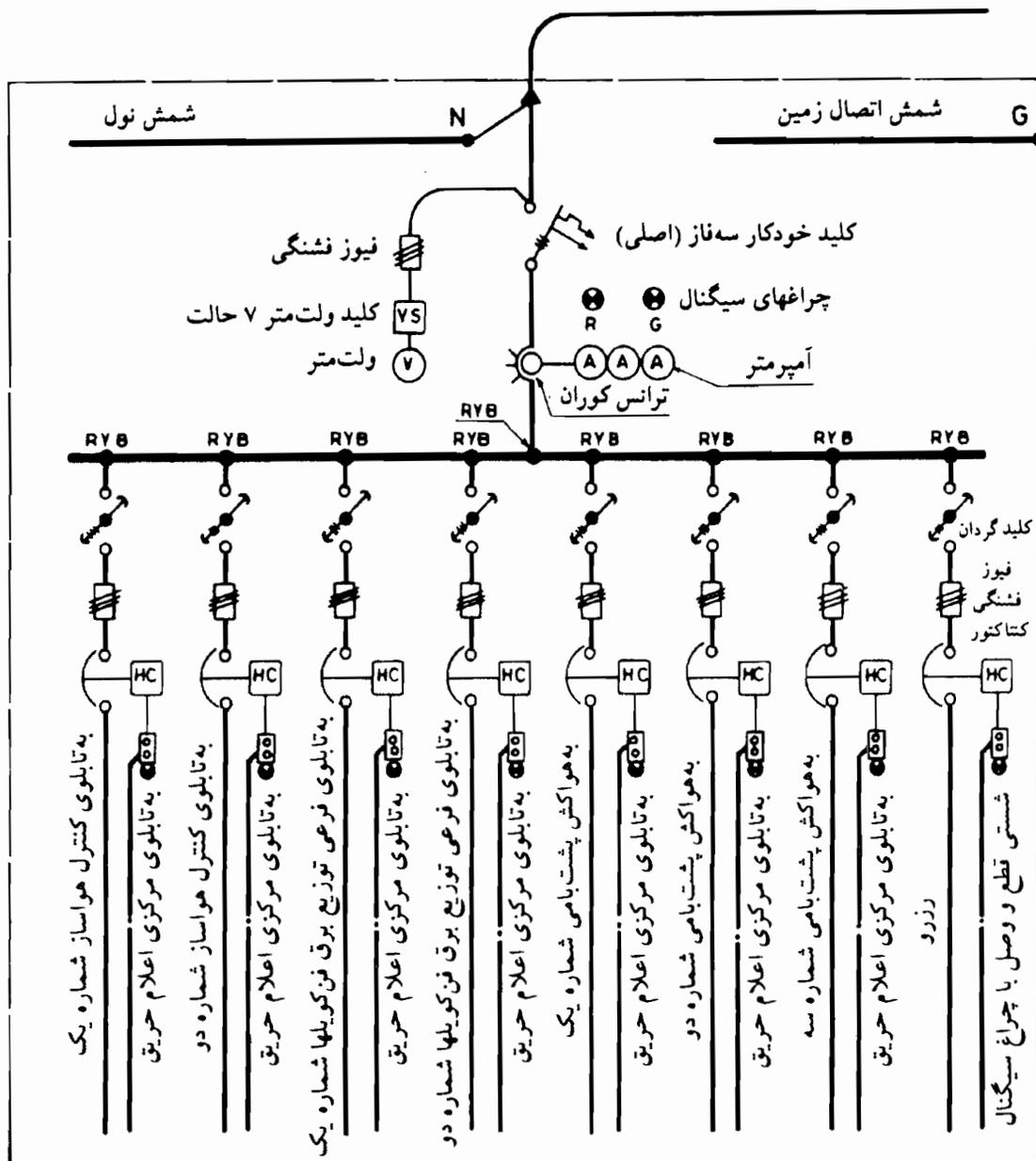
شماتیک سیستم توزیع نیروی برق در ارتفاع.

شکل ۵-۲ (الف)



شماتیک سیستم توزیع نیروی برق در ارتفاع.

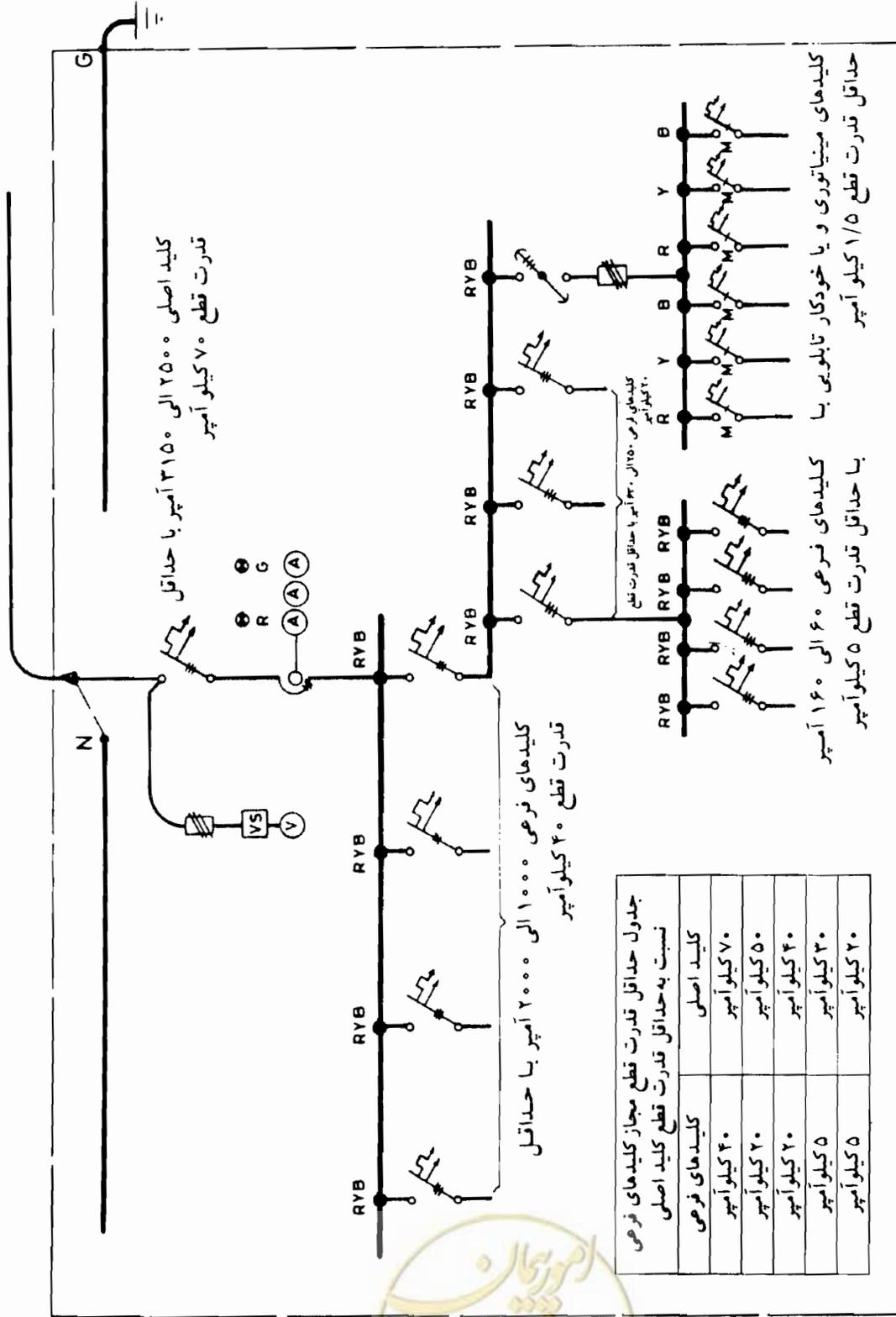
شکل ۵-۲ (ب)



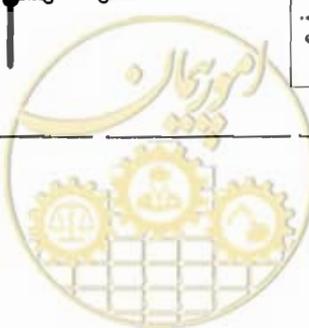
شماتیک تابلوی اصلی توزیع نیروی برق سیستم تهویه مطبوع و هواکشها.

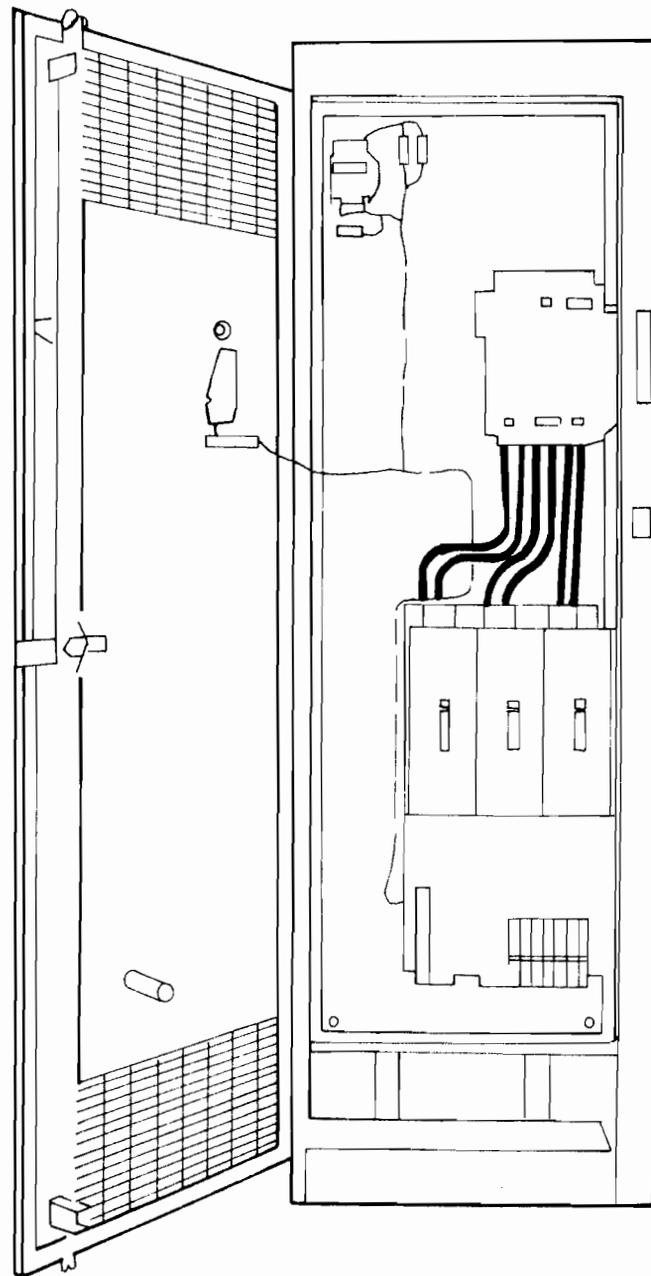
(برای سیستم قطع خودکار جریان هوای هر منطقه در صورت عملکرد اعلام حریق آن منطقه در مواقع آتش سوزی)





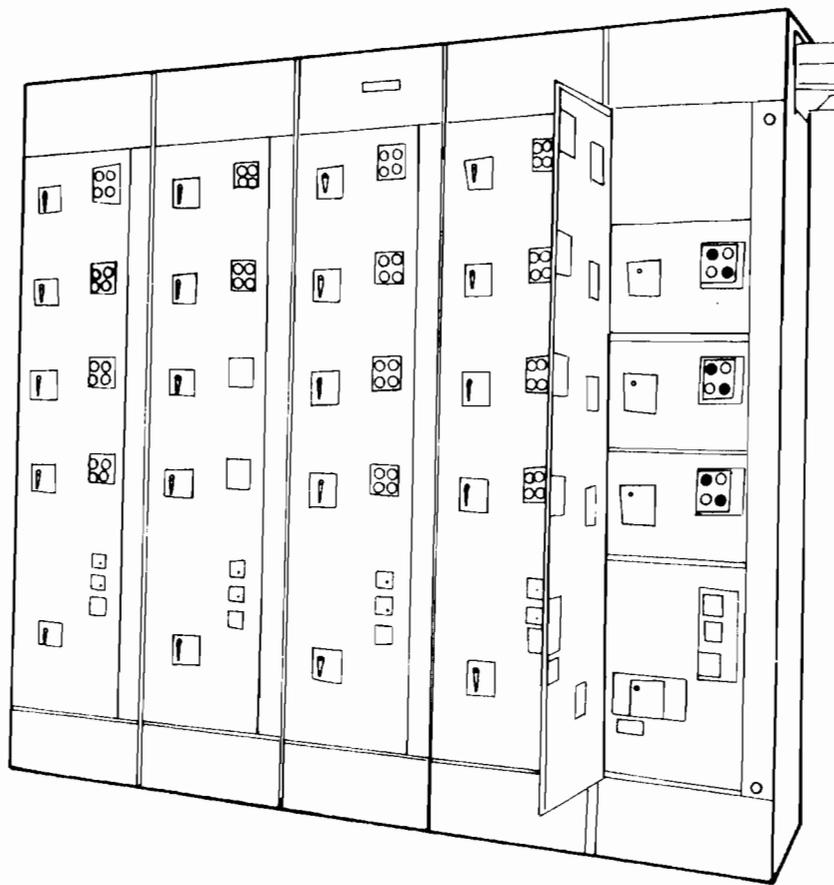
شکل ۴-۵ شماتیک تقسیم‌بندی کلیدها در تابلو برحسب حداقل قدرت منقطع.





نمای تابلوی تمام‌بسته ایستاده قابل فرمان و دسترسی از جلو.

شکل ۵-۵

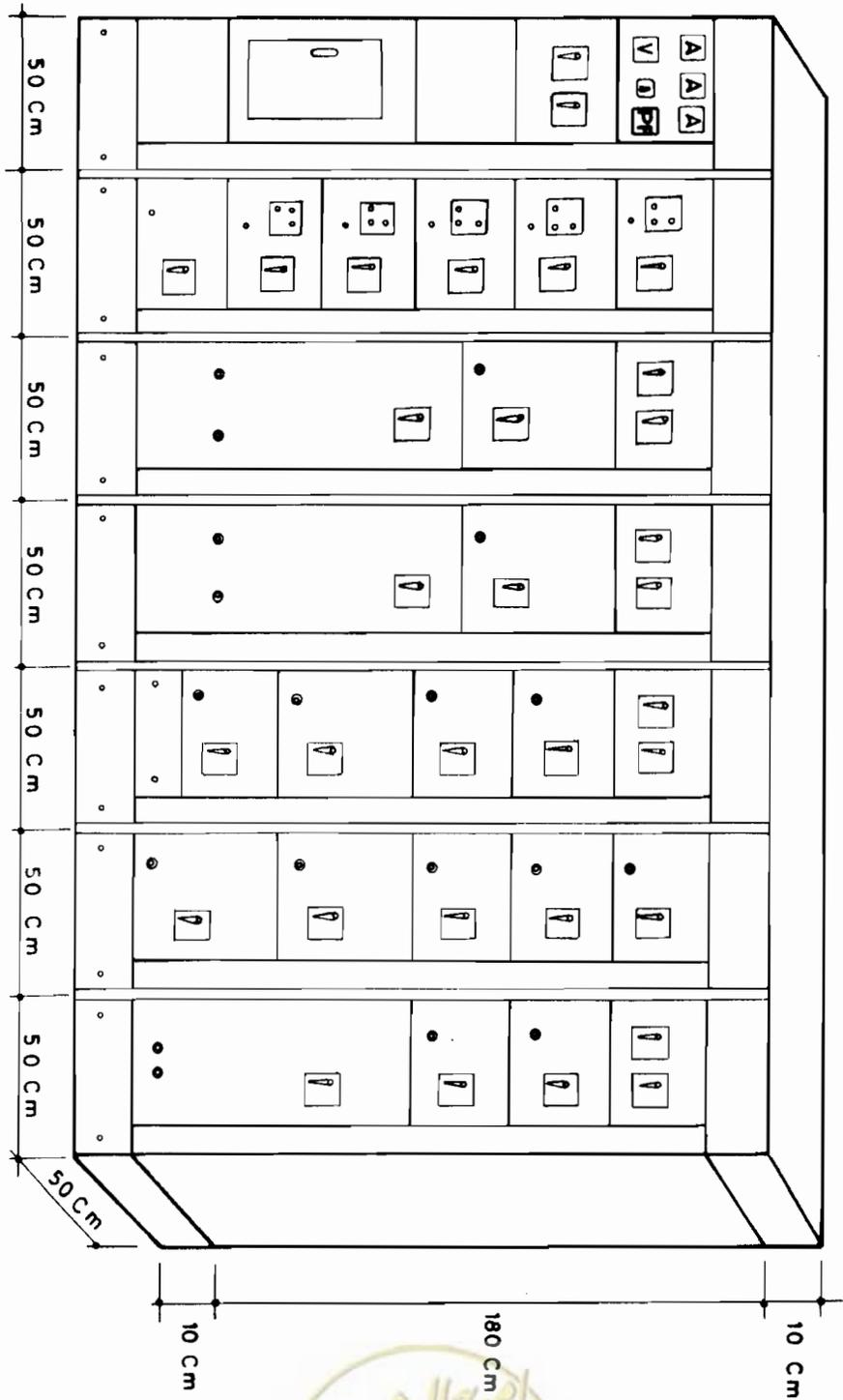


نمای تابلوی ایستاده تمام بسته قابل فرمان و دسترسی از جلو.

شکل ۵-۶

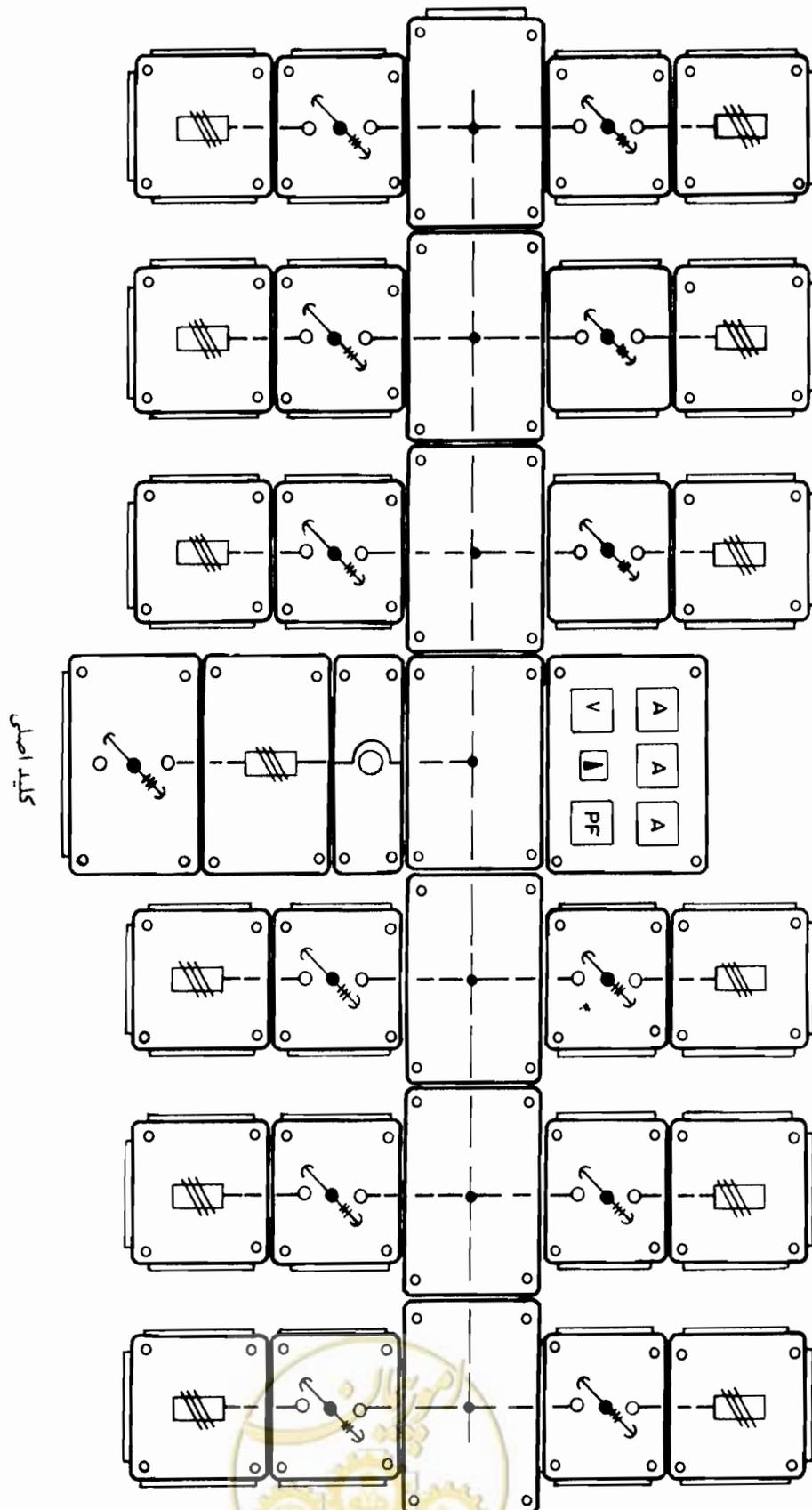




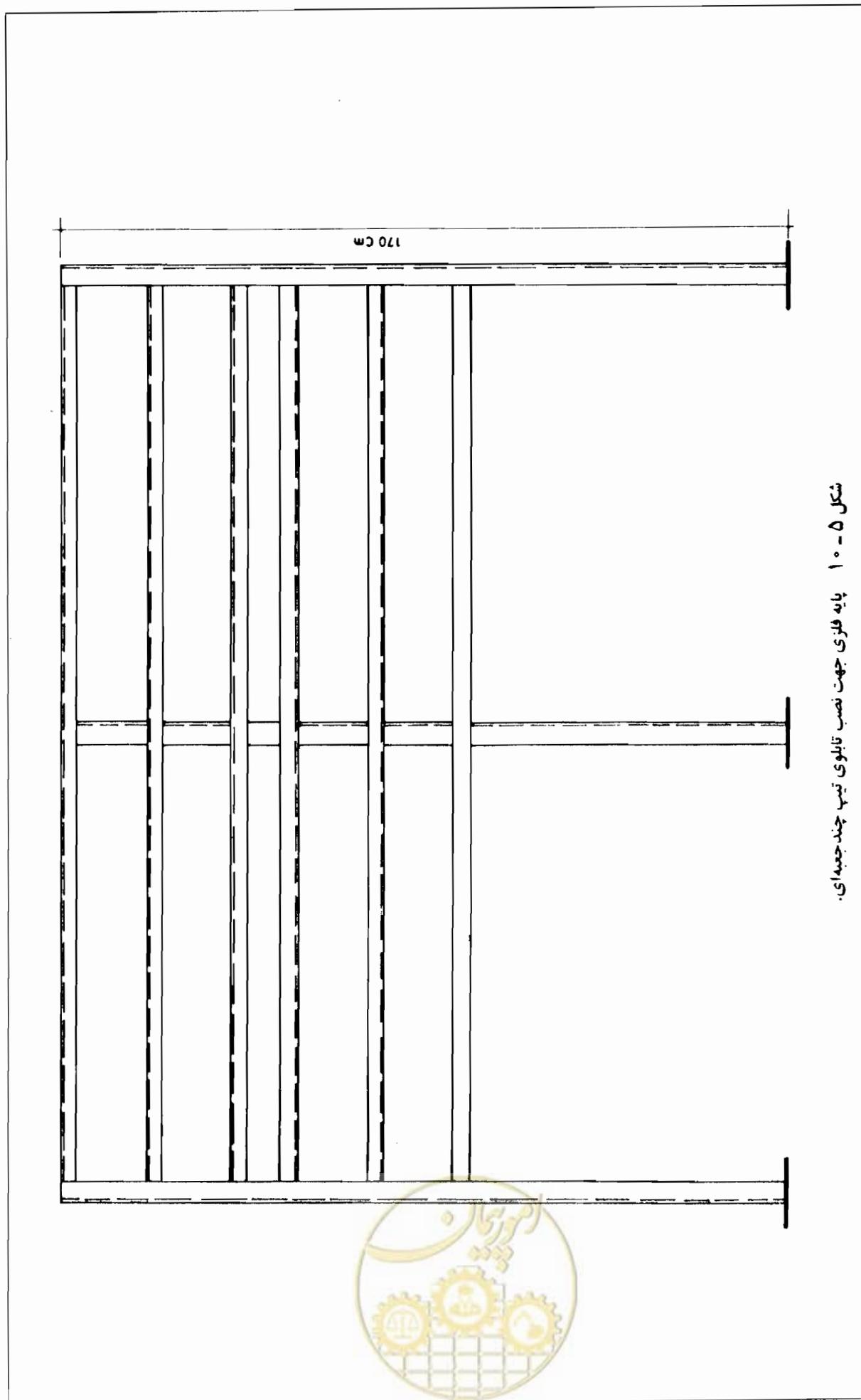


شکل ۵-۸ نمای تابلوی توزیع نیروی برق ایستاده چندخانه.

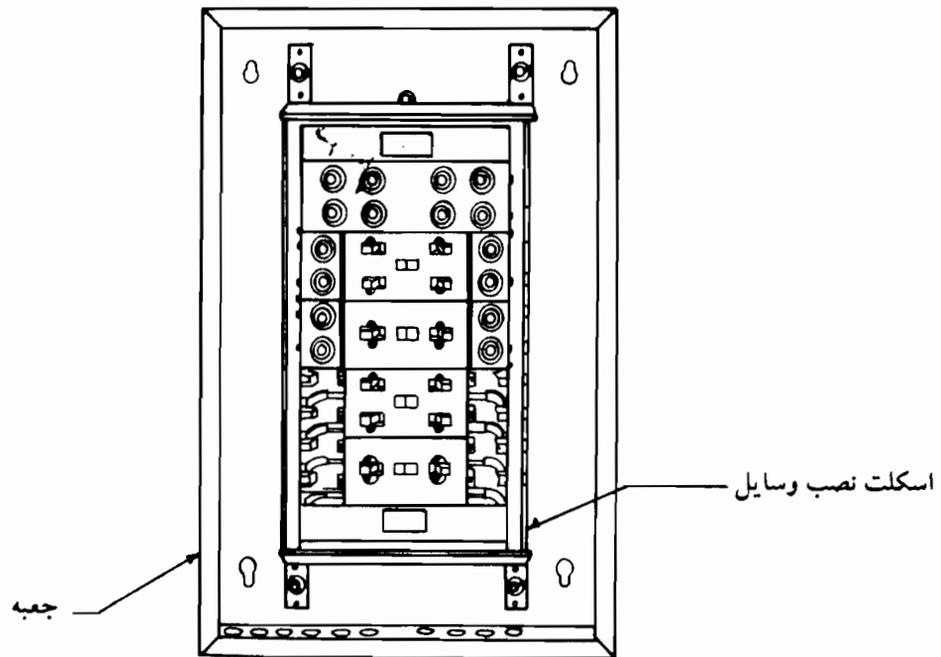




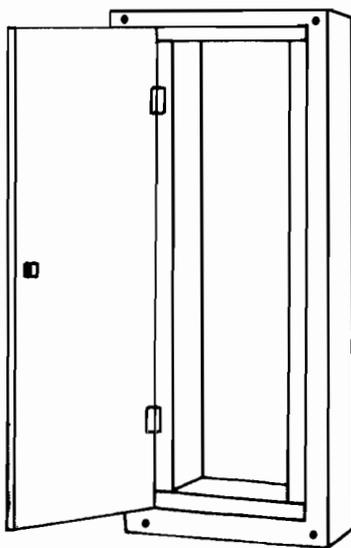
شکل ۵-۹. نما و شماتیک تابلوی توزیع نیروی برق نوع چندجهته‌ای قابل نصب روی دیوار و پایه فلزی.



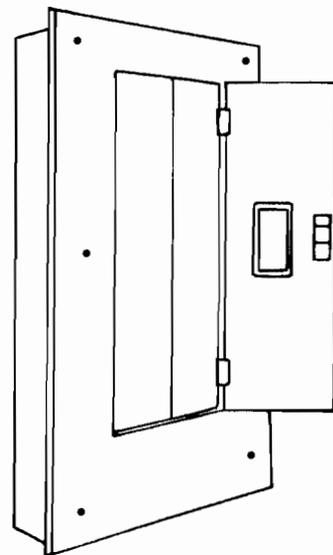
شکل ۵-۱۰ پایه فلزی جهت نصب قاب‌بندی تیب چندجمله‌ای.



جعبه و اسکلت تابلوی دیواری  
(الف)

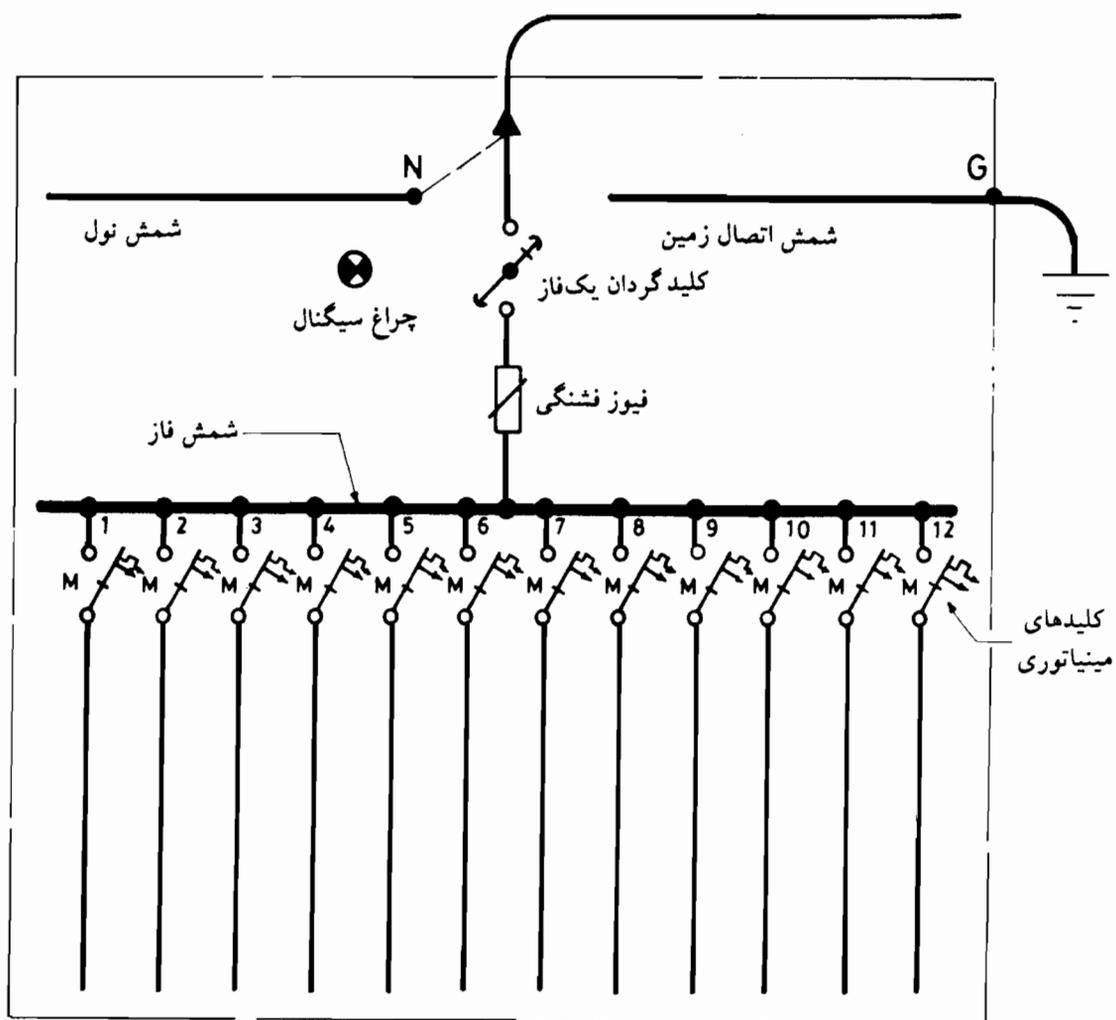


تابلوی دیواری روکار  
(پ)



تابلوی دیواری توکار  
(ب)

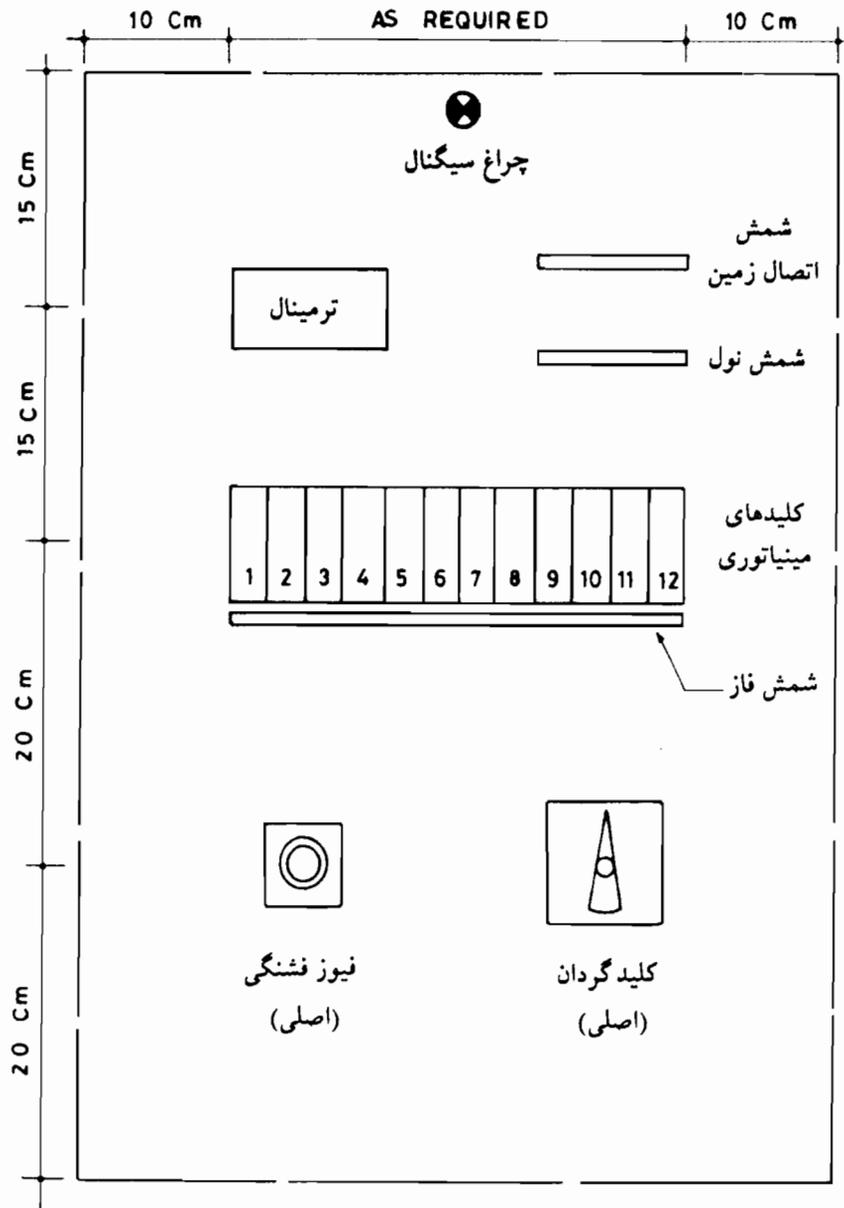




شمانیک تابلوی فرعی توزیع برق - نوع یک فاز ۱۲ مداره.

شکل ۵-۱۲

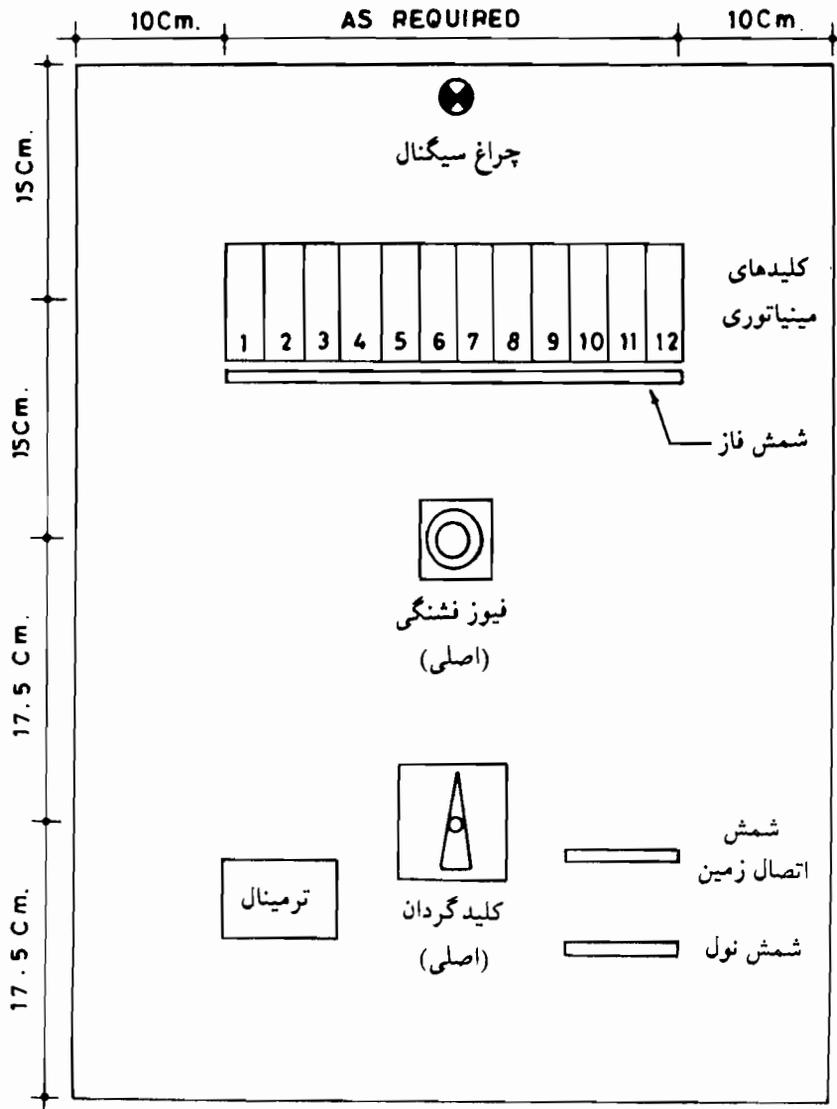




سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی فرعی توزیع برق - نوع یک فاز.

شکل ۵-۱۳

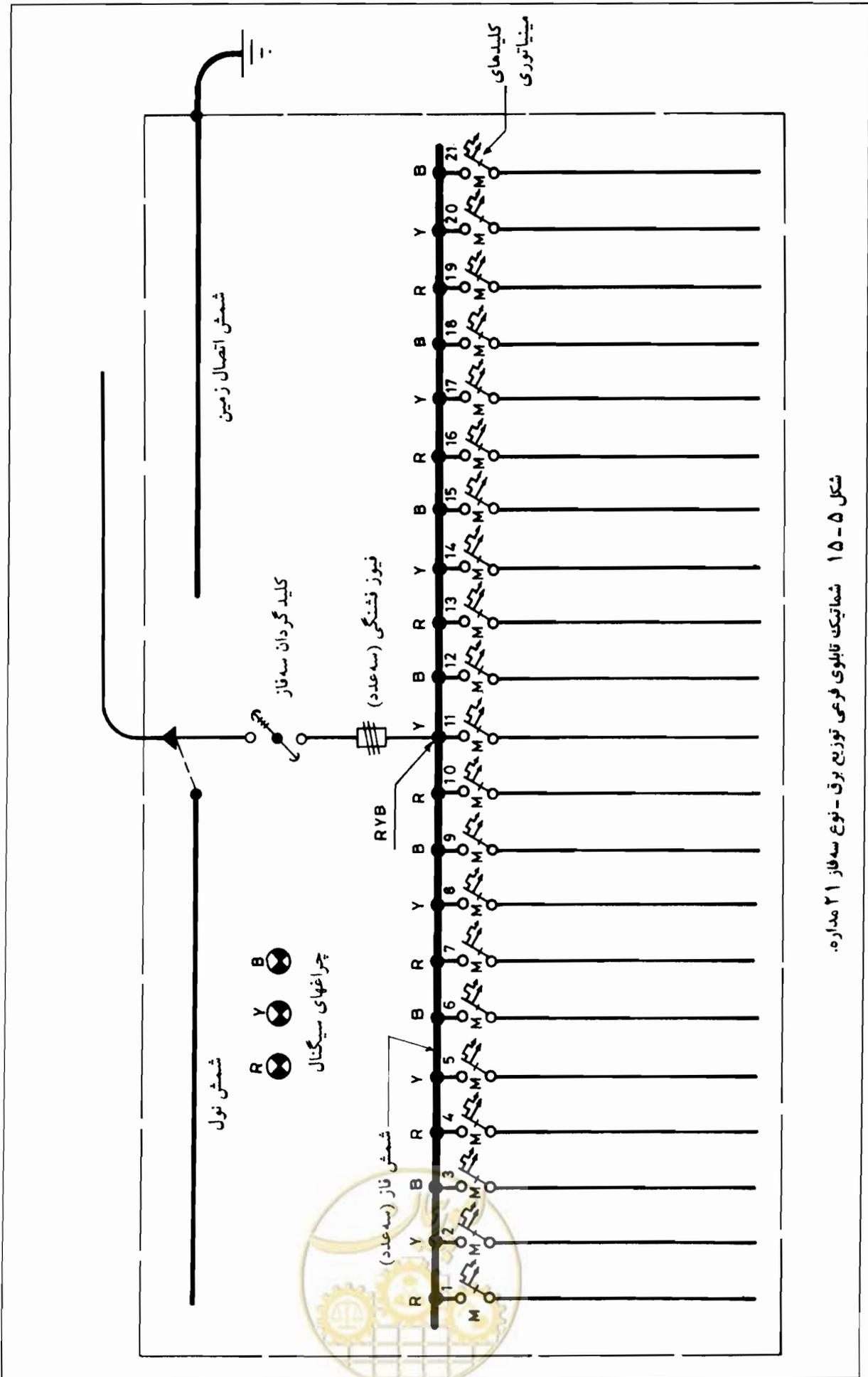




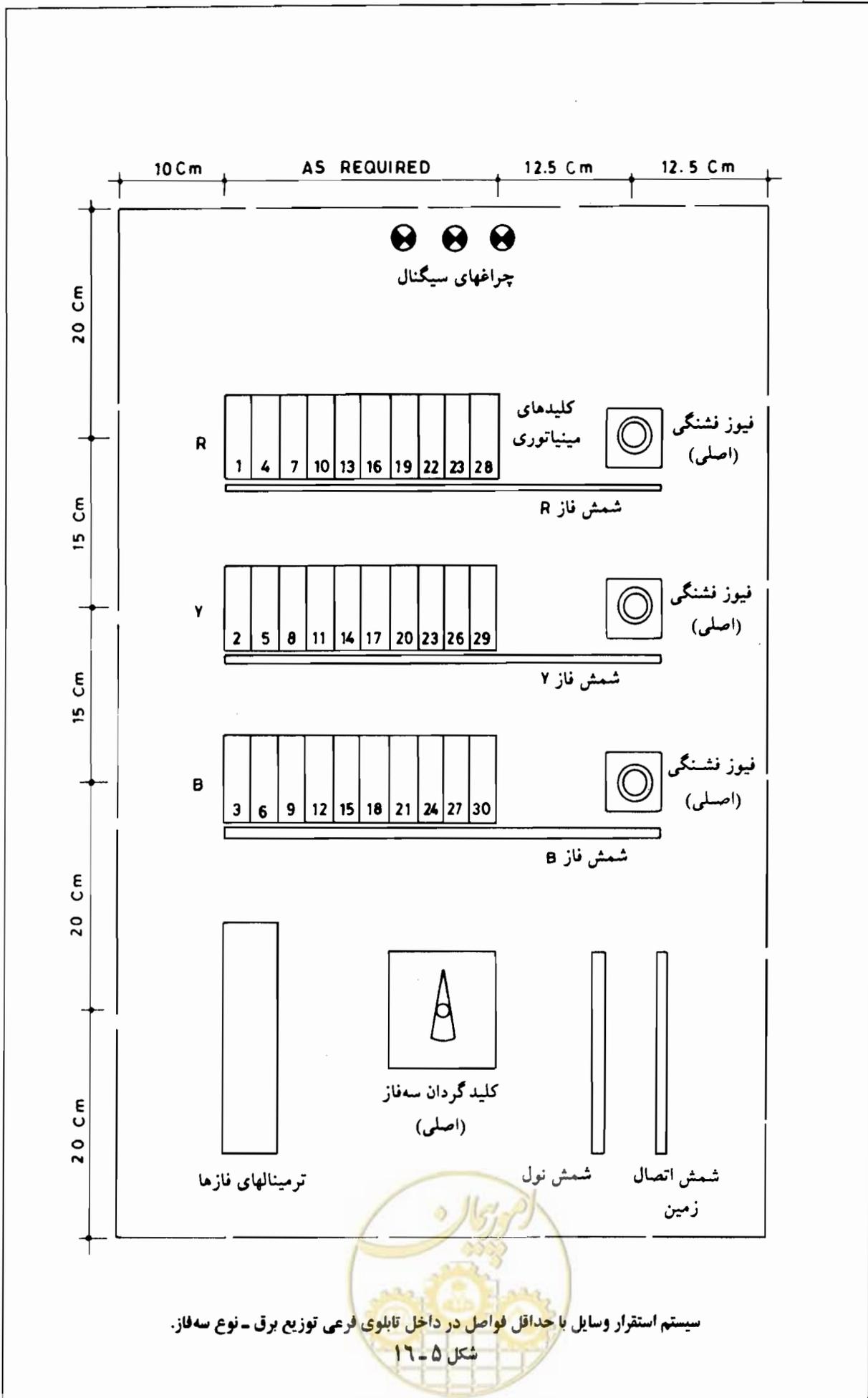
سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی لرعی توزیع برق - نوع یک فاز.

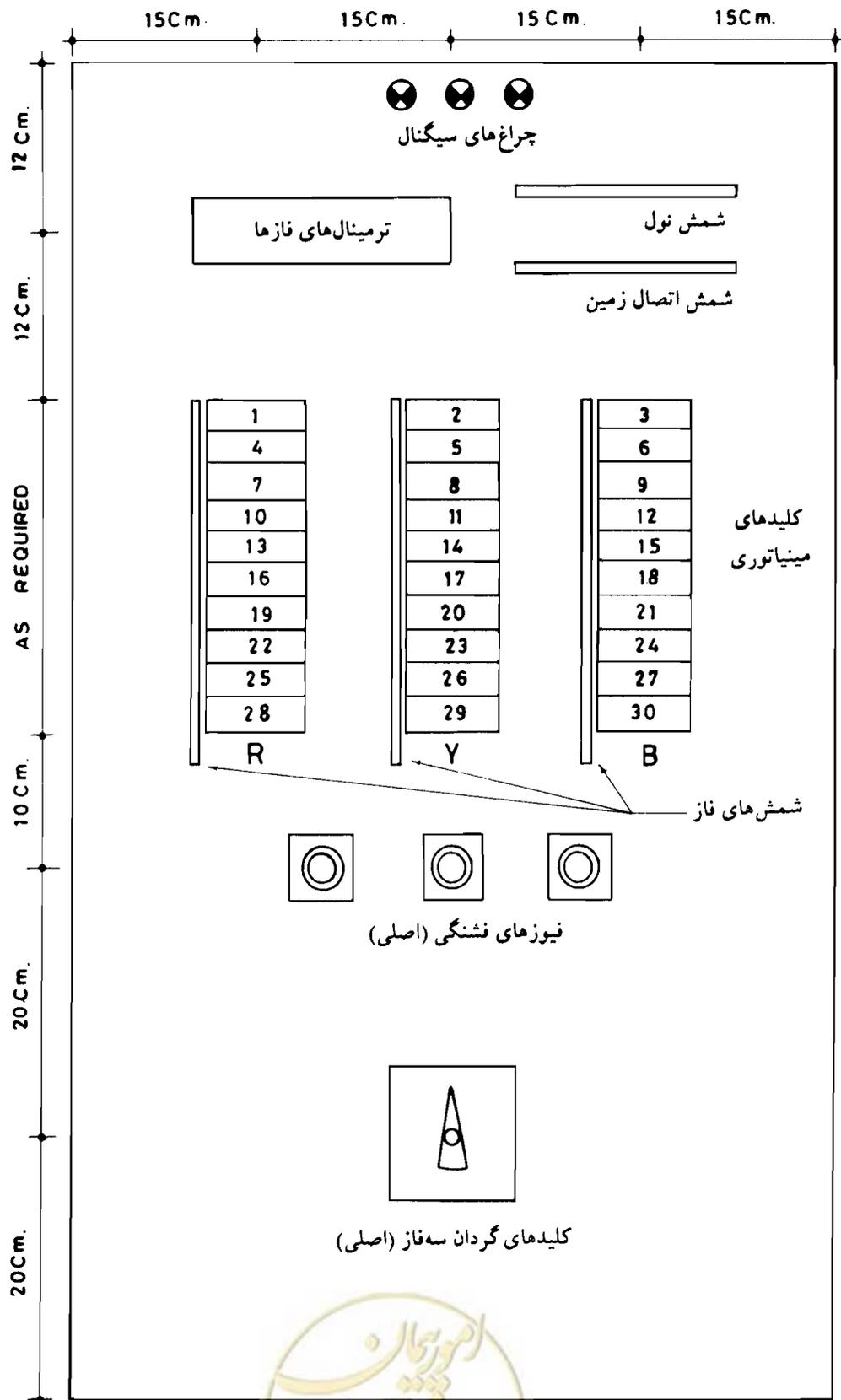
شکل ۵ - ۱۴





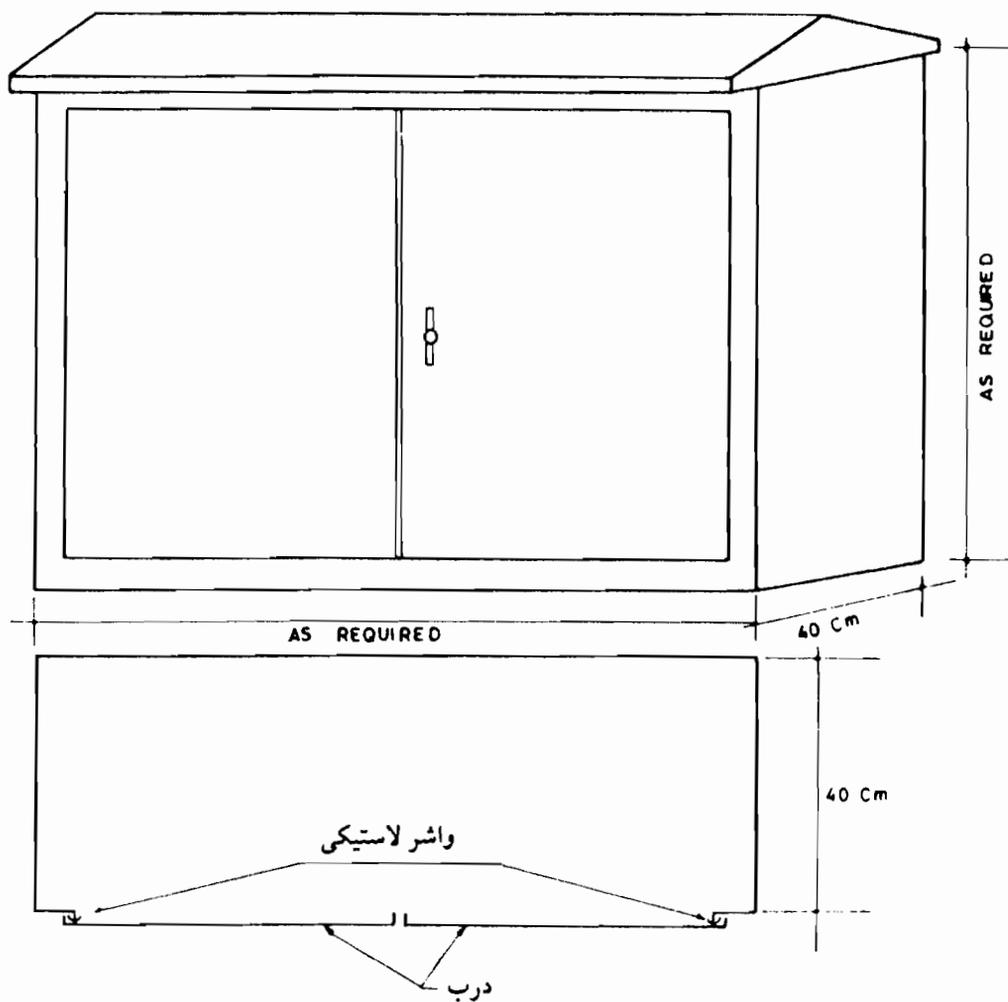
شکل ۵-۱۵ شماتیک تابلوی لرحی توزیع برق - نوع سه فاز ۲۱ مداره.





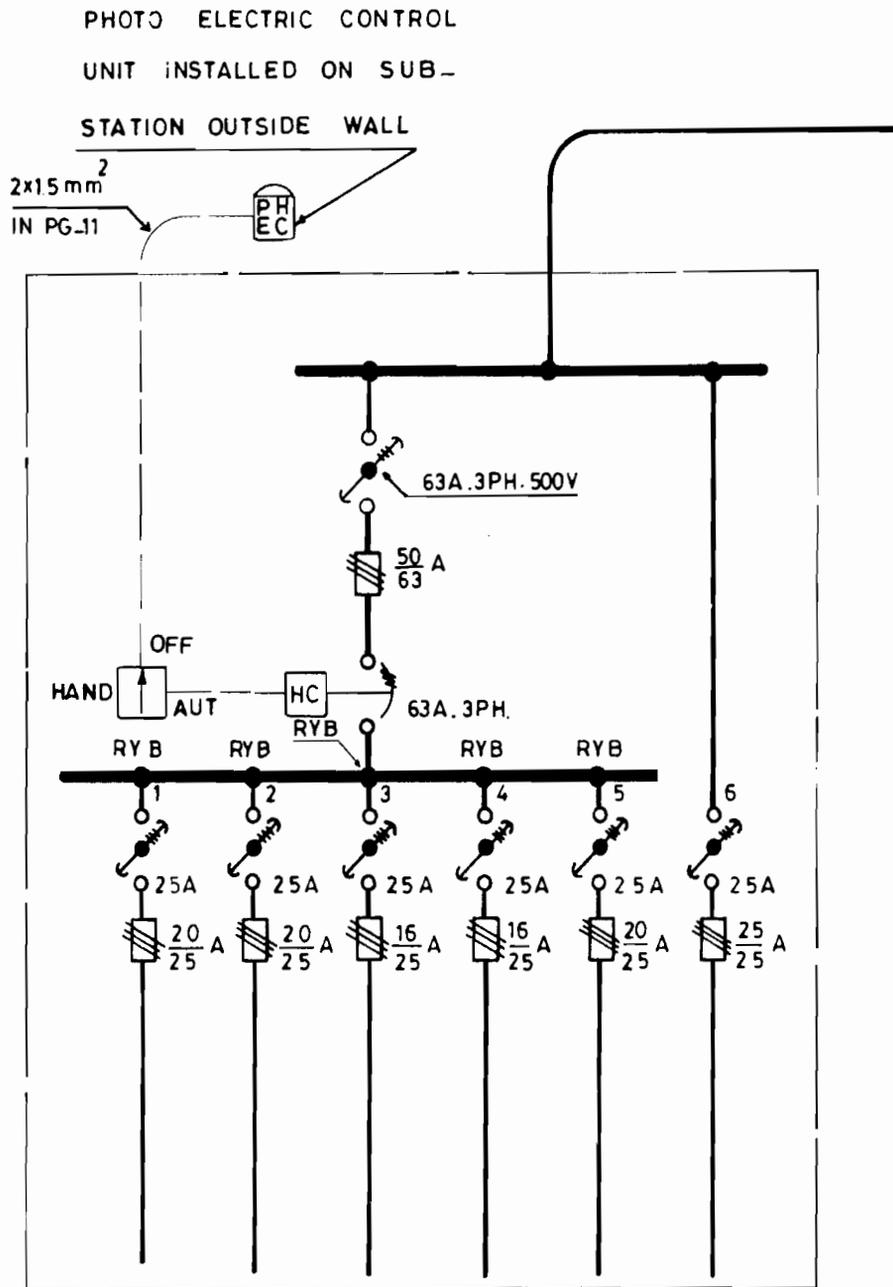
سیستم استقرار وسایل با حداقل فواصل در داخل تابلوی فرعی توزیع برق - نوع سه فاز.

شکل ۵-۱۷



نما و مقطع تابلوی توزیع نیروی برق قابل نصب در فضای باز.

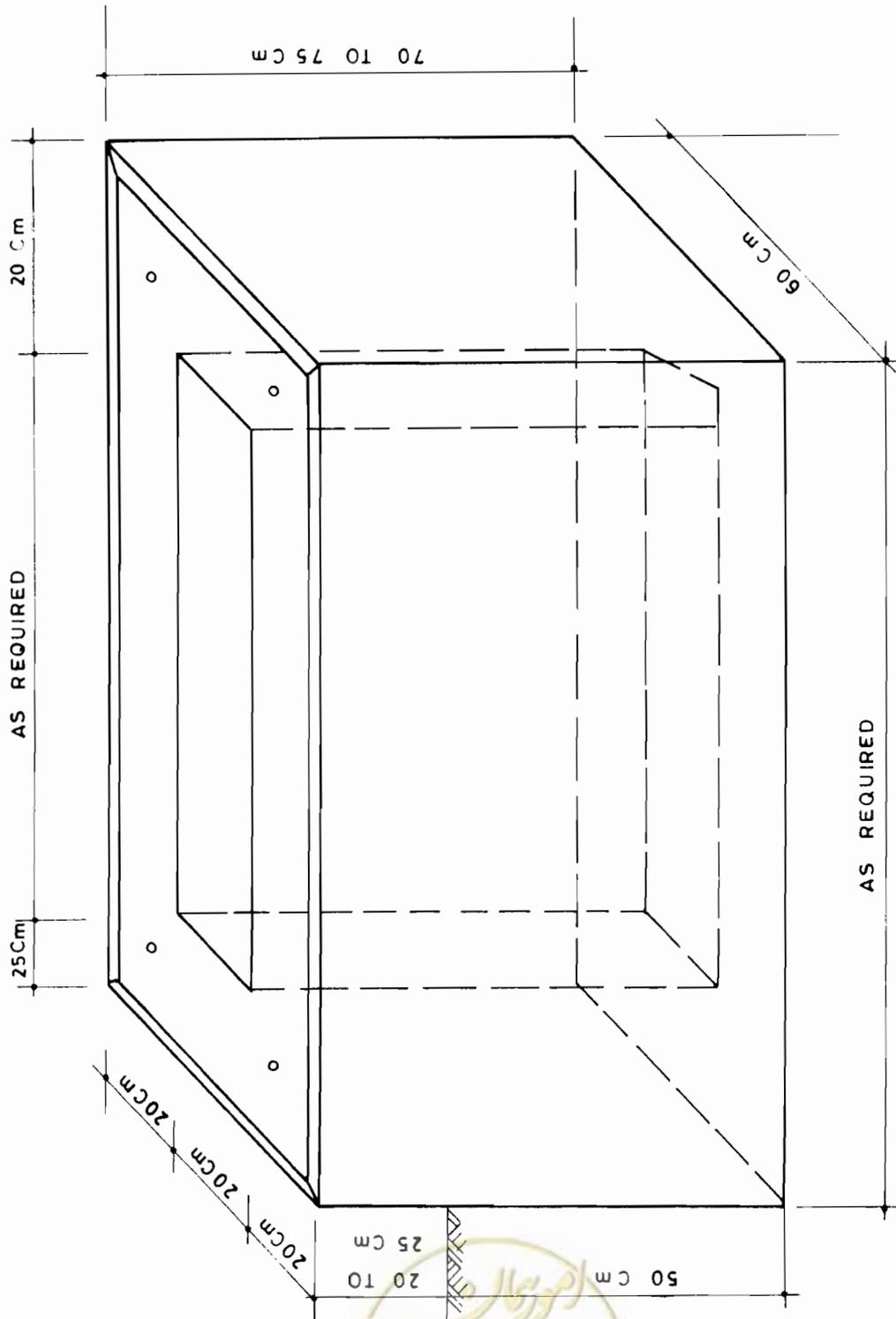
شکل ۵-۱۸



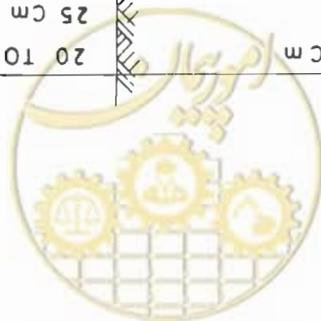
## AREA LIGHTING CONTROL PANELBOARD "ALCP"

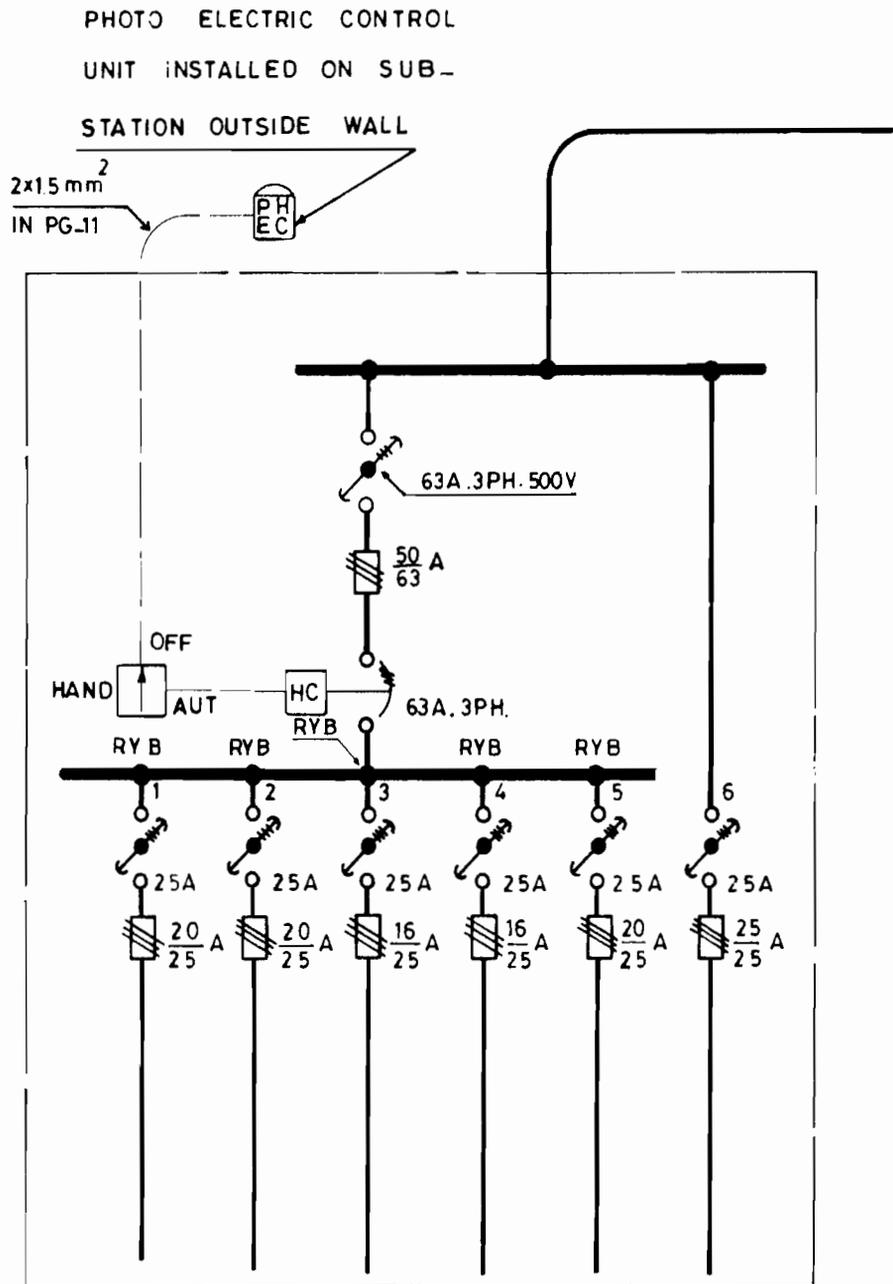
شماتیک تابلوی فرمان روشنایی محوطه و آب‌نماها.

شکل ۵-۱۹



شکل ۵-۲۰ سکوی مخصوص نصب تابلوهای توزیع نیروی برق قابل نصب در فضای باز.

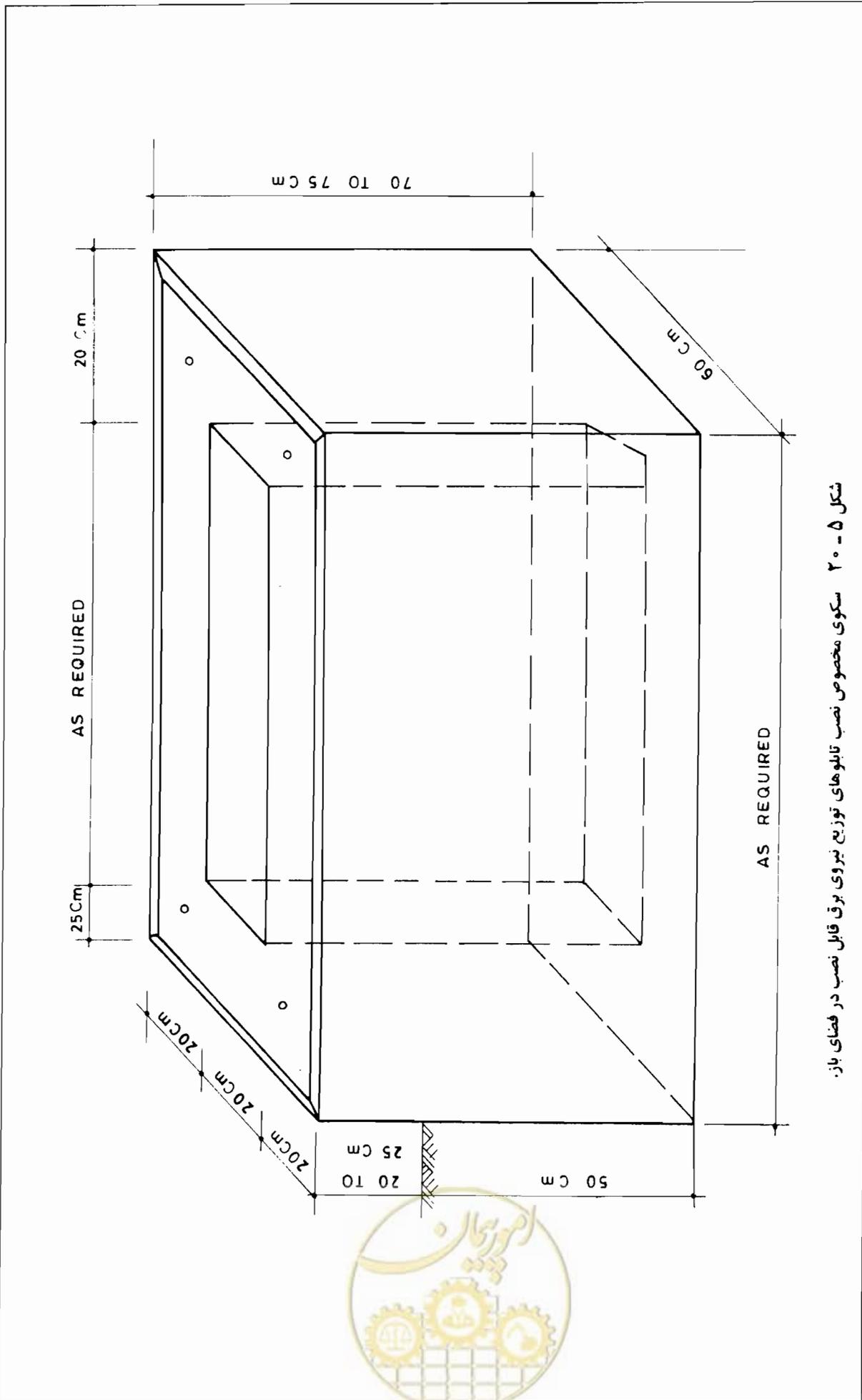




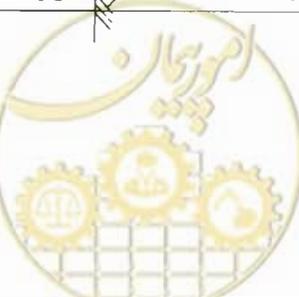
## AREA LIGHTING CONTROL PANELBOARD "ALCP"

شماتیک تابلوی فرمان روشنایی محوطه و آب نماها.

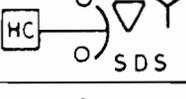
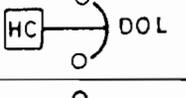
شکل ۵-۱۹



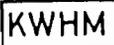
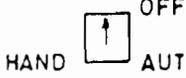
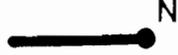
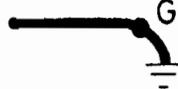
شکل ۵-۲۰ سکوی مخصوص نصب تابلوهای توزیع نیروی برق قابل نصب در فضای باز.



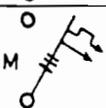
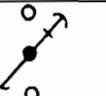
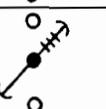
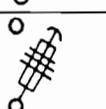
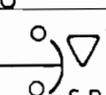
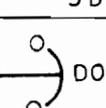
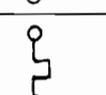
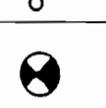
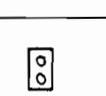
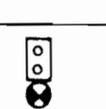
جدول ۵-۵ نشانه‌های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار ضعیف

نشانه	شرح و مشخصات
	فیوز فشنگی (خطوط نشان دهنده تعداد فاز می باشد)
	فیوز چاقویی (خطوط نشان دهنده تعداد فاز می باشد)
	کلید مینیاتوری تک پل
	کلید مینیاتوری دوپل
	کلید مینیاتوری سه پل
	کلیدگردان تابلویی تک پل
	کلیدگردان تابلویی سه پل
	کلید چاقویی یکطرفه تابلویی دسته رکابی سه پل
	کلید فیوز تابلویی سه پل
	کلید اتوماتیک تابلویی سه پل با محافظ قطع کننده حرارتی و سریع فزونی جریان
	کلید اتوماتیک تابلویی سه پل با محافظ قطع کننده سریع فزونی جریان
	کلید اتوماتیک ستاره مثلث
	کنتاکتور خشک سه پل
	رله محافظ حرارتی سه پل (بی متال)
	چراغ سیگنال تابلویی قطر ۳۰/۵ و یا ۲۲/۵ میلیمتر
	دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل نوع تابلویی و یا با جعبه پلاستیکی
	دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل، نوع تابلویی با چراغ سیگنال

## جدول ۵-۵ نشانه‌های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار ضعیف

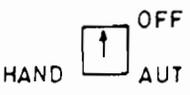
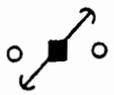
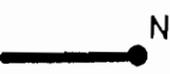
نشانه	شرح و مشخصات
	کنتور آکتیو
	کنتور رآکتیو
	ساعت فرمان
	آمپر متر
	ولت متر
	کسینوس فی متر
	فرکانس متر
	ترانس جریان نوع عبوری (خطوط نشان دهنده تعداد می باشد)
	کلید تبدیل ولت متر
	کلید تبدیل آمپر متر
	کلیدگردان تابلویی تک پل سه حالتی (خودکار - خاموش - دستی)
	دستگاه فتوالکتریک سل جهت فرمان روشنایی محوطه
	کلید مخصوص بین شمش های تابلوهای اصلی
	رله ثانوی فرمان
	اتصال نول در تابلو
	اتصال زمین در تابلو
	مولد برق

جدول ۵-۵ نشانه‌های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار ضعیف

نشانه	شرح و مشخصات
	فیوز فشنگی (خطوط نشان‌دهنده تعداد فاز می‌باشد)
	فیوز چاقویی (خطوط نشان‌دهنده تعداد فاز می‌باشد)
	کلید مینیاتوری تک‌پل
	کلید مینیاتوری دوپل
	کلید مینیاتوری سه‌پل
	کلیدگردان تابلویی تک‌پل
	کلیدگردان تابلویی سه‌پل
	کلید چاقویی یکطرفه تابلویی دسته رکابی سه‌پل
	کلید فیوز تابلویی سه‌پل
	کلید اتوماتیک تابلویی سه‌پل با محافظ قطع‌کننده حرارتی و سریع فزونی جریان
	کلید اتوماتیک تابلویی سه‌پل با محافظ قطع‌کننده سریع فزونی جریان
	کلید اتوماتیک ستاره مثلث
	کنتاکتور خشک سه‌پل
	رله محافظ حرارتی سه‌پل (بی‌متال)
	چراغ سیگنال تابلویی قطر ۳۰/۵ و یا ۲۲/۵ میلیمتر
	دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل نوع تابلویی و یا با جعبه پلاستیکی
	دکمه فشاری دوپل جهت قطع و وصل، نوع تابلویی با چراغ سیگنال



## جدول ۵-۵ نشانه‌های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار ضعیف

نشانه	شرح و مشخصات
	کنتور آکتیو
	کنتور رآکتیو
	ساعت فرمان
	آمپر متر
	ولت متر
	کسینوس فی متر
	فرکانس متر
	ترانس جریان نوع عبوری (خطوط نشان دهنده تعداد می باشد)
	کلید تبدیل ولت متر
	کلید تبدیل آمپر متر
	کلیدگردان تابلویی تک پل سه حالت (خودکار - خاموش - دستی)
	دستگاه فتوالکتریک سل جهت فرمان روشنایی محوطه
	کلید مخصوص بین شمش‌های تابلوهای اصلی
	رله ثانوی فرمان
	اتصال نول در تابلو
	اتصال زمین در تابلو
	مولد برق



## ضمیمه

## ۸- مشخصات آزمونها

## ۱-۸ طبقه‌بندی آزمونها

آزمونهای مربوط به تعیین مشخصه‌های یک تابلوی سوار شده در کارخانه شامل موارد زیر می‌باشد:

- آزمونهای نوعی<sup>۱</sup> (به بندهای فرعی ۱-۸-۱ و ۲-۸-۲ مراجعه شود).
- آزمونهای معمولی<sup>۲</sup> (به بندهای ۲-۸-۱ و ۳-۸-۳ مراجعه شود).

## ۱-۱-۸ آزمونهای نوعی (به بند فرعی ۲-۸-۲ مراجعه شود).

هدف آزمونهای نوعی، تعیین مشخصات نوع معینی از تابلوها از نظر مطابقت با مقررات این استاندارد می‌باشد.

آزمونهای نوعی در مورد نمونه‌ای از تابلوهای معین یا قسمتهایی از تابلوها که با همان طرح یا طرح مشابه ساخته می‌شوند اجرا می‌گردد.

این آزمونها به ابتکار سازنده انجام می‌شوند.

آزمونهای نوعی شامل موارد زیر می‌باشد:

۱-۱-۱-۸ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به افزایش دما (بند فرعی ۱-۲-۸).

۲-۱-۱-۸ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به خواص دی‌الکتریک (بند فرعی ۲-۲-۸).

۳-۱-۱-۸ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به ایستادگی در برابر اتصال کوتاه (بند فرعی ۳-۲-۸).

۴-۱-۱-۸ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به پیوستگی مدارهای حفاظتی (بند فرعی ۴-۲-۸).

۵-۱-۱-۸ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به فواصل هوایی و فواصل خزشی (بند فرعی ۵-۲-۸).

۶-۱-۱-۸ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به کار مکانیکی (بند فرعی ۶-۲-۸).

۷-۱-۱-۸ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به درجه حفاظت (بند فرعی ۷-۲-۸).

آزمونها ممکن است به ترتیب دلخواه و بر روی نمونه‌های مختلفی از نوع معینی تابلو انجام شوند.

در صورتی که تغییراتی در ساختمان اجزای تابلو داده شده باشد آزمونهای نوعی جدید باید فقط در

مواردی که ممکن است این تغییرات بر روی نتیجه آزمونها مؤثر باشند، انجام شود.

## ۲-۱-۸ آزمونهای معمولی (به بند فرعی ۳-۸-۳ مراجعه شود)

هدف آزمونهای معمولی کشف نامرغوبی در مواد به کار رفته یا نحوه کار انجام شده بوده و بر روی کلیه

تابلوها یا واحدهای قابل حمل جدید، پس از پایان ساخت آنها انجام می‌شود. تکرار آزمون معمولی در محل نصب لازم نخواهد بود.

تابلوهایی که با استفاده از اجزای ساخته شده استاندارد، خارج از کارخانه سازنده سوار شده و برای این کار منحصرأ از ملحقات و قسمتهای تعیین شده یا ساخته شده توسط سازنده استفاده شده باشد، باید توسط مؤسسه‌ای که تابلو را سوار کرده است تحت آزمون معمولی قرار گیرد.

#### آزمونهای معمولی شامل موارد زیر می‌باشد:

الف) بازرسی تابلو شامل بازرسی سیم‌کشی‌ها و در صورت لزوم انجام آزمون مربوط به نحوه کار الکتریکی (به بند فرعی ۸-۳-۱ مراجعه شود).

ب) آزمون دی‌الکتریک (به بند فرعی ۸-۳-۲ مراجعه شود).

پ) امتحان اقدامات حفاظتی و پیوستگی الکتریکی مدار حفاظتی (به بند فرعی ۸-۳-۳ مراجعه شود).

این آزمونها را ممکن است به ترتیب دلخواه انجام داد.

#### یادآوری

نتیجه حاصل از آزمونهای معمولی در کارخانه سازنده تابلو، سبب سلب مسئولیت از مؤسسه نصب‌کننده از نظر انجام آزمونهای لازم پس از حمل و نصب آن، نخواهد بود.

### ۸-۱-۳- آزمون دستگاهها و اجزای مستقل به کار رفته در تابلو

در صورتی که دستگاهها و اجزای مستقل به کار رفته در تابلو طبق مقررات بند فرعی ۷-۶-۱ انتخاب و با رعایت دستورات سازنده نصب شده باشند لزومی به انجام آزمونهای نوعی و معمولی در مورد آنها نخواهد بود.

### ۸-۲- آزمونهای نوعی

#### ۸-۲-۱- تعیین مطابقت با حدود افزایش دما

#### ۸-۲-۱-۱- کلیات

هدف از انجام آزمون افزایش دما حصول اطمینان از این است که ازدیاد دمای قسمتهای مختلف تابلو از حدود مشخص شده در بند فرعی ۷-۳ تجاوز نمی‌نماید.

معمولاً آزمون باید با جریانهای اسمی طبق مقررات بند فرعی ۸-۲-۱-۳ در حالی که کلیه دستگاهها در تابلو نصب می‌باشند، انجام شود.

در بعضی موارد، آزمون ممکن است به کمک مقاومتهایی که معادل تلفات توانی تولید حرارت می‌نمایند،

## ضمیمه

## ۸- مشخصات آزمونها

## ۱-۸ طبقه‌بندی آزمونها

آزمونهای مربوط به تعیین مشخصه‌های یک تابلوی سوار شده در کارخانه شامل موارد زیر می‌باشد:

- آزمونهای نوعی<sup>۱</sup> (به بندهای فرعی ۸-۱-۱ و ۸-۲-۱ مراجعه شود).

- آزمونهای معمولی<sup>۲</sup> (به بندهای ۸-۱-۲ و ۸-۳-۱ مراجعه شود).

## ۱-۱-۸ آزمونهای نوعی (به بند فرعی ۸-۲ مراجعه شود).

هدف آزمونهای نوعی، تعیین مشخصات نوع معینی از تابلوها از نظر مطابقت با مقررات این استاندارد می‌باشد.

آزمونهای نوعی در مورد نمونه‌ای از تابلوهای معین یا قسمتهایی از تابلوها که با همان طرح یا طرح مشابه ساخته می‌شوند اجرا می‌گردد.

این آزمونها به ابتکار سازنده انجام می‌شوند.

آزمونهای نوعی شامل موارد زیر می‌باشد:

۸-۱-۱-۱ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به افزایش دما (بند فرعی ۸-۲-۱).

۸-۱-۱-۲ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به خواص دی‌الکتریک (بند فرعی ۸-۲-۲).

۸-۱-۱-۳ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به ایستادگی در برابر اتصال کوتاه (بند فرعی ۸-۲-۳).

۸-۱-۱-۴ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به پیوستگی مدارهای حفاظتی (بند فرعی ۸-۲-۴).

۸-۱-۱-۵ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به فواصل هوایی و فواصل خزشی (بند فرعی ۸-۲-۵).

۸-۱-۱-۶ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به کار مکانیکی (بند فرعی ۸-۲-۶).

۸-۱-۱-۷ تعیین مطابقت با مقررات مربوط به درجه حفاظت (بند فرعی ۸-۲-۷).

آزمونها ممکن است به ترتیب دلخواه و بر روی نمونه‌های مختلفی از نوع معینی تابلو انجام شوند.

در صورتی که تغییراتی در ساختمان اجزای تابلو داده شده باشد آزمونهای نوعی جدید باید فقط در

مواردی که ممکن است این تغییرات بر روی نتیجه آزمونها مؤثر باشند، انجام شود.

## ۸-۲-۱ آزمونهای معمولی (به بند فرعی ۸-۳ مراجعه شود)

هدف آزمونهای معمولی کشف نامرغوبی در مواد به کار رفته یا نحوه کار انجام شده بوده و بر روی کلیه

تابلوها یا واحدهای قابل حمل جدید، پس از پایان ساخت آنها انجام می‌شود. تکرار آزمون معمولی در محل نصب لازم نخواهد بود.

تابلوهایی که با استفاده از اجزای ساخته شده استاندارد، خارج از کارخانه سازنده سوار شده و برای این کار منحصرأ از ملحقات و قسمت‌های تعیین شده یا ساخته شده توسط سازنده استفاده شده باشد، باید توسط مؤسسه‌ای که تابلو را سوار کرده است تحت آزمون معمولی قرار گیرد.

**آزمونهای معمولی شامل موارد زیر می‌باشد:**

(الف) بازرسی تابلو شامل بازرسی سیم‌کشی‌ها و در صورت لزوم انجام آزمون مربوط به نحوه کار الکتریکی (به بند فرعی ۱-۳-۸ مراجعه شود).

(ب) آزمون دی‌الکتریک (به بند فرعی ۲-۳-۸ مراجعه شود).

(پ) امتحان اقدامات حفاظتی و پیوستگی الکتریکی مدار حفاظتی (به بند فرعی ۳-۳-۸ مراجعه شود).

این آزمونها را ممکن است به ترتیب دلخواه انجام داد.

### یادآوری

نتیجه حاصل از آزمونهای معمولی در کارخانه سازنده تابلو، سبب سلب مسئولیت از مؤسسه نصب‌کننده از نظر انجام آزمونهای لازم پس از حمل و نصب آن، نخواهد بود.

## ۸-۱-۳- آزمون دستگاهها و اجزای مستقل به کار رفته در تابلو

در صورتی که دستگاهها و اجزای مستقل به کار رفته در تابلو طبق مقررات بند فرعی ۷-۶-۱ انتخاب و با رعایت دستورات سازنده نصب شده باشند لزومی به انجام آزمونهای نوعی و معمولی در مورد آنها نخواهد بود.

## ۸-۲- آزمونهای نوعی

### ۸-۲-۱- تعیین مطابقت با حدود افزایش دما

#### ۸-۱-۲-۱- کلیات

هدف از انجام آزمون افزایش دما حصول اطمینان از این است که ازدیاد دمای قسمت‌های مختلف تابلو از حدود مشخص شده در بند فرعی ۷-۳ تجاوز نمی‌نماید.

معمولاً آزمون باید با جریانهای اسمی طبق مقررات بند فرعی ۸-۲-۱-۳ در حالی که کلیه دستگاهها در تابلو نصب می‌باشد، انجام شود.

در بعضی موارد، آزمون ممکن است به کمک مقاوتهایی که معادل تلفات توانی تولید حرارت می‌نمایند، طبق بند فرعی ۸-۲-۱-۴ انجام شود.

آزمونها باید بر طبق نوع کاری<sup>۱</sup> که نمونه برای آن طرح شده است انجام گیرد. انجام آزمونهای مربوط به اجزای جداگانه (صفحات - جعبه‌ها - محفظه‌ها و غیره) تابلو (به بند فرعی ۸-۲-۱-۲ مراجعه شود) به شرطی که احتیاطهای لازم از نظر تطبیق با شرایط کار حقیقی به عمل آمده باشد، مجاز خواهد بود. آزمون افزایش دمای مدارهای جداگانه باید با نوع جریانی که برای آن پیش‌بینی شده است و با فرکانس طرح شده انجام شود. ولتاژهایی که در آزمون مورد استفاده قرار می‌گیرند باید طوری باشند که جریان برقرار شده در مدار برابر جریان تعیین شده در بند فرعی ۸-۲-۱-۳ باشد. سیم پیچهای رله‌ها، کنتاکتورها، ضامنهای آزادکننده<sup>۲</sup> و غیره باید با ولتاژ اسمی تغذیه شوند. تابلوهایی نوع باز، به شرطی که از آزمونهای نوعی انجام شده بر روی اجزای مستقل آن و یا از اندازه هادیهای به کار رفته و نحوه قرار گرفتن دستگاهها، به وضوح معلوم شود که افزایش دما از مقدار مجاز بالاتر نرفته و هیچ نوع آسیبی به تجهیزات وصل شده به تابلو و مواد عایقی مجاور آن وارد نخواهد شد، احتیاجی به گذراندن آزمون افزایش دما نخواهد داشت.

#### ۸-۲-۱-۲ نحوه استقرار تابلو

تابلو باید مشابه حالت عادی بهره‌برداری در حالی که کلیه درپوشها و غیره در جای خود نصب می‌باشند مستقر شود. در موقع آزمایش قسمتهای مستقل یا واحدهای ساختمانی مجزا، قسمتها یا واحدهای مجاور آن باید شرایط حرارتی مشابه زمان بهره‌برداری عادی آن را به وجود آورند و برای این منظور می‌توان از مقاومتهای مولد حرارت استفاده نمود.

#### ۸-۲-۱-۳ انجام آزمون افزایش دما با روش برقراری جریان در کلیه دستگاهها

آزمون باید در بدترین شرایطی که تابلو برای آن طرح شده است انجام شود. این شرایط از طریق انتخاب ترکیب یا ترکیبهایی از مدارها (که تا حد ممکن باید نماینده بدترین شرایط کار باشد) ایجاد می‌شوند. در این آزمون هر مدار با توجه به ضرایب همزمانی ذکر شده در بند فرعی ۴-۶ با جریان اسمی خود (به بند فرعی ۴-۲ مراجعه شود) تغذیه می‌گردد. در صورتی که تابلو شامل فیوز نیز باشد، در این آزمون رابط فیوزهایی که توسط سازنده تعیین شده‌اند نیز باید نصب شده باشند. تلفات توانی رابط فیوزهای به کار رفته در آزمون باید در گزارش آزمون ذکر گردد. اندازه و نحوه استقرار هادیهای خارجی مورد استفاده برای آزمون باید در گزارش آزمون ذکر گردد. مدت زمان آزمون باید به اندازه‌ای باشد که دما به مقادیر ثابت خود برسد (مدت زمان نباید از ۸ ساعت بیشتر باشد) در عمل این حالت موقعی حاصل می‌شود که تغییرات دما از یک زینه سلسیوس بر ساعت بیشتر نباشد.

#### یادآوری (۱)

به منظور صرفه‌جویی در زمان و در صورتی که لوازم به کار رفته قادر به تحمل باشند، می‌توان شدت جریان را در خلال قسمت اول آزمون بالا برده و بعداً آن را تا میزان جریان آزمون پایین آورد.

## یادآوری (۲)

در مواردی که یک آهنربای الکتریکی کنترل در خلال آزمون برقرار می شود، دما باید در موقعی که تعادل حرارتی، هم در مدار اصلی و هم در آهنربای کنترل به وجود می آید اندازه گیری شود. در مواردی که اطلاعات دقیقی درباره شرایط بهره برداری وجود نداشته باشد، سطح مقطع هادیهای خارجی باید به ترتیب زیر انتخاب شود:

## ۸-۲-۱-۳-۱ برای جریانهای آزمون تا ۴۰۰ آمپر (و ۴۰۰ آمپر)

الف - اتصالات باید از نوع کابل یا سیم تک رشته ای با عایق پلی وینیل کلراید با سطح مقطعی طبق جدول ۵-۵ باشد.

ب - تا جایی که ممکن است اتصالات باید در هوای آزاد قرار داشته باشند.

پ - حداقل طول هر یک از اتصالات موقتی از ترمینالی به ترمینال دیگر باید به قرار زیر باشد:

- یک متر برای مقاطعی تا ۱۰ میلیمتر مربع

- دو متر برای مقاطعی بیش از ۱۰ میلیمتر مربع

جدول ۵-۵ مقاطع استاندارد هادیهای مسی مربوط به جریان آزمون

۳۳۴	۲۸۷	۲۵۰	۲۱۶	۱۸۰	۱۴۷	۱۱۷	۹۳	۷۲	۵۴	۳۹	۳۰	۲۲	۱۵/۹	۷/۹	۰	حدود جریان اسمی واقعی <sup>(۱)</sup> (A)
۴۰۰	۳۳۴	۲۸۷	۲۵۰	۲۱۶	۱۸۰	۱۴۷	۱۱۷	۹۳	۷۲	۵۴	۳۹	۳۰	۲۲	۱۵/۹	۷/۹	
۲۴۰	۱۸۵	۱۵۰	۱۲۰	۹۵	۷۰	۵۰	۳۵	۲۵	۱۶	۱۰	۶	۴	۲/۵	۱/۵	۱	سطح مقطع (mm <sup>۲</sup> )
۴۰۰	۳۱۵	-	۲۵۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰	۸۰	۶۳	۴۰	۳۲	۲۵	۲۰	۱۰	۶	مقدار جریان اسمی حرارتی <sup>(۲)</sup> (A)
													۱۶	۸		
										۵۰				۱۲		

(۱) مقدار شدت جریان باید از مقدار ذکر شده در سطر اول بیشتر و کمتر یا مساوی مقدار ذکر شده در سطح دوم باشد.

(۲) این مقادیر عبارتند از جریانهای استاندارد توصیه شده که فقط از نظر اطلاع ذکر شده اند.

## ۸-۲-۱-۳-۲ برای مقادیر جریان آزمون بیش از ۴۰۰ آمپر تا ۱۶۰۰ آمپر:

الف) اتصالات باید از نوع شمش مسی به رنگ سیاه مات بوده و اندازه های آن با مقادیر جدول ۵-۶ مطابقت نماید.

ب) اتصالات باید در هوای آزاد قرار داشته و فواصل بین آنها از فواصل موجود بین ترمینالها کمتر نباشد.

پ) حداقل طول هر یک از اتصالات موقتی از ترمینالی به ترمینال دیگر باید ۲ متر باشد.

## ۸-۲-۱-۳-۳ برای جریانهای آزمون بیش از ۱۶۰۰ آمپر:

سطح مقطع مربوط به اتصالات آزمون باید بین سازنده و مصرف کننده توافق گردد.

آزمون‌ها باید بر طبق نوع کاری<sup>۱</sup> که نمونه برای آن طرح شده است انجام گیرد. انجام آزمون‌های مربوط به اجزای جداگانه (صفحات - جعبه‌ها - محفظه‌ها و غیره) تابلو (به بند فرعی ۸-۲-۱-۲ مراجعه شود) به شرطی که احتیاط‌های لازم از نظر تطبیق با شرایط کار حقیقی به عمل آمده باشد، مجاز خواهد بود. آزمون افزایش دمای مدارهای جداگانه باید با نوع جریانی که برای آن پیش‌بینی شده است و با فرکانس طرح شده انجام شود. ولتاژهایی که در آزمون مورد استفاده قرار می‌گیرند باید طوری باشند که جریان برقرار شده در مدار برابر جریان تعیین شده در بند فرعی ۸-۲-۱-۳ باشد. سیم پیچ‌های رله‌ها، کنتاکتورها، ضامن‌های آزادکننده<sup>۲</sup> و غیره باید با ولتاژ اسمی تغذیه شوند. تابلوهای نوع باز، به شرطی که از آزمون‌های نوعی انجام شده بر روی اجزای مستقل آن و یا از اندازه هادی‌های به کار رفته و نحوه قرار گرفتن دستگاهها، به وضوح معلوم شود که افزایش دما از مقدار مجاز بالاتر نرفته و هیچ نوع آسیبی به تجهیزات وصل شده به تابلو و مواد عایقی مجاور آن وارد نخواهد شد، احتیاجی به گذراندن آزمون افزایش دما نخواهد داشت.

#### ۸-۲-۱-۲ نحوه استقرار تابلو

تابلو باید مشابه حالت عادی بهره‌برداری در حالی که کلیه درپوشها و غیره در جای خود نصب می‌باشند مستقر شود.

در موقع آزمایش قسمت‌های مستقل یا واحدهای ساختمانی مجزا، قسمت‌ها یا واحدهای مجاور آن باید شرایط حرارتی مشابه زمان بهره‌برداری عادی آن را به وجود آورند و برای این منظور می‌توان از مقاومتهای مولد حرارت استفاده نمود.

#### ۸-۲-۱-۳ انجام آزمون افزایش دما با روش برقراری جریان در کلیه دستگاهها

آزمون باید در بدترین شرایطی که تابلو برای آن طرح شده است انجام شود. این شرایط از طریق انتخاب ترکیب یا ترکیب‌هایی از مدارها (که تا حد ممکن باید نماینده بدترین شرایط کار باشد) ایجاد می‌شوند. در این آزمون هر مدار با توجه به ضرایب همزمانی ذکر شده در بند فرعی ۴-۶ با جریان اسمی خود (به بند فرعی ۴-۲ مراجعه شود) تغذیه می‌گردد. در صورتی که تابلو شامل فیوز نیز باشد، در این آزمون رابط فیوزهایی که توسط سازنده تعیین شده‌اند نیز باید نصب شده باشند. تلفات توانی رابط فیوزهای به کار رفته در آزمون باید در گزارش آزمون ذکر گردد.

اندازه و نحوه استقرار هادی‌های خارجی مورد استفاده برای آزمون باید در گزارش آزمون ذکر گردد. مدت زمان آزمون باید به اندازه‌ای باشد که دما به مقادیر ثابت خود برسد (مدت زمان نباید از ۸ ساعت بیشتر باشد) در عمل این حالت موقعی حاصل می‌شود که تغییرات دما از یک زینه سلسیوس بر ساعت بیشتر نباشد.

#### یادآوری (۱)

به منظور صرفه‌جویی در زمان و در صورتی که لوازم به کار رفته قادر به تحمل باشند، می‌توان شدت جریان را در خلال قسمت اول آزمون بالا برده و بعداً آن را تا میزان جریان آزمون پایین آورد.



## یادآوری (۲)

در مواردی که یک آهنربای الکتریکی کنترل در خلال آزمون برقرار می شود، دما باید در موقعی که تعادل حرارتی، هم در مدار اصلی و هم در آهنربای کنترل به وجود می آید اندازه گیری شود. در مواردی که اطلاعات دقیقی درباره شرایط بهره برداری وجود نداشته باشد، سطح مقطع هادیهای خارجی باید به ترتیب زیر انتخاب شود:

## ۸-۲-۱-۳ برای جریانهای آزمون تا ۴۰۰ آمپر (و ۴۰۰ آمپر)

الف - اتصالات باید از نوع کابل یا سیم تک رشته ای با عایق پلی وینیل کلراید با سطح مقطعی طبق جدول ۵-۵ باشد.

ب - تا جایی که ممکن است اتصالات باید در هوای آزاد قرار داشته باشند.

پ - حداقل طول هر یک از اتصالات موقتی از ترمینالی به ترمینال دیگر باید به قرار زیر باشد:

- یک متر برای مقاطعی تا ۱۰ میلیمتر مربع

- دو متر برای مقاطعی بیش از ۱۰ میلیمتر مربع

جدول ۵-۵ مقاطع استاندارد هادیهای مسی مربوط به جریان آزمون

۳۳۴	۲۸۷	۲۵۰	۲۱۶	۱۸۰	۱۴۷	۱۱۷	۹۳	۷۲	۵۴	۳۹	۳۰	۲۲	۱۵/۹	۷/۹	۰	حدود جریان اسمی
۴۰۰	۳۳۴	۲۸۷	۲۵۰	۲۱۶	۱۸۰	۱۴۷	۱۱۷	۹۳	۷۲	۵۴	۳۹	۳۰	۲۲	۱۵/۹	۷/۹	واقعی <sup>(۱)</sup> (A)
۲۴۰	۱۸۵	۱۵۰	۱۲۰	۹۵	۷۰	۵۰	۳۵	۲۵	۱۶	۱۰	۶	۴	۲/۵	۱/۵	۱	سطح مقطع (mm <sup>۲</sup> )
۴۰۰	۳۱۵	-	۲۵۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰	۸۰	۶۳	۴۰	۳۲	۲۵	۲۰	۱۰	۶	مقدار جریان اسمی
													۱۶	۸		حرارتی <sup>(۲)</sup> (A)
										۵۰				۱۲		

(۱) مقدار شدت جریان باید از مقدار ذکر شده در سطر اول بیشتر و کمتر یا مساوی مقدار ذکر شده در سطح دوم باشد.

(۲) این مقادیر عبارتند از جریانهای استاندارد توصیه شده که فقط از نظر اطلاع ذکر شده اند.

## ۸-۲-۱-۳-۲ برای مقادیر جریان آزمون بیش از ۴۰۰ آمپر تا ۱۶۰۰ آمپر:

الف) اتصالات باید از نوع شمش مسی به رنگ سیاه مات بوده و اندازه های آن با مقادیر جدول ۵-۶ مطابقت نماید.

ب) اتصالات باید در هوای آزاد قرار داشته و فواصل بین آنها از فواصل موجود بین ترمینالها کمتر نباشد.

پ) حداقل طول هر یک از اتصالات موقتی از ترمینالی به ترمینال دیگر باید ۲ متر باشد.

## ۸-۲-۱-۳-۳ برای جریانهای آزمون بیش از ۱۶۰۰ آمپر:

سطح مقطع مربوط به اتصالات آزمون باید بین سازنده و مصرف کننده توافق گردد.

## یادآوری

مقادیر مربوط تحت بررسی می باشند.

جدول ۵-۶ اتصالات استاندارد برای مقادیر جریان آزمون بیش از ۴۰۰ آمپر تا ۱۶۰۰ آمپر<sup>(۱)</sup>

اتصالات برای آزمون <sup>(۲)</sup>		جریان آزمون (A)
ابعاد <sup>(۳)</sup> (mm)	تعداد	
۵×۳۰	۲	۴۰۰ < I ≤ ۵۰۰
۵×۴۰	۲	۵۰۰ < I ≤ ۶۵۰
۵×۵۰	۲	۶۵۰ < I ≤ ۸۰۰
۵×۶۰	۲	۸۰۰ < I ≤ ۱۰۰۰
۵×۸۰	۲	۱۰۰۰ < I ≤ ۱۲۵۰
۵×۵۰	۴	۱۲۵۰ < I ≤ ۱۶۰۰

(۱) فاصله بین دو شمش موازی مربوط به یک ترمینال باید تقریباً برابر ۵ میلیمتر باشد.

(۲) در صورتی که اتصال شمشهای ذکر شده به دستگاه مورد آزمون امکان نداشته باشد استفاده از شمش که دارای همان سطح مقطع بوده و عرض آن مساوی عرض ترمینال باشد مجاز خواهد بود.

(۳) استفاده از کابل به جای شمش مجاز خواهد بود. مقاطع مجاز مربوط به کابل تحت بررسی است.

#### ۸-۲-۱-۲ آزمون افزایش دما با استفاده از مقاومتهای گرم‌کننده با توان تلف شده معادل

برای بعضی از انواع تابلوه‌های تمام بسته که مدارهای اصلی و کمکی آنها دارای جریانهای اسمی نسبتاً کمی هستند، تلفات توان را می‌توان با استفاده از مقاومتهای گرم‌کننده‌ای که همان مقدار حرارت تولید نموده و در محل‌های مناسبی در داخل محفظه نصب می‌شوند ایجاد نمود. سطح مقطع هادیهای تغذیه‌کننده مقاومتها باید به قدری باشد که حرارت قابل ملاحظه‌ای از طریق آنها از داخل محفظه به بیرون هدایت نشود.

آزمون مربوط به مقاومتهای گرم‌کننده را می‌توان به عنوان معرف تابلوهایی که دارای محفظه‌های مشابه بوده ولی مجهز به دستگاههای دیگری باشند نیز به حساب آورد به شرطی که جمع تلفات توان دستگاههای نصب شده در آن با در نظر گرفتن ضریب همزمانی، از مقداری که در هنگام آزمون به کار رفته است تجاوز ننماید.

افزایش دمای دستگاههای نصب شده نباید از مقادیر داده شده در جدول شماره ۲ (به بند فرعی ۷-۳ مراجعه شود) تجاوز نماید. این افزایش دما را می‌توان به طور تقریب با اضافه کردن تفاوت دماهای داخل و خارج محفظه تابلو به دمای دستگاه که در هوای آزاد اندازه‌گیری شده است به دست آورد.

#### ۸-۲-۱-۵ اندازه‌گیری دماها

برای انجام اندازه‌گیریهای دما باید از ترموکوپل یا دماسنج استفاده شود. در مورد سیم‌پیچها، به طور کلی باید از روش اندازه‌گیری دما از طریق تغییرات مقاومت استفاده شود. جهت اندازه‌گیری دمای هوای داخل تابلو چند سله اندازه‌گیری نباید در نقاط مختلف داخل تابلو نصب شده‌ند.

دماسنجها یا ترموکوپلها باید در برابر جریان هوا و تابش حرارتی محافظت شوند.

#### ۶-۱-۲-۸ دماهای محیط

اندازه‌گیری دمای هوای محیط باید در خلال ربع آخر زمان آزمون با استفاده از حداقل دو عدد دماسنج یا ترموکوپل که به‌طور یکنواخت در اطراف تابلو پخش شده و در فاصله یک‌متری از تابلو در حوالی نصف ارتفاع آن نصب می‌شوند، انجام شود.

دماسنجها یا ترموکوپلها باید در برابر جریان هوا و تابش حرارتی محافظت شوند.

چنانچه دمای هوای محیط در حین آزمون بین ۱۰ و ۴۰+ زینه سلسیوس باشد مقادیر داده شده در جدول شماره ۲ بند فرعی ۷-۳ حدهای نهایی افزایش دما می‌باشد.

چنانچه دمای هوای محیط در حین آزمون از ۴۰+ زینه سلسیوس بیشتر یا از ۱۰+ زینه سلسیوس کمتر باشد این مقررات ملاک عمل نبوده و لازم خواهد بود توافق مخصوصی بین سازنده و مصرف‌کننده به‌عمل آید.

#### ۷-۱-۲-۸ افزایش دمای یک جزء یا قطعه

در مورد آزمون افزایش دما، در حالی که کلیه وسایل و دستگاهها در محل خود در تابلو نصب بوده و شدت جریانهای مشخص شده از مدارها عبور می‌نماید، (ب بند فرعی ۸-۲-۱-۳ مراجعه شود) افزایش دمای یک جزء یا قطعه، تفاوت بین دمای آن جزء یا قطعه (که طبق بند فرعی ۸-۲-۱-۵ اندازه‌گیری می‌شود) و دمای هوای محیط خارج تابلو خواهد بود.

#### ۸-۱-۲-۸ نتایج به‌دست آمده

در پایان آزمون، افزایش دما نباید از مقادیر داده شده در جدول شماره ۲ بند فرعی ۷-۳ تجاوز نماید. لوازم و دستگاهها باید به‌صورتی رضایت‌بخش در حدود ولتاژ تعیین شده برای آنها و در دمای داخل تابلو کار کنند.

#### ۲-۲-۸ تعیین مطابقت با خواص دی‌الکتریک

##### ۱-۲-۲-۸ کلیات

انجام این آزمون در مورد اجزایی از تابلو که قبلاً طبق مقررات مخصوص به‌خود آزمون نوعی را گذرانده باشند به‌شرطی که در حین نصب، خللی به‌خواص عایقی آنها وارد نشده باشد لازم نخواهد بود. ولتاژ آزمون باید به‌نحو زیر اعمال شود:

الف - بین کلیه قسمت‌های برقدار و بدنه تابلو،

ب - بین هر قطب و سایر قطبها که به یکدیگر و بدنه تابلو وصل می‌باشند.

در مواردی که تابلو شامل یک هادی حفاظتی که طبق بند فرعی ۷-۴-۲-۲-۳-۲ نسبت به بدنه‌های هادی غایق شده است باشد، این هادی باید یک مدار جداگانه به‌حساب آید. به‌عبارت دیگر باید آن را با همان ولتاژی که در آزمون مدار اصلی مربوطه مورد استفاده قرار می‌گیرد تحت آزمون قرار داد.

در لحظه اتصال، ولتاژ آزمون نباید از ۵۰٪ مقادیر داده شده در بند فرعی ۸-۲-۲-۴ بیشتر باشد. سپس باید ولتاژ را به طور یکنواخت ظرف چند ثانیه به مقدار کامل آن طبق بند فرعی ۸-۲-۲-۴ بالا برده و به مدت یک دقیقه برقرار نگه داشت. منبع تغذیه جریان متناوب باید دارای توان کافی برای حفظ ولتاژ آزمون صرفنظر از جریانهای نشت باشد.

موج ولتاژ آزمون باید عملاً سینوسی بوده و فرکانس آن بین ۴۵ لغایت ۶۵ هرتز باشد.

#### ۸-۲-۲-۲ آزمون پوششهای عایق بندی شده

در مورد پوششهایی که از مواد عایق ساخته شده باشند باید یک آزمون دی الکتریک اضافی به صورت اعمال ولتاژ آزمون بین یک ورقه فلزی که روی سطح خارجی پوششهای دهانه‌ها و اتصالات قرار داده می شود از یک طرف، و هادیهای برقدار و بدنه‌های هادی که در داخل پوشش قرار گرفته و در مجاورت دهانه و یا محل اتصالات قرار داشته و از نظر الکتریکی به یکدیگر وصل شده‌اند از طرف دیگر انجام گیرد. برای این آزمون اضافی، مقدار ولتاژ آزمون باید ۱/۵ برابر ارقام ذکر شده در جدول شماره ۵-۷ باشد.

#### ۸-۲-۲-۳ دسته‌های فرمان خارج از تابلو از جنس عایق

در مورد دسته‌های ساخته شده از مواد عایق، باید یک آزمون دی الکتریک به صورت اعمال ولتاژی که مقدار آن ۱/۵ برابر ولتاژ آزمون ذکر شده در جدول شماره ۵-۶ بوده و بین قسمت‌های برقدار و ورقه‌های فلزی که دور دسته پیچیده شده است وصل می شود، انجام گیرد. در حین این آزمون قاب تابلو نباید زمین شده یا به هر مدار دیگری وصل شده باشد.

#### ۸-۲-۲-۴ مقدار ولتاژ آزمون

مقدار ولتاژ آزمون باید به ترتیب زیر باشد:

۸-۲-۲-۴-۱ برای مدار اصلی و مدارهای فرعی و کنترل (که با بند فرعی ۸-۲-۲-۴-۲ مطابقت نداشته باشد) ولتاژ مورد نظر باید طبق جدول شماره ۵-۶ انتخاب شود:

جدول ۵-۷

ولتاژ اسمی عایق بندی ( $U_i$ ) (V)	ولتاژ آزمون دی الکتریک (مقدار مؤثر ولتاژ متناوب) (V)
$U_i \leq 60$	۱۰۰۰
$60 < U_i \leq 300$	۲۰۰۰
$300 < U_i \leq 660$	۲۵۰۰
$660 < U_i \leq 800$	۳۰۰۰
$800 < U_i \leq 1000$	۳۵۰۰
$1000 < U_i \leq 1200^*$	۳۵۰۰

\* این ولتاژ فقط برای جریان مستقیم می باشد.

- ۸-۲-۲-۲-۲ ولتاژ آزمون در مورد مدارهای فرعی و کنترلی که سازنده نامناسب بودن آنها را برای وصل به مدار اصلی مشخص کرده باشد، به ترتیب زیر خواهد بود:
- در مواردی که ولتاژ اسمی عایق‌بندی  $U_i$  از ۶۰ ولت تجاوز ننماید ۱۰۰۰ ولت.
  - در مواردی که ولتاژ اسمی عایق‌بندی  $U_i$  بیش از ۶۰ ولت باشد، ولتاژ آزمون باید  $1000 + 2U_i$  ولت بوده و حداقل آن از ۱۵۰۰ ولت کمتر نباشد.

### یادآوری

به هر حال بعضی از اجزایی که برای ولتاژ آزمون پایینتری طرح شده‌اند، از مدار قطع می‌شوند. (به بند فرعی ۸-۳-۲-۱ مراجعه شود).

### ۸-۲-۲-۵ نتایج به دست آمده

نتیجه آزمون در مواردی رضایت‌بخش می‌باشد که در عایق‌بندی خرابی<sup>۱</sup> ایجاد نشده یا جرقه‌ای<sup>۲</sup> پدید نیامده باشد.

### ۸-۲-۳ تعیین ایستادگی در برابر اتصال کوتاه

- ۸-۲-۳-۱ مدارهایی از تابلوها که تعیین ایستادگی در برابر اتصال کوتاه در مورد آنها لازم نمی‌باشد:
- ۸-۲-۳-۱-۱ تابلوهای ساده‌ای که جریان اسمی مشروط اتصال کوتاه آنها از ۵ کیلوآمپر تجاوز ننماید.
- ۸-۲-۳-۱-۲ تابلوهایی که به کمک فیوزهای محدودکننده جریان حفاظت می‌شوند مشروط بر اینکه جریان اسمی فیوزها از ۶۳ آمپر تجاوز ننموده یا اینکه جریان محدود شده اتصال کوتاه به وسیله فیوز از ۱۵ کیلوآمپر در قدرت قطع اسمی آن تجاوز ننماید.
- ۸-۲-۳-۱-۳ مدارهای کمکی تابلوهایی که برای اتصال به ترانسفورماتورهای با قدرت اسمی ۱۰ کیلوولت آمپر یا کمتر با ولتاژ ثانویه ۱۱۰ ولت یا بیشتر و یا با قدرت اسمی  $1/6$  کیلوولت آمپر با ولتاژ ثانویه کمتر از ۱۱۰ ولت در نظر گرفته شده و ولتاژ نسبی اتصال کوتاه آنها از ۰.۴٪ کمتر نباشد.
- ۸-۲-۳-۱-۴ کلیه اجزای تابلوها (شینه‌های اصلی، مقره‌ها یا تکیه‌گاههای آنها، اتصالات به شینه‌ها مجموعه‌های ورودی و خروجی و غیره) که قبلاً آزمونهای نوعی مربوطه را با توجه به شرایط تابلو گذرانده باشند.

### یادآوری

برای مثال وسایل قطع و وصلی که جریان اتصال کوتاه مشروط اسمی آنها با نشریه شماره ۴۰۸ سازمان بین‌المللی الکتروتکنیک، تحت عنوان «کلیدهای فشار ضعیف هوایی - قطع‌کننده‌های هوایی - کلیدهای قطع‌کننده هوایی و مجموعه‌های کلید فیوز» مطابقت می‌نماید و همچنین راه‌انداز موتورها که با وسایل حفاظت در برابر اتصال کوتاه طبق اولین مکمل نشریه شماره ۱-۲۹۲ سازمان بین‌المللی الکتروتکنیک تحت عنوان «راه‌اندازهای فشار ضعیف برای موتورها» قسمت اول «راه‌اندازهای جریان متناوب اتصال مستقیم به شبکه» هماهنگ شده باشند.

۸-۲-۳-۲ مدارهایی که باید نسبت به ایستادگی در برابر اتصال کوتاه آنها در تابلو از طریق آزمون اطمینان حاصل شود:

این موضوع در مورد کلیه مدارهایی که در بند فرعی ۸-۲-۳-۱ به آن اشاره شده است اعمال خواهد شد.

#### ۸-۲-۳-۱ ترتیب انجام آزمون

تابلو یا قسمتهایی از آن باید مشابه هنگام استفاده عادی نصب شود. جز در مورد آزمونهای مربوط به شینه‌ها (و با در نظر گرفتن نوع ساختمان تابلو) کافی است آزمون بر روی یکی از مجموعه‌های عامل به شرطی که سایر مجموعه‌های عامل به طرز مشابهی ساخته شده و بر روی نتیجه آزمون اثری نداشته باشند، انجام شود.

#### ۸-۲-۳-۲ نحوه انجام آزمون - کلیات

در صورتی که مدار مورد آزمون حاوی فیوز باشد، باید رابط فیوزها با جریان اسمی حداکثر (مطابق با جریان اسمی مدار) و در صورت لزوم از نوعی که به وسیله سازنده قابل قبول معرفی شده است، استفاده شود.

هادیهای تغذیه جریان و اتصالات لازم برای انجام آزمون اتصال کوتاه تابلو، باید دارای قدرت ایستادگی کافی در برابر اتصالات کوتاه بوده و به نحوی ترتیب داده شوند که سبب ایجاد تنشهای اضافی نشوند. جز در مواردی که به نحوی دیگر توافق شده باشد، مدار آزمون باید به ترمینالهای ورودی تابلو وصل شود. تابلوهای سه فاز باید به صورت سه فاز وصل شوند.

مقدار جریان اتصال کوتاه تخمینی باید از نگاره نوسان کالیبره کردن<sup>۱</sup> استخراج گردد. نگاره نوسان در حالی که هادیهای تغذیه تابلو به وسیله امپدانس قابل اغماضی اتصال کوتاه شده اند گرفته می شود. محل اتصال کوتاه باید تا جایی که ممکن است نزدیک به محل تغذیه باشد.

در حین آزمون، باید نگاره نوسان منحنی شدت جریان گرفته شود. نگاره نوسان باید نشان دهد که شدت جریان برقرار شده تا لحظه عمل وسیله حفاظتی یا بمدت تعیین شده ای عملاً ثابت می باشد. مقدار شدت جریان باید در حدود مقادیر ذکر شده در بند فرعی ۸-۲-۳-۴ باشد.

در موارد استفاده از وسایل حفاظتی که نحوه کار آنها بستگی به ولتاژ یا فرکانس یا هر دو دارد، لازم است به مشخصات مربوط به این نوع وسایل توجه شود.

در مورد آزمونهای جریان متناوب، فرکانس مدار آزمون در حین آزمونهای اتصال کوتاه باید معادل فرکانس اسمی با حد خطای ۲۵٪ باشد.

کلیه اجزای تجهیزاتی که در حالت کار عادی به زمین وصل می شوند منجمله محفظه‌های آنها باید از زمین عایق شده ولی به هادی خنثای مدار تغذیه یا به هادی خنثای مصنوعی که اصولاً القایی بوده و اجازه عبور جریان اتصالی تخمینی به مقدار حداقل ۱۰۰ آمپر را بدهد، وصل شود. این اتصال، به منظور نشان دادن وجود جریانهای اتصالی باید شامل وسیله‌ای مطمئن مانند فیوزی که از سیم مسی با قطر ۱/۰ میلیمتر درست شده و طول آن بیش از ۵۰ میلیمتر نباشد بوده و در صورت لزوم دارای مقاومتی که بتواند جریان اتصالی تخمینی را به مقدار حدود ۱۰۰ آمپر محدود نماید باشد.



دینامیکی و حرارتی باید به کمک جریانهای اسمی تعیین شود.  
جریان ایستادگی کوتاه مدت باید به مدت تعیین شده برقرار باشد (به بند فرعی ۴-۳ مراجعه شود).

### یادآوری

معهدا در صورتی که محدودیتهایی در شرایط آزمون موجود باشد، زمان کوتاهتری قابل قبول خواهد بود، در این صورت جریان آزمون باید بر طبق فرمول: عدد ثابت  $I^2t =$  ازدیاد داده شود به شرطی که جریان پیک به دست آمده به کمک محاسبه، از مقدار جریان اسمی ایستادگی پیک تجاوز ننماید.

آزمون جریان کوتاه مدت را می توان در هر ولتاژ و دمای مناسب شینه ها، انجام داد. بالاترین مقدار پیک بزرگترین نیم موج در حین اولین سیکل آزمون نباید از جریان اسمی ایستادگی پیک کمتر باشد (به بند فرعی ۷-۵-۳ مراجعه شود).

در مورد تابلوهایی که دارای جریان اسمی مشروط اتصال کوتاه یا جریان اسمی اتصال کوتاه فیوزی می باشند (به بند فرعی ۴-۵ مراجعه شود) ایستادگی دینامیکی و حرارتی را باید به وسیله جریان اتصال کوتاه تخمینی که در طرف تغذیه وسیله حفاظتی مشخص شده و معادل جریان اسمی مشروط یا جریان اسمی فیوزی اتصال کوتاه می باشد، تعیین نمود.

### ۸-۲-۳-۵ نتایج به دست آمده

پس از ختم آزمون در هادیها نباید هیچ نوع تغییر شکل قابل ملاحظه ای مشاهده شود. تغییر شکل جزئی شینه ها به شرطی که فواصل هوایی و فواصل خزشی مشخص شده در بند فرعی ۷-۱-۲ هنوز برقرار باشند قابل قبول خواهد بود. همچنین در عایق بندی هادیها و قسمتهای عایق نباید هیچ نشانی از خرابی وجود داشته باشد.

فیوز نشان دهنده وجود اتصال زمین باید سالم مانده باشد.

در قطعات به کار رفته در اتصالات هادیها، نباید هیچ نوع سستی یا لقی به وجود آمده باشد.

در مؤثر بودن هادیهای حفاظتی (که حفاظت در برابر برق گرفتگی را در صورت بروز اتصالی تضمین می نمایند) نباید هیچ نوع خللی وارد شده باشد.

تغییر شکل محفظه تا حدی که به درجه حفاظت خللی وارد نشده و فواصل آزاد به مقادیر مشخص شده تقلیل نیافته باشند قابل قبول خواهد بود.

لوازم و تجهیزات نصب شده در تابلو باید در شرایطی که استانداردهای مربوطه مشخص نموده اند باشد.

### ۸-۲-۴ حصول اطمینان نسبت به مؤثر بودن مدار حفاظتی

#### ۸-۲-۴-۱ تعیین مؤثر بودن اتصالات بین بدنه های هادی تابلو و مدار حفاظتی

لازم است اطمینان حاصل شود که بدنه های هادی مختلف تابلو به نحوی مؤثر طبق مقررات بند فرعی ۷-۴-۲-۱ به مدار حفاظتی وصل می باشد.

در صورت وجود عدم اطمینان در مواردی که روشهای ساختمانی طبق تضمین مداوم آنچه که در بند فرعی ۷-۴-۱ ذکر شده است مورد استفاده قرار نگرفته باشد، ممکن است برای تأیید اینکه مقاومت بین ترمینال هادی حفاظتی ورودی و بدنه‌های هادی مربوطه تابلو به اندازه کافی کوچک می‌باشد، اندازه‌گیری‌هایی انجام شود.

#### ۸-۲-۲-۲ بررسی مدار حفاظتی از نظر استقامت در برابر اتصال کوتاه

یک منبع آزمون یک فاز باید بین ترمینال یکی از فازهای مدار ورودی و ترمینال ورودی هادی حفاظتی وصل شود. در مواردی که تابلو حاوی یک هادی حفاظتی مجزا باشد نزدیکترین هادی فاز باید مورد استفاده قرار گیرد. برای هر یک از مجموعه‌های خروجی نمونه، باید یک آزمون مستقل به کمک اتصال کوتاه کوری که بین ترمینال فاز خروجی مربوطه مجموعه و ترمینال هادی حفاظتی خروجی مربوطه برقرار می‌گردد انجام شود.

هر یک از مجموعه‌های خروجی مورد آزمون باید از وسایل حفاظتی در نظر گرفته شده برای آن، مجهز به وسیله‌ای باشد که حداکثر جریان پیک و  $I^2t$  را عبور می‌دهد، ممکن است آزمون را درحالی که وسیله حفاظتی در خارج از تابلو قرار دارد انجام داد.

برای انجام این آزمون قاب تابلو باید نسبت به زمین عایق شده باشد. مقدار جریان اتصال کوتاه تخمینی و مقدار ولتاژ مورد استفاده باید مقادیر یک‌فازی که از استقامت اتصال کوتاه سه‌فاز تابلو به دست می‌آیند باشد.

کلیه شرایط دیگر این آزمون باید نظیر بند فرعی ۸-۲-۳-۲ باشد.

#### ۸-۲-۳-۳ نتایج به دست آمده

در پیوستگی و استقامت اتصال کوتاه مدار حفاظتی، صرفنظر از اینکه شامل یک هادی مجزا و یا قاب تابلو باشد نباید هیچ‌گونه خللی وارد آمده باشد. علاوه بر بازرسی ظاهری می‌توان به وسیله انجام یک آزمون با جریانی که در حدود جریان حرارتی اسمی مجموعه خروجی مربوطه می‌باشد نسبت به صحت مسئله اطمینان حاصل نمود.

#### یادآوری (۱)

در مواردی که از قاب تابلو به عنوان هادی حفاظتی استفاده شود، وجود جرقه‌ها و ازدیاد دمای موضعی در محل اتصالات قابل قبول خواهد بود به شرط اینکه در تداوم الکتریکی خللی وارد نشده و قطعات قابل اشتعال مجاور، آتش نگرفته باشند.

#### یادآوری (۲)

مقایسه مقاومتهای اندازه‌گیری شده بین ترمینال هادی حفاظتی ورودی و ترمینال هادی حفاظتی خروجی مربوطه در قبل و بعد از انجام آزمون، تعیین‌کننده تطبیق با شرط فوق خواهد

### ۵-۲-۸ تعیین فواصل هوایی و خزشی

لازم است نسبت به مطابقت فواصل هوایی و خزشی با مقادیر تعیین شده در بند فرعی ۷-۱-۲ اطمینان حاصل شود.

چنانچه لازم باشد، فواصل هوایی و خزشی باید به کمک اندازه گیری تعیین گردند. در این حال باید تغییر شکل قطعات محفظه یا پرده های داخلی منجمله تغییراتی که ممکن است در صورت بروز اتصال کوتاه به وجود آیند نیز به حساب آورده شوند.

در صورتی که تابلو شامل اجزای خارج شونده باشد لازم است هم در وضعیت آزمون (به بند فرعی ۲-۲-۱۰ مراجعه شود) و هم در وضعیت قطع (به بند فرعی ۲-۲-۱۱ مراجعه شود) فواصل هوایی و خزشی تعیین و مطابقت داده شوند.

### ۶-۲-۸ تعیین نحوه کار اجزای مکانیکی

انجام این آزمون نوعی، نباید در مورد لوازم و دستگاههایی از تابلو که قبلاً طبق مقررات مخصوص به خود، آزمون نوعی را گذرانده باشند به عمل آید به شرطی که در حین نصب خللی به نحوه کار مکانیکی آنها وارد نشده باشد.

برای آن دسته از لوازم و دستگاهها که در مورد آنها گذراندن آزمون نوعی لازم باشد، تعیین مطابقت با مقررات باید پس از نصب آنها در تابلو به عمل آید. تعداد دوره های کار باید ۵۰ باشد.

در عین حال باید نحوه عمل قفل و بستهای مکانیکی مربوط به این کارها نیز کنترل شود. آزمون در صورتی قابل قبول تلقی خواهد شد که خللی به نحوه کار لوازم و دستگاهها و همچنین قفل و بستهای آنها و غیره وارد نیامده و نیروی لازم برای انجام کارها عملاً به همان مقداری باشد که قبل از شروع آزمون لازم بوده است.

### ۷-۲-۸ تعیین درجه حفاظت

درجه حفاظت به وجود آمده طبق مقررات بند فرعی ۷-۲-۱ باید با استاندارد ملی شماره ۲۹۶ مطابقت داده شود و در مواردی که لازم باشد تعدیلهایی مناسب نوع تابلو برای تطبیق با آن انجام شود.

### ۳-۸ آزمونهای معمولی

۱-۳-۸ بازدید تابلو شامل بازدید سیمکشیها و در صورت لزوم آزمون نحوه کار الکتریکی مؤثر بودن کار اجزای راه انداز مکانیکی، قفل و بستها، کلید و قفلها و غیره باید کنترل شود.

صحت کشیده شدن هادیها و کابلها و نصب لوازم و دستگاهها باید کنترل شود. جهت حصول اطمینان نسبت به وجود درجه حفاظت تعیین شده و فواصل هوایی و خزشی در تابلو، بازدید آن لازم خواهد بود. اتصالات، به خصوص نوع پیچی آنها باید از نظر وجود تماس کافی کنترل شوند. در صورت امکان این عمل باید به کمک آزمونهایی بر روی نمونه هایی که به کمک روش انتخاب اتفاقی به دست می آید انجام شود.

همچنین باید اطمینان حاصل شود اطلاعات و علامت‌گذاریهایی که در بندهای فرعی ۵-۱ و ۵-۲ تعیین شده است تکمیل بوده و تابلو با آنها مطابقت می‌نماید.

به‌علاوه تطبیق تابلو با دیاگرامهای مدارها و سیمکشیها و مشخصات فنی و غیره که توسط سازنده ارائه گردیده است باید کنترل شود.

بسته به پیچیده و درهم بودن تابلو، ممکن است لازم باشد سیمکشی‌های آن کنترل شده و آزمونهای عملیات الکتریکی در مورد آن به‌عمل آید.

روش آزمون و تعداد آزمونها بستگی خواهد داشت به اینکه تابلو حاوی قفل و بستهای مفصل و یا وسایل کنترل متوالی (مترادف) و غیره می‌باشد یا خیر.

در بعضی موارد ممکن است لازم باشد در موقع راه‌اندازی تأسیساتی که تابلو برای آن در نظر گرفته شده است این آزمونها انجام شده یا تکرار شوند. در این مورد باید توافق جداگانه‌ای بین سازنده و استفاده‌کننده به‌عمل آید.

### ۸-۳-۲ آزمونهای دی‌الکتریک

#### ۸-۳-۲-۱ کلیات

ولتاژ آزمون طبق بند فرعی ۸-۲-۲-۴ باید به مدت یک ثانیه اعمال شود. منبع تغذیه جریان متناوب باید به اندازه کافی پر قدرت باشد به نحوی که بتواند ولتاژ آزمون را صرف‌نظر از کلیه جریانهای نشت ثابت نگهدارد. موج ولتاژ آزمون باید عملاً سینوسی بوده و فرکانس آن بین ۴۵ و ۶۵ هرتز باشد.

کلیه تجهیزات الکتریکی تابلو باید برای آزمون وصل شده باشند به استثنای لوازم و دستگاههایی که برای ولتاژ آزمون پایبندی طرح شده و همچنین وسایل مصرف‌کننده جریان (مانند بوبینها و وسایل اندازه‌گیری) که اتصال ولتاژ آزمون در آنها سبب عبور جریان خواهد شد.

این لوازم و دستگاهها باید از محل ترمینال خود قطع شده باشند.

خازنهای ضد پارازیت که بین قسمتهای برقدار و بدنه‌های هادی وصل می‌شوند نباید قطع شده و باید قادر به تحمل ولتاژ آزمون باشند.

برای آزمون لازم است یکی از شرایط زیر برقرار باشد:

- کلیه وسایل قطع و وصل باید در حالت وصل باشند یا
- ولتاژ آزمون به ترتیب به کلیه قسمتهای مدارها اعمال شود.

ولتاژ آزمون باید بین قسمتهای برقدار و بدنه‌های هادی تابلو اعمال شود.

#### ۸-۳-۲-۲ مقدار ولتاژ آزمون

(به بند فرعی ۸-۲-۲-۴ مراجعه شود).

در صورتی که تجهیزات نصب شده در مسیر مدارهای اصلی و فرعی که باید مورد آزمون قرار گیرد قبلاً آزمون دی‌الکتریک را گذرانده باشند، ولتاژ آزمون باید به میزان ۸۵ درصد مقدار داده شده در بند فرعی ۸-۲-۲-۴ تنزل داده شود.



## ۸-۳-۲-۳ نتایج به دست آمده

نتیجه آزمون در مواردی رضایت‌بخش می‌باشد که در عایق‌بندی خرابی ایجاد نشده یا جرقه‌ای پدید نیامده باشد.

## ۸-۳-۳ کنترل اقدامات و مداومت الکتریکی مدارهای حفاظتی

اقدامات حفاظتی از نظر برق‌گرفتگی در موقع کار عادی و هنگام بروز اتصالی باید کنترل شود. مدارهای حفاظتی باید به کمک بازدید کنترل شده و اطمینان حاصل شود که با مقررات ذکر شده در بند فرعی ۷-۴-۲-۱-۵ مطابقت دارند. به خصوص اتصالات پیچی باید از نظر وجود تماس کافی به طریق انتخاب اتفاقی کنترل شوند.





## فصل ۶

### تابلوه‌های فشار متوسط

- ۱-۶ تعاریف
- ۱-۱-۶ تابلو قدرت و فرمان فشار متوسط<sup>۱</sup>
- ترکیبی از وسایل کلیدی (قطع و وصل) فشار متوسط همراه با تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری و تنظیم است که شامل وسایل جنبی، اتصالات مربوط، محفظه‌ها و سازه‌های نگهدارنده آن می‌باشد.
- ۲-۱-۶ تابلوه‌های قدرت فشار متوسط
- ترکیبی از وسایل کلیدی (قطع و وصل) فشار متوسط همراه با تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری و تنظیم است که شامل وسایل جنبی، اتصالات مربوط، محفظه‌ها و سازه‌های نگهدارنده آن نیز می‌باشد و اصولاً در ارتباط با تولید، انتقال و توزیع و تبدیل انرژی الکتریکی به کار می‌رود.
- ۳-۱-۶ تابلوه‌های فرمان فشار متوسط
- ترکیبی از وسایل کلیدی (قطع و وصل) فشار متوسط همراه با تجهیزات کنترل، اندازه‌گیری، حفاظت و تنظیم است که شامل وسایل جنبی، اتصالات مربوط، محفظه‌ها و سازه‌های نگهدارنده آن می‌باشد و اصولاً برای کنترل تجهیزات مصرف‌کننده انرژی الکتریکی به کار می‌رود.
- ۴-۱-۶ تابلوه‌های قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی<sup>۲</sup>
- مجموعه تابلوه‌های قدرت و فرمان فشار متوسط که دارای پوشش خارجی فلزی اتصال زمین‌دار بوده و به‌استثنای اتصالات خارجی، به‌طور کامل سوار شده باشد.
- تابلوه‌های قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی براساس استاندارد IEC 298 به‌سه نوع به‌شرح زیر طبقه‌بندی شده است:

1- Medium voltage switchgear and controlgear

2- Medium voltage metal-enclosed switchgear and controlgear

۱-۴-۱-۶ **تابلو قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش و خانه‌های بسته فلزی<sup>۱</sup> (متال کلد)**  
 تابلو قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی که اجزای به کار رفته در آن به طور جداگانه در خانه‌های بسته فلزی زمین شده قرار گرفته باشد.

این نوع تابلو دارای جداره‌های فلزی با درجات حفاظتی مندرج در جدول ۲-۶ می‌باشد و حداقل دارای خانه‌های جداگانه برای اجزای زیر است:

الف - کلید اصلی

ب - اجزایی که به یک طرف کلید اصلی متصل است، مانند فیدها

پ - اجزایی که به طرف دیگر کلید اصلی متصل است، مانند شینه‌ها، و در مواردی که بیش از یک گروه از شینه‌ها وجود دارد هر گروه دارای خانه‌های جداگانه‌ای خواهد بود.

۲-۴-۱-۶ **تابلو قدرت و فرمان فشار متوسط خانه‌ای با پوشش فلزی (دارای جداره‌های غیر فلزی)<sup>۲</sup>**

تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی که اجزای به کار رفته در آن همانند تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش و خانه‌های فلزی (متال کلد) به طور جداگانه در خانه‌های بسته قرار گرفته باشد، اما دارای یک یا چند جداره غیر فلزی باشد به گونه‌ای که درجه حفاظت مندرج در جدول ۲-۶ (یا بیش از آن) را تأمین نماید.

۳-۴-۱-۶ **تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط سلولی<sup>۳</sup>**

به تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی، به جز تابلوهای مشخص شده در بندهای ۱-۴-۱-۶ و ۲-۴-۱-۶ می‌گویند.

این نوع تابلوها دارای یکی از مشخصات زیر می‌باشد:

الف - یا فاقد هر نوع جداره‌ای است.

ب - یا تعداد خانه‌های آن کمتر از تعدادی است که برای تابلوهای مندرج در بندهای ۱-۴-۱-۶ و ۲-۴-۱-۶ مورد نیاز می‌باشد.

پ - یا دارای جداره‌های فلزی نمی‌باشد.

ت - یا جداره‌های فلزی دارای درجه حفاظت کمتری نسبت به جدول توصیه شده ۲-۶ می‌باشد.

۵-۱-۶ **تابلوهای قدرت و فرمان سوار شده در کارخانه**

تابلوهای قدرت و فرمان که در کارخانه ساخته شده و قابل حمل بوده و مسئولیت آزمون آن را کارخانه سازنده به عهده گرفته باشد.

۶-۱-۶ **تابلوهای تمام بسته**

این تابلوها عبارت است از مجموعه سوار شده در کارخانه که تمام جوانب آن، جز سطح نصب که ممکن

1- Medium voltage metal-clad switchgear and controlgear

2- Compartmented switchgear and controlgear (with non-metallic partitions)

3- Medium voltage cubicle switchgear and controlgear

است باز باشد، به نحوی بسته باشد که حداقل درجه حفاظت IP20 تأمین شود.

### ۶-۱-۷ تابلو تمام بسته ایستاده

منظور تابلویی است که به طور مستقل و بدون اتکا به دیوار، در روی کف ساختمان استقرار یابد.

### ۶-۱-۸ محفظه

قسمت دربرگیرنده تابلوی قدرت و فرمان با پوشش فلزی را گویند که باعث جلوگیری از تماس افراد به طور اتفاقی با قسمت‌های برق‌دار و قطعات متحرک آن می‌شود و همچنین وسایل داخلی را در برابر اثرات خارجی حفاظت می‌کند.

### ۶-۱-۹ خانه<sup>۱</sup>

بخشی از تابلو قدرت یا فرمان با پوشش فلزی را گویند که به جز محلهایی که برای اتصالات، کنترل و یا تهویه باید باز بماند بسته شده باشد.

### ۶-۱-۱۰ جداره<sup>۲</sup>

جزیی از پوشش یک خانه که آن را از خانه‌های دیگر جدا می‌کند.

### ۶-۱-۱۱ پوشش

قسمت خارجی محفظه تابلوهای قدرت و کنترل با روپوش فلزی را گویند.

### ۶-۱-۱۲ درب

به پوشش کشویی یا لولایی گفته می‌شود.

### ۶-۱-۱۳ دریچه حفاظتی<sup>۳</sup>

جزیی است که ممکن است بین دو حالت زیر حرکت کند:

- وضعیتی که اجازه می‌دهد کنتاکتهای متحرک با کنتاکتهای ثابت درگیر شود.

- وضعیتی که به صورت قسمتی از پوشش یا جداره درآمده و کنتاکتهای ثابت را می‌پوشاند.

### ۶-۱-۱۴ پوشینگ

ساختاری که یک هادی را از میان یک پوشش و یا جداره عبور داده و آن را نسبت به آنها عایق می‌کند و

شامل متعلقات اتصالات به جداره و پوشش نیز می شود.

## ۲-۶ طبقه بندی

تابلوهای فشار متوسط مورد استفاده در تأسیسات برق ساختمانها برحسب ولتاژ به شرح زیر طبقه بندی می شود:

تابلوهای فشار متوسط ۳ و ۶ کیلوولت (اغلب در صنایع سنگین به کار می رود)	۱-۲-۶
تابلوهای فشار متوسط ۱۰ و ۱۱ کیلوولت (مورد استفاده در شبکه برق شهری)	۲-۲-۶
تابلوهای فشار متوسط ۲۰ و ۲۲ کیلوولت (مورد استفاده در شبکه برق شهری)	۳-۲-۶
تابلوهای فشار متوسط ۳۰ و ۳۳ کیلوولت (مورد استفاده برای شبکه برق شهری)	۴-۲-۶

## ۳-۶ انواع تابلوهای ایستاده تمام بسته فشار متوسط

این نوع تابلوها عبارت است از مجموعه سوار شده در کارخانه که تمام جوانب آن - جز سطح نصب که ممکن است باز باشد - به نحوی بسته باشد که حداقل، درجه حفاظت IP20 تأمین شود. این گونه تابلو را تابلو تمام بسته ایمنی نیز می نامند. تابلوهای تمام بسته ایمنی فشار متوسط به اشکال مختلف ساخته می شود که عمده ترین انواع آن به شرح زیر است:

۱-۳-۶ تابلو ایستاده، تمام بسته قابل دسترسی و فرمان از جلو عبارت است از تابلویی که وسایل فرمان مانند دسته یا شستیها، روی بخش ثابتی در سمت راست، و وسایل اندازه گیری با در جداگانه در بخش فوقانی، در قسمت جلو تابلو قرار می گیرد، و سایر تجهیزات و لوازم مانند سکسیونرهای غیر قابل قطع زیربار، سکسیونرهای قابل قطع زیربار، دیژنکتورهای دستی و موتوری، فیوزها، ترانس جریان، ترانس ولتاژ، و سرکابلها در داخل تابلو نصب می شود و به وسیله یک در لولایی مجهز به قفل الکتریکی یا مکانیکی، که فقط پس از قطع کلید قابل باز شدن است و در جنب قسمت ثابت فوق الذکر قرار دارد، دسترسی برای اتصالات، تعمیرات، تعویض، و غیره امکان پذیر می شود.

## ۲-۳-۶ تابلو ایستاده، تمام بسته، کشویی

این نوع تابلو، به طور کلی، از دو قسمت اصلی ثابت و متحرک کاملاً مجزا تشکیل گردیده است. قسمت اول بدنه تابلو است که به صورت سلول ساخته شده و شینه کشی، محل اتصال کابلهای ورودی و خروجی، دریچه های اتصال و فیض های کلید در این قسمت تعبیه گردیده و در بالاترین قسمت آن نیز وسایل اندازه گیری نصب می شود.

قسمت دوم، که کلید در روی آن نصب شده است، اسکلتی است متحرک و ارا به نیز نامیده می شود به صورت کشویی با کمک چرخ دقیقاً در داخل سلول فوق الذکر قرار گرفته و اتصالات لازمه را برقرار می سازد. سمت جلو اسکلت مزبور باید کاملاً بسته باشد و قسمت فرمان کلید مانند دسته و یا شستی روی این قسمت نصب گردد قسمت کشویی باید دارای قفل برق بوده و فقط پس از قطع کلید قابل خارج

## ۲-۶ استاندارد ساخت

### ۱-۲-۶ تابلوه‌های قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش فلزی

تابلوه‌های قدرت و فرمان فشار متوسط سوار شده در کارخانه که دارای پوشش فلزی بوده و ولتاژ اسمی آن در جریان متناوب از یک کیلوولت تا ۷۲/۵ کیلوولت، و فرکانسهای تا ۶۰ هرتز می‌باشد باید برابر استانداردهای<sup>۱</sup> IEC 298 و<sup>۲</sup> IEC 694 و یا استاندارد وزارت نیرو، امور برق، جلدهای اول، دوم و سوم زیر عنوان «استاندارد تابلوه‌های مورد استفاده در شبکه توزیع» طراحی ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

### ۲-۴-۶ تابلوه‌های قدرت و فرمان فشار متوسط با پوشش عایق

تابلوه‌های فرمان و کنترل فشار متوسط سوار شده در کارخانه که دارای پوشش عایق بوده، و ولتاژ اسمی آن در جریان متناوب از یک کیلوولت تا ۳۸ کیلوولت می‌باشد و برای استفاده در تأسیسات درونی است باید برابر استاندارد<sup>۳</sup> IEC 466 یا مشابه آن طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۳-۴-۶ سایر انواع تابلوه‌های فشار متوسط که برای مصارف ویژه مانند مناطق مخاطره‌آمیز، معادن، و مانند آن مورد استفاده قرار می‌گیرد باید در صورت فقدان استاندارد ایرانی برابر مشخصات فنی یکی از استانداردهای معتبر و شناخته شده بین‌المللی مانند آی، ای، سی (IEC) طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

### ۴-۲-۶ لوازم و وسایل داخل تابلوه‌های قدرت و فرمان فشار متوسط

#### ۱-۴-۲-۶ شینه‌ها

شینه‌های مسی باید برابر استاندارد VDE 0201 و شینه‌های آلومینیومی برابر استاندارد VDE 0202 یا یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی مشابه باشد.

#### ۲-۴-۴-۶ کلیدهای قدرت

کلیدهای قدرت فشار متوسط که برای قطع و وصل جریانهای متناوب اتصال کوتاه با ولتاژهای ۱۰۰۰ ولت و بیشتر به کار می‌رود باید مطابق جدیدترین اصلاحیه استانداردهای زیر یا یکی از استانداردهای بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد:

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

#### ۳-۴-۴-۶ ترانسفورماتورهای جریان

ترانسفورماتورهای جریان مورد استفاده در لوازم اندازه‌گیری و وسایل حفاظتی الکتریکی با فرکانس ۱۵ تا ۱۰۰ هرتز باید برابر آخرین اصلاحیه استاندارد IEC 185 یا یکی از استانداردهای بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

1- A-C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 KV and up to and including 72.5 KV

2- Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards

3- High-voltage insulation-enclosed switchgear and controlgear.

### ۶-۴-۴-۲ ترانسفورماتورهای ولتاژ

ترانسفورماتورهای ولتاژ باید مطابق آخرین نسخه منتشره استاندارد IEC 186, 186B یا یکی از استانداردهای بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

### ۶-۴-۴-۵ کلیدهای جداکننده و کلیدهای زمین

کلیدهای جداکننده (ایزولاتور) جریان متناوب و کلیدهای زمین که برای ولتاژ بیش از ۱۰۰۰ ولت و فرکانس تا ۶۰ هرتز طراحی شده و در تأسیسات داخلی یا خارج از ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد باید مطابق جدیدترین اصلاحیه استاندارد و IEC 129 یا مشابه آن طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

سایر لوازم و وسایل داخل تابلو مانند وسایل اندازه‌گیری، کلیدها و لامپهای نمایشگر، رله‌ها و غیره باید برابر استاندارد کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) یا یکی از استانداردهای بین‌المللی مشابه ساخته شده باشد.

## ۶-۵ مشخصات فنی ساخت تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط، ایستاده، تمام‌بسته با پوشش فلزی

### ۶-۵-۱ مشخصات عمومی

#### ۶-۵-۱-۱ مقادیر اسمی

مقادیر اسمی تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط به شرح زیر خواهد بود:

الف - مقادیر ولتاژ اسمی استاندارد شده برابر ارقام مندرج در ستون اول جدول ۶-۱ خواهد بود. مقادیر مزبور مطابق حداکثر مقادیر ولتاژ سیستمی است که تابلو در آن استفاده می‌شود. اجزای تشکیل‌دهنده قسمت‌های مختلف تابلو ممکن است دارای مقادیر ولتاژ مخصوص به خود باشد.

ب - مقدار اسمی سطح عایقی برای تأسیساتی که به خارج راه دارد در شرایط استاندارد (فشار اتمسفر برابر با ۱۰۱۳ میلی بار، دما برابر با ۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت برابر با ۱۱ گرم در متر مکعب) باید از جدول ۶-۱ انتخاب شود.

پ - فرکانس اسمی برابر با ۵۰ هرتز خواهد بود.

ت - مقادیر جریان اسمی عادی مدارات مانند فیدرها و شینه‌ها باید مطابق استاندارد جریان اسمی IEC 59 انتخاب شود.

ث - مقدار جریان اسمی ایستادگی کوتاه مدت که به مدت یک ثانیه از مدار عبور می‌کند. برای زمانهای بزرگتر از یک ثانیه، رابطه بین جریان و زمان به صورت (مقدار ثابت  $I^2.t =$ ) خواهد بود مگر این که سازنده مشخصات دیگری را تعیین نموده باشد.

ج - مقدار جریان اسمی ایستادگی پیک باید برابر با ۲/۵ برابر جریان اسمی ایستادگی کوتاه مدت

جدول ۶-۱ مقدار اسمی سطح عایقی تابلوهای قدرت و فرمان با پوشش فلزی برای مقادیر ولتاژ اسمی ۳/۶ تا ۲۲/۵ کیلوولت مؤثر

ولتاژ اسمی (کیلوولت مؤثر)		ولتاژ ایستادگی ضربه‌ای (کیلوولت)		ولتاژ ایستادگی برای یک دقیقه با فرکانس ۵۰ هرتز (کیلوولت مؤثر)	
بین فاصله عایق	نسبت به زمین و بین فازها		نسبت به زمین و بین فازها	نسبت به زمین و بین فازها	
	آزمون معمولی (روتین)	آزمون نوعی		آزمون معمولی (روتین)	آزمون نوعی
۲۵	۱۶	۲۱	۵۲	۴۵	۳/۶
۳۵	۲۲	۲۷	۷۰	۶۰	۷/۲
۴۵	۲۸	۳۵	۸۵	۷۵	۱۲
۶۰	۳۸	۴۵	۱۱۰	۹۵	۱۷/۵
۷۵	۵۰	۵۵	۱۴۵	۱۲۵	۲۴
۱۰۰	۷۰	۷۵	۱۹۵	۱۷۰	۳۶
۱۹۰	۱۴۰	۱۴۰	۳۷۵	۳۲۵	۷۲/۵

### ۶-۵-۱-۲ لوح ویرگیها

- ویژگیهای هر سلول باید بر روی لوحه‌ای بادوام با خطوط دائمی درج شده و بر روی قسمت غیرمتحرک آن پرچ شود. حداقل ابعاد لوحه مزبور باید ۴۰۰×۱۰۰ میلی‌متر بوده و حاوی اطلاعات زیر باشد:
- نام سازنده و یا علامت (آرم) مشخصه آن
  - شماره سریال یا نوع نشانه طراحی که بدان وسیله بتوان تمام اطلاعات لازم را از سازنده دریافت نمود.
  - استاندارد مورد استفاده با ذکر شماره مربوط
  - ولتاژ اسمی
  - جریانهای اسمی برای شینه‌ها و مدارها
  - فرکانس اسمی
  - سال ساخت

### ۶-۵-۱-۳ درجات حفاظت

- الف - حفاظت افراد در برابر نزدیک شدن به قسمت‌های برقدار و متحرک در تابلوهای قدرت و فرمان فشار متوسط از نوع متال کلد<sup>۱</sup> و خانه‌ای<sup>۲</sup> درجه حفاظت محفظه و جداره‌ها باید به‌طور جداگانه مشخص شود لیکن در تابلوهای سلولی<sup>۳</sup> فقط تعیین درجه حفاظت محفظه مورد نیاز خواهد بود.
- درجه حفاظت از جدول ۶-۲ به‌دست می‌آید.
- ب - حفاظت تجهیزات در برابر اثرات عوامل خارجی
- برای حفاظت تأسیسات در برابر اثرات عوامل خارجی به‌بند ۲-۳۰-۲ و پیوست «ب» از نشریه وزارت نیرو - استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع - مراجعه شود.

برای تعیین شرایط کار عادی و سایر شرایط مانند دمای محیط، آلودگی هوا، ارتفاع محل نصب تابلو از سطح دریا و ضرایب تصحیح ولتاژهای نامی و آزمون به بند ۲-۲ از نشریه فوق‌الذکر رجوع شود.

جدول ۶-۲ درجه حفاظت تابلوهای فشار متوسط از نظر نزدیک شدن افراد به قسمت‌های برقدار و متحرک

ارقام مشخصه	شرح
IP2X	حفاظت در برابر نزدیک شدن به قسمت‌های باردار و یا تماس با قسمت‌های داخلی با انگشتان
IP3X	حفاظت در برابر قسمت‌های باردار و یا متحرک، توسط ابزار، سیم یا اشیاء مشابه با ضخامت بیش از ۲/۵ میلی‌متر
IP6X	حفاظت کامل در برابر نزدیک شدن به قطعات باردار و یا تماس با قطعات متحرک

۴-۱-۵-۶ 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 دشارژ بارهای الکتروستاتیک خطرناک با ایمنی انجام پذیرد.

۵-۱-۵-۶ اسکلت تابلو باید از پروفیل آهنی ساخته شده و به وسیله پیچ و مهره به هم متصل شود به گونه‌ای که تنشهای مکانیکی وارده را به خوبی تحمل نماید. پوشش تابلو باید از ورقهای فلزی که توسط پیچ و مهره به اسکلت اصلی متصل خواهد بود ساخته شود و به منظور کاهش فشار رو به بالای قوس و خطای داخلی در خانه‌های فشار متوسط درجه‌های ضد انفجار نصب گردد.

۶-۱-۵-۶ درها و پوششها که بخشی از محفظه را تشکیل می‌دهد باید فلزی بوده و درجات حفاظت مشخص شده در بند ۳-۱-۵-۶ را تأمین نماید. درها و پوششها نباید از شبکه سیمی بافته شده و مانند آن ساخته شده باشد به جز در مواردی که خروجیهای هواکش و محل‌های تهویه بر روی آن قرار داشته باشد. درها باید دارای لولای گالوانیزه یا استیل بوده و مجهز به قفل و چفت جداگانه باشد. قفلها باید شبیه به هم انتخاب شود و یک کلید برای هر قفل موجود باشد.

درها و پوششها از نظر دسترسی به خانه‌های فشار متوسط به دو دسته زیر تقسیم می‌شود:

الف - پوششهای ثابت که برای بهره‌برداری و نگهداری عادی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. این‌گونه پوششها نباید بدون استفاده از ابزار قابل بازکردن، برداشتن یا جابجا نمودن باشد.

ب - درها و پوششهایی که برای بهره‌برداری و نگهداری عادی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. (درها و پوششهای قابل برداشت). باز نمودن یا برداشتن درها و پوششهای مزبور نیاز به ابزار نخواهد داشت. این نوع درها و پوششها باید دارای قفل باشد مگر این که ایمنی افراد به وسیله یک اینترلاک مناسب تأمین شود.

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 (مندرج در بند ۳-۱-۵-۶) را دارا باشد.

۷-۱-۵-۶ به منظور حفاظت در برابر زنگ زدگی 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 رنگ آمیزی برابر روشهای مندرج در پیوست «ت» از جلد اول نشریه وزارت نیرو - استاندارد تابلوه‌های مورد استفاده در شبکه توزیع - مورد آزمون قرار دهد.

۸-۱-۵-۶ در طراحی و ساخت تابلوه‌های قدرت و فرمان فشار متوسط ضوابط مندرج در نشریه وزارت نیرو زیر عنوان «استاندارد تابلوه‌های مورد استفاده در شبکه‌های توزیع» جلد‌های اول، دوم و سوم به شرح زیر باید رعایت شود:

الف - جداره‌ها و دریچه‌های حفاظتی باید برابر بند ۲-۱۴-۲ و محل‌های تهویه و خروجی‌های هواکش برابر بند ۲-۱۴-۳ از جلد اول در نظر گرفته شود.

ب - سیستم همبندی یا اینترلاک<sup>۱</sup> بین اجزای مختلف تابلو که به منظور ایجاد ایمنی در کار و سهولت بهره‌برداری به کار می‌رود و از بروز حوادث تصادفی خطرناک جلوگیری می‌کند باید برابر بند ۲-۱۶ از جلد اول و بند ۳-۳ از جلد دوم پیش‌بینی شود.

۹-۱-۵-۶ 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. با توجه به محل قرار گرفتن تابلو دمای تنظیم ترموستات این گرمکن باید بین ۲۵ تا ۳۰ درجه باشد.

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

۱۰-۱-۵-۶ 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.

برای انتخاب سطح مقطع شمشهای مسی تخت به جدول ۳-۵، و برای انتخاب سطح مقطع شمشهای آلومینیومی تخت به جدول ۴-۵، مراجعه شود. در مواردی که از شینه‌های مسی و یا آلومینیومی با مقاطع گرد (لوله‌ای) یا ناودانی استفاده می‌شود باید از جداول مندرج در نشریه وزارت نیرو - امور برق، استاندارد تابلوه‌های مورد استفاده در شبکه توزیع، جلد اول استفاده 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.

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 تا حداکثر هدایت الکتریکی به وجود آمده و از گرم شدن آن جلوگیری شود.

در مواردی که برای شینه‌کشی از شمشهای گرد استفاده می‌شود، کلیه اتصالات باید از نوع مخصوص شمش گرد<sup>۲</sup> باشد.

اتصال کابلها به شینه‌ها، کلیدها، فیوزها، و غیره باید به وسیله کابلشو انجام گیرد. برای تعیین فواصل نصب بین شینه‌ها به یادداشتهای ذیل جداول ۳-۵ و ۴-۵ مراجعه شود. شینه‌ها باید با رنگ نسوز به ترتیب زیر رنگ آمیزی شود:

● فاز اول، به رنگ قرمز

● فاز دوم، به رنگ زرد

● فاز سوم، به رنگ آبی

طریقه استقرار شینه‌های فازهای اول، دوم، و سوم در سطوح مختلف به‌قرار زیر خواهد بود:

الف - برای شینه‌کشیهای افقی واقع در سطح افقی تابلو:

شینه سمت جلو تابلو به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد و شینه‌ای که به طرف پشت تابلو قرار می‌گیرد به رنگ آبی خواهد بود.

ب - برای شینه‌کشیهای افقی واقع در سطح عمودی تابلو:

شینه بالا به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد، و شینه پایین به رنگ آبی خواهد بود.

پ - برای شینه‌کشیهای عمودی واقع در سطح عمودی تابلو:

جهت نگاه از جلو تابلو:

شینه سمت چپ به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد، و شینه سمت راست به رنگ آبی خواهد بود.

ت - برای شینه‌کشیهای عمودی واقع در سطح عمودی تابلو:

جهت نگاه از جنب تابلو:

شینه سمت جلو تابلو به رنگ قرمز، شینه وسط به رنگ زرد، و شینه‌ای که به طرف پشت تابلو

قرار می‌گیرد به رنگ آبی خواهد بود.

۶-۵-۱۱ 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. به‌علاوه اتصالات و وسایل اندازه‌گیری و سیستمهای

کنترل و خطوط خارجی باید در روی صفحه ترمینال علامت‌گذاری شده انجام گیرد.

۶-۵-۱۲ کلیه سرسیمها در ابتدا و انتهای مسیر در داخل تابلو، و همچنین سرکابلها، باید به‌منظور راهنمایی در

تعمیرات بعدی طبق نقشه مربوط شماره‌گذاری شود.

۶-۵-۱۳ شماتیک تک خطی هر سلول تابلو فشار متوسط باید با مشخص‌بودن نوع کلید و وسایل داخل آن در

روی تابلو به رنگ قرمز یا زرد ترسیم شود.

علامت احتیاط به شکل زیر و به ابعاد  $۳۰۰ \times ۲۰۰$  میلیمتر یا  $۲۰۰ \times ۱۲۰$  میلیمتر باید به رنگ قرمز بر

روی تابلو نصب شود.



## ۶-۵-۱۴ 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 می شود 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 گونه ای ختم شود که برای اتصال به سیستم زمین تأسیسات 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 نمود.
- پ - محفظه هر واحدکاری<sup>۱</sup> 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 - اتصالات درونی واحدها مانند پیوند بین چهارچوب، پوششها، درها، جداره‌ها یا سایر قسمت‌ها که به منظور تأمین 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 اتصالات زمین باید جریان کامل اتصال کوتاه سه فاز مدار را حمل کند (مانند اتصالات وسایل زمین)، باید ابعاد متناسبی برای آن در نظر گرفته شود.
- ج - هر قسمت از مدار اصلی که بتواند از سایر قسمت‌ها جدا گردد، 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.

## ۶-۵-۲ تابلو فشار متوسط، ایستاده، تمام بسته و قابل دسترسی و فرمان از جلو

- ۶-۵-۱-۲ این نوع تابلو باید از نوع ایستاده و با اسکلت نگهدار از آهن به فرم نبشی، ناودانی، سپری، و پوشش آن از ورق‌های فلزی با ضخامت حداقل ۲/۵ میلیمتر یا بیشتر ساخته شود. ساختمان بدنه این نوع تابلو باید به گونه ای باشد که تابلو به سهولت از طرفین قابل توسعه باشد و به همین جهت پوشش‌های قسمت بالا و یا پایین تابلو که محل شینه کشی و عبور شینه‌ها می‌باشد باید به وسیله پیچ و مهره‌های کروم به اسکلت اصلی متصل شود. در این نوع تابلو، به استثنای سطح زیرین و در قسمت جلو سایر قسمت‌ها باید کاملاً مسدود و پوشش‌های آن به اسکلت فلزی اصلی تابلو جوش شود.
- ۶-۵-۲-۲ دسترسی به کلیه لوازم و تجهیزات داخل این گونه تابلو باید، پس از گشودن در جلو، بدون تداخل با کار قسمت‌های مختلف امکان‌پذیر باشد. همچنین کلیه وسایل داخل تابلو از قبیل دیژنکتور، سکسیونر، وسایل اندازه‌گیری، فیوز، رله، واحد اعلام خطر، و غیره باید به گونه ای نصب شود که از نظر تعمیر و نگهداری و یا تعویض، هر یک، به سهولت در دسترس باشد.
- ۶-۵-۲-۳ در مواردی که وسایل اندازه‌گیری، چراغهای اعلام خطر و شستیهای فرمان، در روی قسمت متحرک یا

قابل برداشت تابلو نصب می‌شود، کلیه سیمکشیهای مربوط باید با کابل یا سیم قابل انعطاف در لوله خرطومی فولادی انجام شود.

۶-۵-۲-۴ حداکثر ابعاد تابلوهای فشار متوسط تمام بسته قابل دسترسی از جلو با توجه به ولتاژ آن به شرح زیر است:

ولتاژ	ارتفاع (سانتیمتر)	عرض (سانتیمتر)	عمق (سانتیمتر)
۳ کیلوولت	۲۰۰	۸۵	۸۵
۶ کیلوولت	۲۰۰	۸۵	۸۵
۱۰ و ۱۱ کیلوولت	۲۲۰	۹۰	۹۰
۲۰ کیلوولت	۲۲۰	۱۴۰	۱۴۰
۳۰ کیلوولت	۲۲۵	۱۶۰	۱۶۰

۶-۵-۲-۵ نمای تابلو تمام بسته ایستاده فشار متوسط، نوع قابل فرمان و دسترسی از جلو در شکل ۶-۱، به عنوان نمونه، ارائه شده است.

### ۶-۵-۳ تابلو فشار متوسط، نوع ایستاده، تمام بسته، و کشویی

۶-۵-۳-۱ این نوع تابلو باید از نوع ایستاده باشد و هر سلول آن از دو بخش ثابت و متحرک (ارابه) کاملاً مجزا به شرح زیر تشکیل شده است:

**الف -** بخش ثابت، که در حقیقت بدنه اصلی تابلو است، به صورت سلول ساخته شده و شینه کشی، محل اتصال کابل‌های ورودی و خروجی، دریچه‌های اتصال و فیش‌های اتصال کلید در این قسمت تعبیه گردیده و در بالاترین قسمت آن نیز وسایل اندازه‌گیری نصب می‌شود. این بخش باید از آهن به شکل نبشی، ناودانی، و سپری، و پوشش آن از ورقهای آهن با ضخامت حداقل ۲/۵ میلیمتر یا بیشتر ساخته شده و برابر بند ۶-۵-۱-۷ زنگ‌زدایی، چربی‌گیری، فسفات‌کاری و رنگ‌کاری شود. تمامی سطوح بخش ثابت، به استثنای سطح زیرین و قسمت جلو، باید کاملاً مسدود، و پوششهای آن به اسکلت فلزی اصلی جوش شود و در قسمت پایین دو عدد ناودانی برای هدایت چرخهای ارابه در نظر گرفته شود.

ساختمان بدنه اصلی باید به گونه‌ای باشد که تابلو به سهولت از طرفین قابل توسعه باشد و به همین جهت پوششهای قسمت بالا و یا پایین تابلو که محل شینه کشی و عبور شینه‌ها می‌باشد باید به وسیله پیچ و مهره‌های کروم به اسکلت اصلی متصل شود.

در بخش ثابت، قسمتی که شینه‌های برق نصب می‌شود باید کاملاً از فضای جلوی سلول که بخش متحرک تابلو در آن قرار می‌گیرد پوشیده و محفوظ باشد.

محل ورود میله‌های اتصالات برقی بخش متحرک (ارابه) به بخش ثابت باید با دریچه‌های فنی خودکار پوشیده شده باشد به نحوی که با خارج ساختن ارابه، دریچه‌های مزبور به طور خودکار بسته و از لحاظ ایمنی امکان دسترسی در حالت عادی به آن نباشد.

**ب -** بخش دوم، که اسکلتی است متحرک با چهار چرخ فلزی و ارابه نیز نامیده می‌شود، باید از آهن

به فرم نبشی، ناودانی و سپری، و پوشش قسمت جلو از ورق آهن با ضخامت حداقل ۲/۵ میلیمتر یا بیشتر ساخته شود.

کلیه وسایل الکتریکی از قبیل دیژنکتور، سکسیونر، وسایل فرمان و غیره باید در داخل این بخش تابلو، روی اسکلت بندی اصلی نصب شود و در روی صفحه جلو آن باید فقط شستی و یا دسته فرمان، چراغهای نشان دهنده و یا اعلام خطر و ضامنهای مربوط نصب گردد. بخش متحرک باید به وسیله قفل برقی یا مکانیکی به نحوی حفاظت شود که در صورت روشن بودن کلید، ارابه قابل جدا کردن از بخش ثابت نباشد، و برعکس، چنانچه ارابه کاملاً در محل خود قرار نگرفته باشد، کلید، قابل روشن کردن نباشد.

۲-۳-۵-۶ حداکثر ابعاد تابلوهای فشار متوسط تمام بسته کشویی با توجه به تنوع تجهیزات و گوناگونی طرحها در محدوده تعیین شده زیر خواهد بود:

ولتاژ	حداکثر ارتفاع (سانتیمتر)	حداکثر عرض (سانتیمتر)	عمق (سانتیمتر)
۲۰ کیلوولت	تا ۲۲۵	۱۱۰	-
۳۳ کیلوولت	تا ۲۲۵	۱۳۰	-

۳-۳-۵-۶ نمای تابلوی فشار متوسط، ایستاده، تمام بسته و کشویی شامل ارابه و سلول در شکل ۲-۶، به عنوان نمونه، نشان داده شده است.

## ۶-۶ مشخصات فنی لوازم، وسایل و تجهیزات داخل تابلو

### ۱-۶-۶ کلیدهای قدرت

#### ۱-۱-۶-۶ 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 بین المللی مورد قبول دستگاه نظارت 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 مجموعه های قطع کننده هنگام بازرسی، تعمیر و نگهداری و عدم امکان تعویض آن به صورت نادرست
- انجام سیمکشیهای لازم برای عملکرد درست کلید قدرت
- ایجاد حداقل سروصدا هنگام باز و بسته شدن کلید
- ایمنی و سهولت داخل یا خارج نمودن وسیله کلیدزنی در تابلوهای کشویی از ساختار حامل آن
- طراحی مقره ها و محفظه کلید به گونه ای که در اثر تغییر دما به هیچ قسمت تابلو نیرو وارد نشود.
- تعیین ابعاد کلید به گونه ای که نیروی ناشی از اتصال کوتاه و زمین لرزه را تحمل نماید.

۲-۱-۶-۶ مشخصات فنی مکانیزم های 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.

**۳-۱-۶-۶ کلیدهای قدرت خلأ باید دارای شرایط زیر باشد:**

- قطع‌کننده‌های خلأ باید برای عملکرد به قدرت کمی نیاز داشته باشد.
- حداقل تعداد عملکرد این‌گونه قطع‌کننده‌ها بدون نیاز به تعمیر و نگهداری در جریان نامی عادی ده هزار بار و در جریان نامی اتصال کوتاه یکصدبار خواهد بود.
- محفظه قطع‌کننده باید کاملاً خلأ بوده و فشار آن بر اثر عوامل خارجی فزونی نیابد و در هر مرحله از ساخت که تخلیه هوا انجام می‌شود آزمون نشتی با اندازه‌گیری دقیق صورت گیرد.

**۴-۱-۶-۶ کلید قدرت SF6 باید دارای مشخصات زیر باشد:**

- این نوع کلیدها باید به‌گونه‌ای ساخته شده باشد که میزان نشت گاز در سال از یک درصد کمتر باشد.
- فشار گاز باید به‌وسیله سنسور کنترل شود و در صورت تنزل از حد مجاز سنسور عمل نماید. فشار گاز هیچ‌گاه از مقدار تعیین شده عایقی نباید کمتر باشد.
- در موقع نصب، گاز SF6 باید ۲۰ درصد بیش از مقدار لازم پر شود.
- کلیدهای قدرت SF6 باید در هر شرایطی بدون تغییر شکل یا ایجاد خطا در هیچ‌یک از قسمت‌های آن تا ۸ میلی‌بار خلأ را تحمل نماید.
- گاز SF6 مورد مصرف باید با استاندارد IEC 376 کاملاً منطبق بوده و برای شرایط مورد نظر مناسب باشد.

**۵-۱-۶-۶ کلیدهای قدرت کم روغن باید دارای مشخصات زیر باشد:**

- قطع‌کننده‌های کم‌روغن باید به‌طور کامل از هر طرف پوشیده و بسته بوده و هیچ نشتی روغن در شرایط کار نداشته باشد.
- کلید قدرت کم‌روغن باید دارای سطح سروصدای (نویز) کمی باشد.
- کلیدهای مزبور باید با روغن کافی و با در نظر گرفتن ده درصد برای تلفات پر شود.
- کلیدهای قدرت کم‌روغن باید دارای لوازم زیر باشد:
  - نمایشگر سطح روغن با علائم حداکثر و حداقل
  - شیر برای نمونه‌گیری
  - شیر برای پُر کردن
  - شیر تخلیه

**۲-۶-۶ ترانسفورماتورهای جریان**

۱-۲-۶-۶ ترانسفورماتورهای جریان مورد استفاده در تابلوهای فشار متوسط باید مطابق مشخصات مندرج در جدیدترین نشریه استاندارد IEC 185 یا یکی از استانداردهای مشابه بین‌المللی مورد قبول دستگاه نظارت طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

۲-۲-۶-۶ ترانسفورماتورهای جریان باید برای کار عادی، تحت شرایط مشخص شده مناسب باشد. این نوع

ترانسها باید به‌صورت یکپارچه ریخته شده و با ساخت مناسب برای نصب در تابلوهای تمام بسته فلزی ساخته شده و دارای تحمل الکتریکی و مکانیکی زیاد بوده و در برابر قوس الکتریکی و درجه حرارت،

مقاومت زیاد داشته باشد. تمام اجزای واقع در معرض هوا، باید برای مقاومت در برابر خوردگی از مواد ضد خوردگی تهیه و یا گالوانیزه گرم شده باشد. همچنین این گونه ترانسها باید نیازی به تعمیر و نگهداری نداشته باشد.

۳-۲-۶-۶ سیم پیچ اولیه ممکن است به صورت تک دور یا چند دور ساخته شده و در صورت درخواست، تغییر نسبت تبدیل در روی سیم پیچهای اولیه تأمین شود. هر سیم پیچ ثانویه، باید به طور الکتریکی از دیگر سیم پیچها مجزا شده و تغییر نسبت تبدیل در روی آن در صورت درخواست، تأمین گردد. هر سیم پیچ باید خروجی مناسب را که برای عملکرد درست دستگاههای حفاظتی و وسایل اندازه گیری مربوط لازم است در محدوده بار اعلام شده، دارا باشد.

۴-۲-۶-۶ ترمینال اولیه باید از جنس مس گالوانیزه شده بوده و با پیچهای اتصال و واشرهای مناسب مجهز باشد. ترمینال باید، برای اتصال به شمش مسی با اندازه حداکثر ۶۰×۱۰ میلیمتر مناسب باشد. برای ترانسفورماتورهای دارای قابلیت تغییر نسبت تبدیل اولیه، این عمل باید با تغییر آرایش رابطها، روی ترمینالهای اولیه به راحتی انجام شود. ترمینالها و اتصالات اولیه تغییر دهنده نسبت تبدیل، باید در قسمت بالای بدنه عایقی تعبیه گردد. ترمینالهای ثانویه باید از جنس مس گالوانیزه شده بوده و به پیچهای مناسب برای اتصال به هادی مسی تا ۶ میلیمتر مربع مجهز باشد. یک ترمینال زمین با نشانه  $\perp$  باید در کنار ترمینالهای ثانویه پیش بینی شود.

۵-۲-۶-۶ ترمینالهای ولتاژ پایین باید با پوشش مناسبی که به بدنه پایه نگهدارنده محکم شده پوشانیده و آب بندی شود و محل ورود کابلها باید با گلند مناسب مجهز باشد.

۶-۲-۶-۶ مجموعه ترانسفورماتورهای جریان باید روی یک صفحه نگهدارنده با مقاومت کافی ثابت گردد و یک عدد پیچ نیز برای اتصال زمین روی صفحه مزبور پیش بینی شود. ترانسفورماتور جریان باید به وسیله چهار عدد پیچ در هر وضعیت مطلوبی قابل نصب باشد.

۷-۲-۶-۶ یک پلاک فلزی ضد زنگ، که حاوی اطلاعات مندرج در استاندارد IEC 185، و نشانگر دیگرام اتصالات به صورت پاک نشدنی، باشد باید در یک مکان قابل دید روی ترانسفورماتور جریان نصب گردد. روش علامت گذاری ترمینالها باید برابر استاندارد یاد شده باشد.

### ۳-۶-۶ ترانسفورماتورهای ولتاژ

۱-۳-۶-۶ ترانسفورماتورهای ولتاژ مورد استفاده در تابلوهای فشار متوسط باید برابر مشخصات مندرج در جدیدترین نشریه استاندارد IEC 186 یا یکی از استانداردهای مشابه بین المللی مورد قبول دستگاه نظارت ساخته شده باشد.

۲-۳-۶-۶ ترانسفورماتورهای ولتاژ باید برای کار عادی در شرایط مشخص شده مناسب باشد. این نوع ترانسها باید به صورت یکپارچه با عایق رزین قالب گیری شود و با طرح و ابعاد مناسب برای نصب در سلولهای تمام بسته فلزی، ساخته شود و دارای خواص تحمل الکتریکی و مکانیکی بالا در برابر فشارهای الکتریکی و تغییرات درجه حرارت باشد. تمام اجزاء واقع در معرض هوا، باید در برابر خوردگی از مواد ضد خوردگی تهیه و یا گالوانیزه گرم شده باشد. همچنین این گونه ترانسها باید نیاز به تعمیر و نگهداری نداشته باشد.

۶-۳-۶-۶ سیم‌پیچ اولیه یا سیم‌پیچ فشار متوسط باید به صورت کلاف بر روی سیم‌پیچ ثانویه عایق شده پیچیده شود. سیم‌پیچ ثانویه باید خروجی مناسبی را که برای عملکرد درست دستگاه‌های حفاظتی و وسایل اندازه‌گیری مربوط لازم است، در محدوده بار اعلام شده دارا باشد. در مواردی که ترانسفورماتورهای ولتاژ دارای دو سیم‌پیچ جداگانه برای حفاظت و اندازه‌گیری می‌باشد، هرکدام از سیم‌پیچها باید دقت مورد درخواست را در محدوده خروجی خود، در زمانی که سیم‌پیچ دیگر، خروجی برابر از صفر تا صد درصد خروجی نامی خود را دارد، دارا باشد.

۶-۳-۶-۶ ترمینال اولیه باید از جنس مس گالوانیزه شده بوده و با پیچهای اتصال و واشرهای مناسب مجهز باشد. ترمینال باید برای اتصال به شمش مسی با اندازه حداکثر  $10 \times 6$  میلی‌متر مناسب باشد. ترمینال اولیه سمت زمین ترانسفورماتور ولتاژ فاز به زمین برای استقامت در برابر ولتاژ سه کیلوولت مؤثر باید عایق شده و توسط یک اتصال قابل تفکیک به ترمینال زمین وصل شود. نقطه اتصال برای زمین کردن که با نشانه  $\perp$  مشخص می‌شود باید پیش‌بینی گردد. ترمینالهای فشار متوسط باید در قسمت بالای بدنه عایقی تعبیه شود.

۶-۳-۶-۶ ترمینالهای ثانویه باید از جنس مس گالوانیزه شده باشد و با پیچهای اتصال با اندازه مناسب برای اتصال به هادی مسی تا ۶ میلی‌متر مربع مجهز باشد.

ترمینالهای ولتاژ پایین باید با پوشش مقتضی پوشانده شود و به بدنه و پایه نگهدارنده محکم شده و آب‌بندی مناسبی را دارا باشد، و به گلندهای مناسب برای ورود کابل مجهز شده باشد. در کنار ترمینالهای ثانویه باید یک ترمینال زمین که با علامت  $\perp$  مشخص شده است پیش‌بینی شود. مجموعه ترانسفورماتورهای ولتاژ باید روی یک صفحه نگهدارنده با مقاومت کافی ثابت گردد و باید بتوان آن را به وسیله چهار پیچ در هر وضعیت مطلوبی داخل پانلها نصب نمود.

۶-۳-۶-۶ یک پلاک فلزی ضدزنگ، که حاوی اطلاعات مندرج در استاندارد IEC 186، و به صورت پاک‌نشدنی باشد، باید روی ترانسفورماتور ولتاژ نصب شود. روش علامت‌گذاری ترمینالها باید برابر استاندارد فوق‌الذکر باشد.

## ۶-۶-۶ کلیدهای جداکننده و کلیدهای زمین

۶-۴-۶-۶ کلیدهای جداکننده و زمین باید مطابق مشخصات ذکر شده در استاندارد IEC 129 ساخته شود جز بند ۴۳ استاندارد مزبور که باید به شرح زیر اصلاح گردد:

«کلیدهای جداکننده با توجه به شرایط ایمنی، باید به گونه‌ای طراحی شود که هیچ‌گونه جریانهای نشتی از یک طرف فاصله عایقی به طرف دیگر آن عبور نکند.

شرایط ایمنی مذکور با حفاظت مؤثر از عایق در برابر آلودگی، به هنگام سرویس و یا با زمین کردن جریانهای نشتی، باید برآورده شود.»

سایر مواردی که در استاندارد IEC مشخص نشده باشد باید برابر یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی مورد قبول دستگاه نظارت باشد.

۶-۴-۶-۶ کلیدهای جداکننده و زمین باید برای استفاده در ارتفاع مشخص شده و شرایط محیطی مورد مصرف مناسب باشد.

۶-۴-۶-۶ تمام کلیدهای زمین و جداکننده و لوازم فرعی به کار رفته در این مشخصات، باید با عایق، اتصالات

- ترمینال پایه‌ها، مکانیزم عملکرد و سایر قسمتهایی که برای عملکرد لازم است، پیچهای نگهدارنده و واشرها برای نصب کابل باشد.
- ۴-۴-۶-۶ 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.
- ۵-۴-۶-۶ هر قسمت جداشدنی باید به گونه‌ای به قسمت ثابت متصل باشد که کلید جداکننده به علت نیروهای ناشی از کار وسیله و یا به علت اتصال کوتاه، به طور غیرمنتظره باز نشود.
- ۶-۴-۶-۶ 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.
- کلیدهای جداکننده فیوزدار، با عملکرد هر یک از فازها باید سریعاً، به صورت سه فاز قطع شود.
- ۷-۴-۶-۶ 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 می‌شود، کمتر باشد و باید ولتاژ مورد لزوم را تحمل نماید.
- ۸-۴-۶-۶ کلیدهای جداساز باید به گونه‌ای طراحی شود که در برابر نیروی ناشی از جریانهای مشخص شده‌ای که از آن عبور می‌کند، بدون سوختگی یا صدمه به کنتاکتها، مقاومت کند، و باید در هر دو حالت باز یا بسته بودن کنتاکتها خود نگهدار باشد.
- ۹-۴-۶-۶ کلیدهای زمین و کلیدهای جداساز باید توسط اینترلاکهای مکانیکی طوری طراحی شود که بسته بودن یکی از آن دو، از بسته شدن دیگری جلوگیری نماید.

## ۵-۶-۶ وسایل اندازه‌گیری

- ۱-۵-۶-۶ وسایل اندازه‌گیری که برای خطوط ترانسفورماتورها بر روی تابلو نصب می‌شود باید در اندازه بزرگ بوده و اتصالات آن از پشت انجام گردد. وسایل مزبور باید در برابر نفوذ رطوبت و خاک مقاوم بوده و تقریباً همسطح قسمت نگهدارنده که ضخامت آن  $2/5$  میلیمتر خواهد بود، نصب شود. این وسایل باید دارای زمینه سفیدرنگ بوده و علامت‌گذاریها و درجه‌بندی و نشانگر آن به رنگ سیاه باشد.
- ۲-۵-۶-۶ وسایل اندازه‌گیری باید دارای پیچ تنظیم برای صفرکردن باشد و میزان دقت آن در مقادیر اسمی برابر با  $\pm 1$  درصد باشد. آمپرمترها باید مطابق جریان اولیه ترانس جریان مدرج شده باشد.
- ۳-۵-۶-۶ ولت‌مترها باید دارای کویل با تحمل ولتاژ تا  $150$  ولت بوده و برای مدارهای ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ با مقادیر اسمی  $100$  ولت و  $50$  هرتز باشد و بر طبق طرف اولیه ترانسفورماتور ولتاژ مدرج شده باشد.
- ۴-۵-۶-۶ کلید ولت‌متر باید از نوع گردان  $7$  حالت با کنتاکت نگهدارنده و بدون فنر برگشت بوده و دارای صفحه علامت‌گذاری شده باشد و برای نصب روی ورق سه میلیمتری مناسب باشد، علامتها باید شامل: O و T-S, R-S, T, S, R باشد.
- ۵-۵-۶-۶ 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.

## ۶-۲ ترکیب کلی تابلو فشار متوسط

### ۶-۲-۱ تابلو فشار متوسط برای استفاده در سیستم حلقه‌ای (رینگ)

در مواردی که پست فشار متوسط از سیستم شبکه حلقه‌ای تغذیه می‌شود ترکیب کلی تابلو باید به شرح زیر باشد:

سلول اول - کلید ورودی شماره یک رینگ، که شامل یک عدد سکسیونر قابل قطع زیر بار با کلید اتصال زمین می‌باشد، در این سلول نصب می‌شود.

سلول دوم - کلید ورودی شماره دورینگ، که شامل یک عدد سکسیونر قابل قطع زیر بار با کلید اتصال زمین می‌باشد، در سلول دوم نصب می‌شود.

سلول سوم - کلید اصلی، که شامل یک عدد سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار و یک عدد دیژنکتور (از انواع مختلف، مانند کم روغن، گازی (SF6)، روغنی، موتوری، و غیره) با رله‌های محافظ، نوع اولیه یا ثانوی می‌باشد، در سلول سوم نصب می‌شود.

سلول چهارم - وسایل اندازه‌گیری، که شامل ترانس ولتاژ، ترانس جریان، کنتور آکتیو، کنتور راکتیو، ساعت فرمان، و غیره می‌باشد، در سلول چهارم نصب می‌شود.

سلول پنجم - کلید تغذیه ترانسفورماتور قدرت و یا تغذیه پست فرعی، که شامل یک عدد سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار و یک عدد دیژنکتور (از انواع مختلف، مانند کم روغن، روغنی، گازی (SF6)، موتوری و غیره) با رله‌های محافظ، نوع اولیه یا ثانوی می‌باشد، در سلول پنجم نصب می‌شود. سلول‌های ششم به بعد، در صورت لزوم، مشابه سلول پنجم خواهد بود.

### ۶-۲-۲ تابلو فشار متوسط برای استفاده در سیستم شعاعی

در مواردی که پست فشار متوسط از سیستم شبکه شعاعی تغذیه می‌شود، ترکیب کلی تابلو باید به شرح زیر باشد:

سلول اول - کلید اصلی، که شامل یک عدد سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار و یک عدد دیژنکتور (که ممکن است از انواع مختلف مانند کم روغن، روغنی، گازی (SF6)، موتوری، و غیره باشد) با رله‌های محافظ از نوع اولیه یا ثانوی می‌باشد، در سلول اول نصب می‌شود.

سلول دوم - وسایل اندازه‌گیری، که شامل ترانس ولتاژ، ترانس جریان، کنتور آکتیو، کنتور راکتیو، ساعت فرمان، و غیره می‌باشد، در سلول دوم نصب می‌شود.

سلول سوم - کلید تغذیه ترانسفورماتور قدرت و یا تغذیه پست فرعی، که شامل یک عدد سکسیونر غیر قابل قطع زیر بار و یک عدد دیژنکتور (از انواع مختلف مانند کم روغن، روغنی، گازی (SF6)، موتوری و غیره)، با رله‌های محافظ، نوع اولیه یا ثانوی می‌باشد، در سلول سوم نصب می‌شود.

سلول‌های چهارم به بعد، در صورت لزوم، مشابه سلول سوم خواهد بود.

۶-۲-۳ شماتیک یک تابلوی برق فشار متوسط در شکل ۶-۳، به عنوان نمونه نشان داده شده است.

## ۸-۶ روش نصب

۱-۸-۶ تابلوهای فشار متوسط ایستاده تمام بسته، انواع قابل دسترسی و فرمان از جلو، و کشویی، باید به یکی از دو روش زیر نصب شود:

## الف - نصب بر روی اطاقک کابل:

برای نصب این قبیل تابلوها بر روی اطاقک کابل باید یک دهانه به شکل مستطیل متناسب با ابعاد کف تابلو در سقف اطاقک مزبور احداث و تابلو بر روی آن نصب شود. طول دهانه مورد نظر باید ۲۰ سانتی متر کمتر از عرض مجموع تابلو باشد و عرض آن نیز ۲۰ سانتی متر کمتر از عمق تابلو مربوط خواهد بود. لبه دهانه باید با آهن نبشی چهار سانتیمتر در چهار سانتیمتر مهار شود.

## ب - نصب بر روی کانال:

طول کانال مورد نظر، که تابلو بر روی آن استقرار می یابد 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 کابل کشیها مرتبط باشد. برای جلوگیری از جمع شدن آب در داخل این 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.

۲-۸-۶ کلیه سیمکشیهای مدار ثانوی تابلو مانند وسایل اندازه گیری، 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.

فرم بندی سیمکشیهای یاد شده باید طوری باشد که در صورت نیاز به تعویض هر کدام از آنها، بدون تداخل به کار سایر مدارها، امکان پذیر باشد و یا این که کلیه سیمکشیهای داخلی تابلو باید در داخل کانال مخصوص نوع نسوز انجام شود.

## ۹-۶ آزمایش تابلوهای فشار متوسط

کلیه تابلوهای فشار متوسط باید پس از ساخت در کارخانه و همچنین پس از نصب در محل و قبل از راه اندازی بر اساس طبقه بندی زیر مورد آزمایش قرار گیرد.

## ۱-۹-۶ تابلوهای فشار متوسط پوشش فلزی

این گونه تابلوها باید طبق مقررات استاندارد IEC 694 و IEC 298 و بندهای ۲-۲۲ تا ۲-۳۲ از جلد اول نشریه وزارت نیرو - امور برق زیر عنوان «استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع» مورد آزمونهای نوعی<sup>۱</sup> و معمولی<sup>۲</sup> قرار داده شود.

۱-۱-۹-۶ آزمونهای نوعی، که برای تأیید مشخصات نوع معینی از تابلوها از نظر مطابقت با مقررات استاندارد می باشد، باید طبق مفاد بخش ۶ نشریه شماره ۲۹۸ کمیته مزبور (IEC) در زمینه های زیر انجام شود:

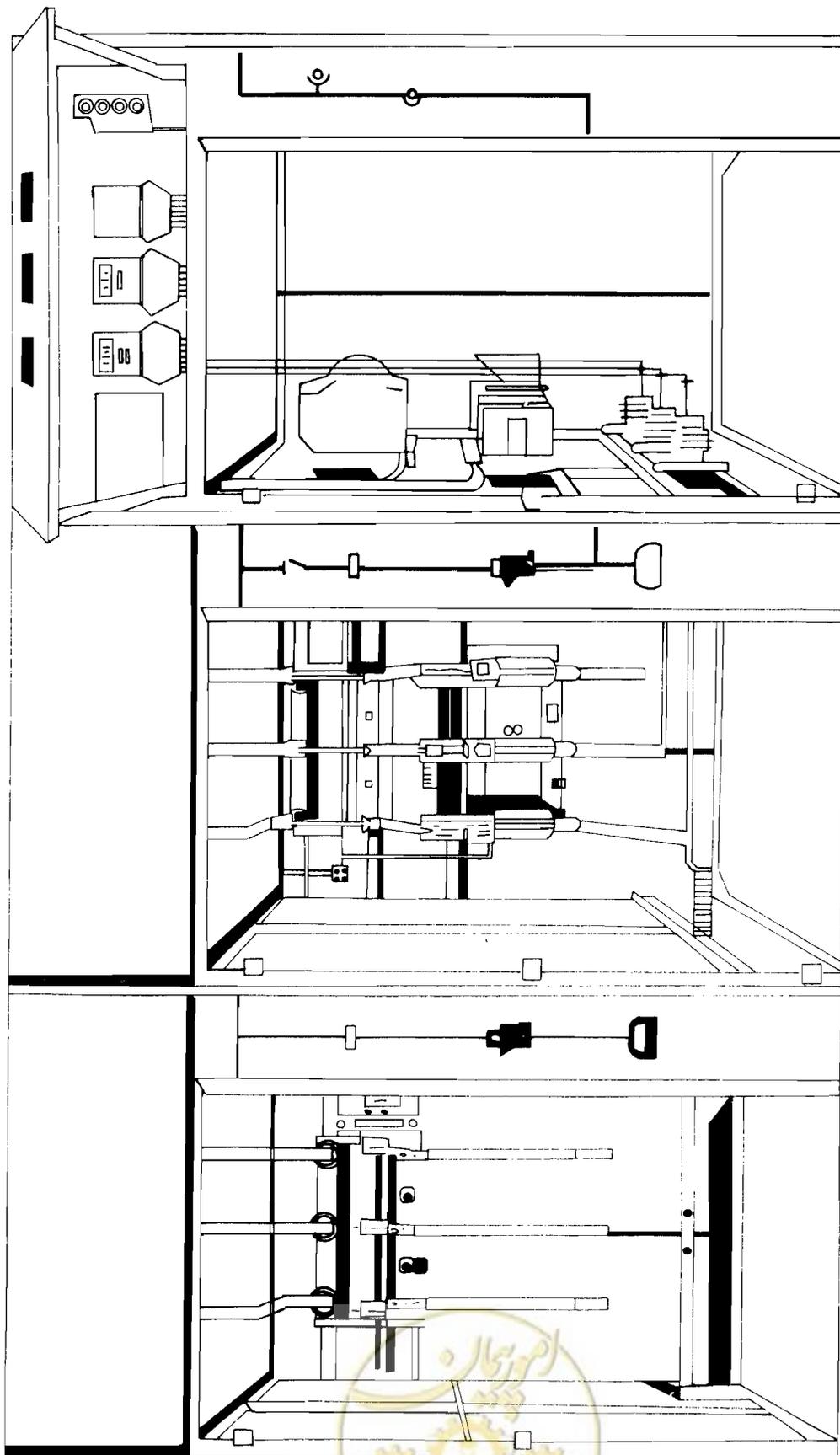
- آزمونهای دی الکتریک (بررسی و تأیید سطح عایقبندی تجهیزات و آزمونهای مربوط به مدارهای فرعی)
  - آزمونهای افزایش دما و اندازه گیری مقاومت مدار اصلی.
  - آزمونهای بررسی و تأیید قابلیت ایستادگی مدارهای اصلی و اتصال زمین در برابر جریانهای پیک و کوتاه مدت.
  - آزمون اثبات تطبیق ظرفیت تعیین شده قطع و وصل وسایل کلیدی.
  - آزمونهای اثبات کار رضایتبخش وسایل کلیدی و قسمتهای قابل برداشت.
  - آزمونهای بررسی و تأیید حفاظت افراد در برابر نزدیک شدن به قسمتهای برقدار و تماس با قسمتهای متحرک.
  - آزمونهای بررسی و تأیید حفاظت افراد در برابر اثرات خطرناک جریان برق (نشت جریان برق).
  - آزمونهای بررسی و تأیید حفاظت تجهیزات در برابر اثرات خارجی ناشی از هوا و عوامل جوی.
  - آزمونهای بررسی و تأیید حفاظت تجهیزات در برابر صدمات مکانیکی.
  - آزمونهای تعیین اثرات قوس الکتریکی ناشی از اتصالی داخل تابلو.
  - آزمونهای تشخیص برخی از عیوب در عایقبندی تجهیزات به وسیله اندازه گیری تخلیه بارهای الکتریکی جزئی<sup>۱</sup>.
- ۲-۱-۹-۶ آزمونهای معمولی، که برای تشخیص مرغوبیت مواد به کار رفته یا صحت کار انجام شده می باشد، باید طبق مفاد بخش ۷ نشریه شماره ۲۹۸ آی، ای، سی یا مشابه آن براساس فهرست زیر انجام شود:
- آزمونهای توان - فرکانس ولتاژ در مدار اصلی.
  - آزمونهای دی الکتریک بر روی مدارهای فرعی و کنترل.
  - اندازه گیری مقاومت مدار اصلی.
  - آزمونهای نحوه کار اجزای مکانیکی.
  - آزمونهای مربوط به وسایل فرعی برقی، نوماتیک و هیدرولیک.
  - بررسی و تأیید صحت سیمکشها.

### ۲-۹-۶ تابلوهای فشار متوسط مجهز به پوشش عایق

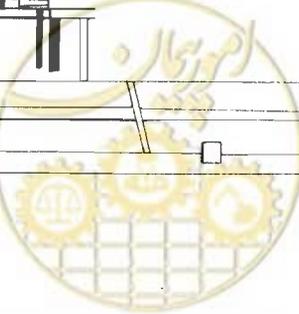
- این نوع تابلوها باید طبق مقررات مندرج در بخش ۴ نشریه شماره ۴۶۶ کمیته بین المللی الکتروتکنیک یا مشابه آن مورد آزمونهای نوعی و معمولی قرار داده شود.
- ۱-۲-۹-۶ آزمونهای نوعی و تأییدی، که به منظور بررسی و تأیید ویژگیهای طرح تابلو به عمل می آید و بر روی مجموعه های الگوی نمونه تابلوهای فشار متوسط مجهز به پوشش عایق یا قسمتی از مجموعه های مزبور انجام می شود، به قرار زیر است:
- آزمونهای قوس الکتریکی به صورت ضربه ای<sup>۲</sup> تحت شرایط خشک.
  - آزمونهای توان - فرکانس ولتاژ تحت شرایط خشک با زمان کم (یک دقیقه).
  - اندازه گیری مقدار تخلیه بارهای الکتریکی جزئی.

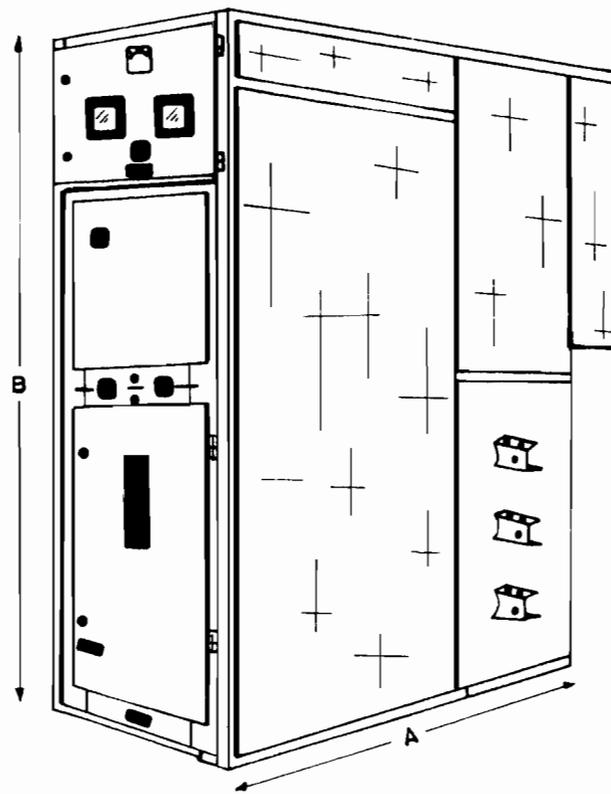
- آزمون پایداری حرارتی.
  - آزمونهای جریان برق کوتاه مدت در مدارهای اصلی تابلو.
  - آزمونهای جریان برق کوتاه مدت در مدارهای اصلی اتصال زمین.
  - آزمونهای نحوه کار اجزای مکانیکی.
  - بررسی و تأیید حفاظت اشخاص در برابر امکان آسیب پذیری ناشی از نزدیک شدن به قسمتهای برقدار و متحرک.
  - بررسی و تأیید حفاظت افراد در برابر تأثیرات خطرناک جریان برق.
  - آزمون ایستایی مکانیکی.
  - آزمونهای مربوط به کهنگی و رطوبت.
  - آزمون دستگاههای فرعی برقی، نوماتیک، و هیدرولیک.
  - بازدید و کنترل سیمکشیهای تابلو.
- ۶-۹-۲-۲ آزمونهای معمولی و تأییدی، که هدف از آن کشف نقایص احتمالی در جنس و ساخت تابلو است و باید بر روی کلیه واحدهای قابل حمل انجام شود، شامل موارد زیر است:
- آزمونهای توان - فرکانس ولتاژ تحت شرایط خشک با زمان کم (یک دقیقه).
  - اندازه گیری مقدار تخلیه بارهای الکتریکی جزئی.
  - آزمونهای ولتاژ بر روی مدارهای فرعی.
  - آزمونهای نحوه کار اجزای مکانیکی.
  - آزمونهای مربوط به دستگاههای فرعی برقی، نوماتیک و هیدرولیک.
  - بازدید و کنترل سیمکشیها.
- ۶-۱۰ نشانه‌های ترسیمی وسایل تابلوهای فشار متوسط در جدول ۶-۳ ارائه شده است.



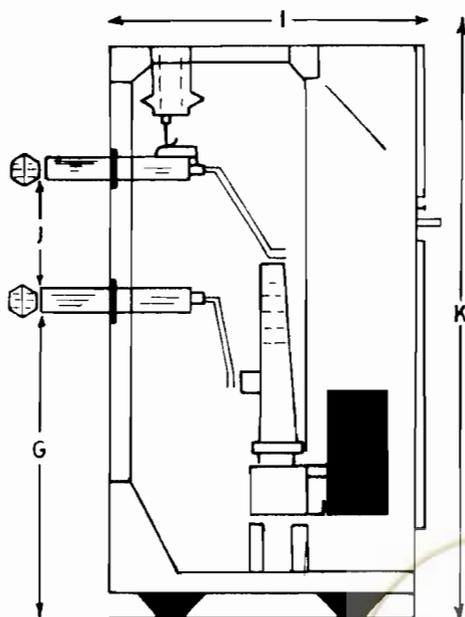


شکل ۱-۶ تابلوی فشار متوسط نوع قابل دسترسی از جلو.

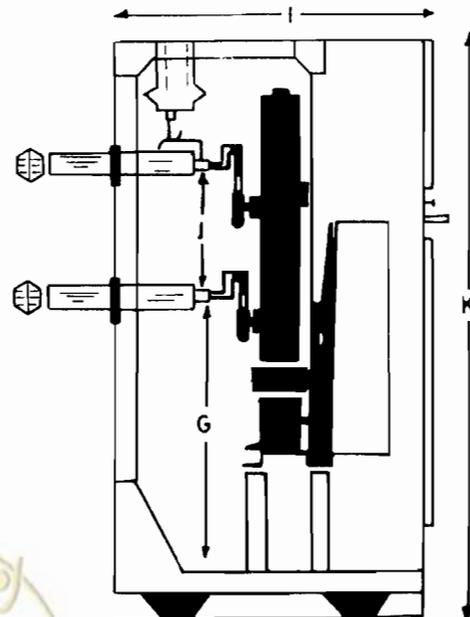




شکل ظاهری سلول



ارابه کشویی با دیژنکتور

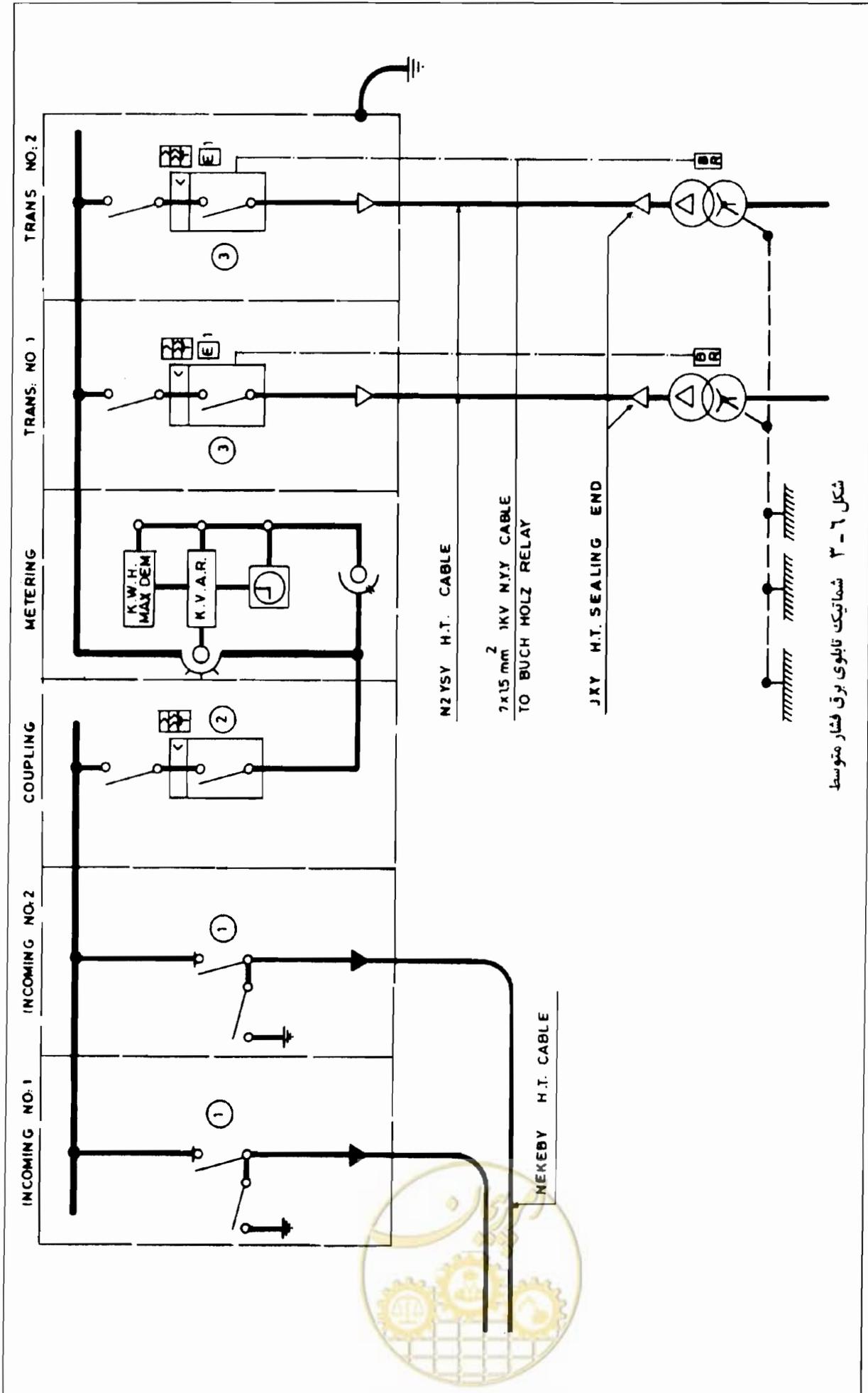


ارابه کشویی با دیژنکتور کم روغن

تابلوی فشار متوسط نوع کشویی

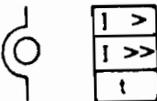
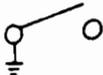
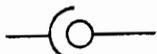
شکل ۶-۲

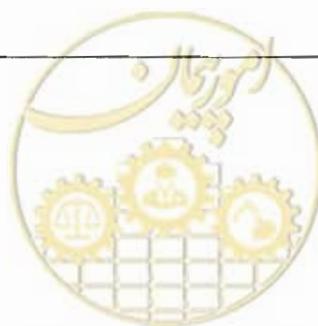




شکل ۳-۶ شماتیک تابلوی برق فشار متوسط

جدول ۶-۳ نشانه‌های ترسیمی وسایل تابلوه‌های فشار متوسط

نشانه	شرح و مشخصات
	دیژنکتور کم‌روغن فشار متوسط
	رله محافظ پریمر برای نصب روی دیژنکتور
	رله محافظ سکوندر برای نصب روی دیژنکتور
	سکسیونر سه‌پل غیر قابل قطع زیر بار فشار متوسط
	کلید اتصال زمین فشار متوسط
	سکسیونر سه‌پل قابل قطع زیر بار فشار متوسط
	ترانس جریان فشار متوسط
	ترانس ولتاژ فشار متوسط
	کنتور آکتیو
	کنتور رآکتیو
	ساعت فرمان
	ترانسفورماتور نیرو





## فصل ۷

# کابل‌های فشار ضعیف

### ۱-۷ کلیات و تعاریف

#### ۱-۱-۷ تعاریف

کابل: کابل یک یا چندهادی (تک یا چندرشته‌ای) است به طوری که هر هادی به وسیله عایق واحدی عایقکاری شده و مجموعه هادیهای عایق‌دار نیز در داخل یک پوشش اضافی قرار گرفته باشد.

هسته کابل: هر رشته هادی عایق‌داری که درون کابل واقع شده باشد یک هسته نامیده می‌شود.

ولتاژ اسمی: ولتاژ نامی کابل ولتاژی است که کابل برای آن طراحی شده و آزمونهای الکتریکی براساس آن انجام می‌شود. ولتاژ اسمی به صورت  $U_0/U$  برحسب ولت بیان می‌شود.

$U_0$  مقدار مؤثر (r.m.s) ولتاژ بین هر هادی عایق‌دار و زمین (پوشش فلزی کابل یا هر پوشش دیگر) می‌باشد.

$U$  مقدار مؤثر (rms) ولتاژ بین هر دو فاز یک کابل چندرشته‌ای یا سیستمی از کابل‌های تک‌رشته‌ای می‌باشد.

در یک سیستم جریان متناوب، ولتاژ اسمی سیم یا کابل باید حداقل برابر با ولتاژ نامی سیستمی باشد که سیم یا کابل برای کار در آن در نظر گرفته شده است. شرط نامبرده برای هر دو مقدار ولتاژهای  $U_0$  و  $U$  باید رعایت شود.

در یک سیستم جریان مستقیم ولتاژ نامی سیستم نباید بیش از  $1/5$  برابر ولتاژ اسمی سیم یا کابل باشد. برای تعاریف مربوط به جریان مجاز حرارتی یک هادی (جریان اسمی) اضافه جریان، جریان اضافه بار، و جریان اتصال کوتاه به بند ۱ از فصل دوم مراجعه شود.

### ۲-۱-۷ نشانه‌های شناسایی کابلها در سیستم VDE<sup>۱</sup>

عمده‌ترین علائم شناسایی کابلها در سیستم VDE برای کابل‌های دارای عایق‌بندی پلاستیکی و کابل‌های مجهز به عایق‌بندی کاغذی و همچنین حروف مشخصه طرح کابل به قرار زیر است:

۱ - جدول علائم شناسایی سیم و کابلها در سیستم CENELEC در فصل دوم بند ۲-۴-۱ ارائه شده است.

## الف - کابل‌های مجهز به عایق‌بندی پلاستیکی

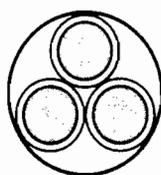
شرح	نشانه	نوع کابل
کابل مطابق مشخصات استاندارد VDE آلمان	N	NYN
عایق از جنس پی - وی - سی	Y	
غلاف از جنس پی - وی - سی	Y	
حفاظ شامل هادی‌های هم‌مرکز از سیم‌های مسی و نوار مسی به صورت ماریچ	C	NYCY
حفاظ شامل سیم‌های مسی هم‌مرکز موجی شکل و نوار مسی ماریچی	CW	NYCWY
غلاف سربی	K	NYKY
زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه با مقطع گرد	R	NYRGY
نوار فولادی گالوانیزه ماریچی	G	
زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه تخت	F	NYFGY
حفاظ از ماده نیمه هادی، به علاوه سیم‌های مسی و نوار مسی ماریچ بر روی هسته‌ها	SE	NYSEY
عایق پلی اتیلن (PE)	2Y	N2YSY
حفاظ از ماده نیمه هادی، به علاوه سیم‌های مسی و نوار مسی ماریچی	S	
عایق از جنس پلی اتیلن مستحکم (XLPE)	2X	N2XSY

## ب - کابل‌های دارای عایق‌بندی کاغذی

شرح	نشانه	نوع کابل
غلاف سربی روی هسته‌ها (شامل لایه فیبری زیرین)	K	NKBA
زره از نوار فولادی دوبل	B	
پوشش از آمیزه نخ کنفی	A	
هادی‌های آلومینیومی	A	NAKLEY
غلاف نازک آلومینیومی	KL	
حفاظ ضد خوردگی ویژه شامل نوار پلاستیکی آغشته به ترکیبات قیری	E	
غلاف خارجی پی - وی - سی	Y	
غلاف سربی روی هر یک از هسته‌ها	EK	NEKEBY
حفاظ از کاغذ فلزی روی هر هسته و نوار مسی - پارچه‌ای بافته شده بر روی مجموعه هسته‌ها	H	NHKBA

## پ - حروف مشخصه طرح کابل:

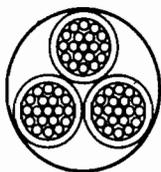
- r هادی با مقطع گرد  
 s هادی با مقطع قطاعی (سه گوش)  
 e هادی تک مفتولی  
 m هادی رشته‌ای (افشان)  
 z کابل با هادی حفاظتی  
 o کابل بدون هادی حفاظتی



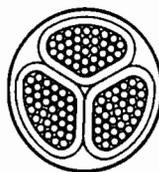
re  
 r = گرد e = مفتولی



se  
 s = قطاعی e = مفتولی



rm  
 r = گرد m = رشته‌ای



sm  
 s = قطاعی m = رشته‌ای

## ۳-۱-۷ طبقه‌بندی

کابلها براساس نوع و موارد مصرف به انواع زیر تقسیم می‌شود:

- ۱-۳-۱-۷ کابل‌های هوایی  
 ۲-۳-۱-۷ کابل‌های زمینی  
 ۳-۳-۱-۷ کابل‌های زیر آبی  
 ۴-۳-۱-۷ کابل‌های مخصوص

## ۴-۱-۷ مشخصات اصلی کابلها و عوامل مؤثر در انتخاب نوع کابلها

۱-۴-۱-۷ مشخصات اصلی کابلها شامل موارد زیر است:

- ولتاژ اسمی و جریان مجاز  
 جنس هادی، سطح مقطع و شکل آن  
 جنس عایق



شناسایی هسته  
 نوع حفاظ<sup>۱</sup>  
 جنس غلاف  
 نوع زره  
 نوع حفاظت در برابر خوردگی

۲-۴-۱-۷ عوامل مؤثر در انتخاب نوع کابلها به قرار زیر است:

بار مورد نظر و ظرفیت مجاز کابل

ولتاژ اسمی

افت ولتاژ مجاز

حفاظت مدار

بار اتصال کوتاه لازم یا مجاز

شرایط مکانیکی

شرایط محل از نظر ایجاد خوردگی در کابل

مشخصات فنی تعیین شده

در طراحی سیستم کابلکشی ضوابط مندرج در بند ۲-۵، فصل دوم، نیز باید رعایت شود.

۵-۱-۷

به منظور تعیین قابلیت بار یا جریان مجاز کابلهای مختلف با ولتاژ کار یک کیلوولت بین هادیها باید از

جدول مندرج در نشریه ملی استاندارد ایران - شماره ۱۹۳۶ استفاده شود. در صورتی که با توجه به کلیه

شرایط مندرج در نشریه مذکور نتوان جدول مورد نظر را ملاک عمل قرار داد باید از مقادیر ارائه شده در

جدول ۷-۱ استفاده شود. در این جدول جریان مجاز کابلهای برق برای حداکثر درجه حرارت هادی ۷۰

درجه سانتیگراد و با عمق کابل در خاک ۷۰ سانتیمتر و درجه حرارت محیط در خاک ۲۰ درجه سانتیگراد

و درجه حرارت محیط در هوای آزاد ۳۰ درجه سانتیگراد برای بار روزانه ۱۰ ساعت با بار کامل و حداقل

۱۰ ساعت با ۶۰ درصد بار کامل با ولتاژ کار یک کیلوولت بین هادیها ارائه شده است.

لازم به یادآوری است که اگر از کابلهای برق جدول مذکور به طور دایم بار گرفته شود باید مسأله خشک

شدن خاک و بالا رفتن مقاومت حرارتی را هم در نظر گرفته و فاکتورهای مربوطه را در محاسبات منظور

داشت. در صورتی که درجه حرارت محیط از ۲۰ درجه سانتیگراد در خاک و ۳۰ درجه سانتیگراد در

هوای آزاد بیشتر یا کمتر باشد باید فاکتورهای تصحیح مندرج در جدول ۷-۲ را ملاک عمل قرار داد.

همچنین می توان از جدول ۷-۳ که در آن فاکتور تصحیح جریان مجاز کابلها برحسب تغییرات درجه

حرارت محیط از ۲۵ درجه سانتیگراد داده شده است استفاده کرد.

جدول مذکور براساس محاسبات کلی بار مجاز انواع کابلها ارائه شده است. جدول قابلیت جریان مجاز

برای کابلهای مختلف برحسب روش نصب در بخش کابل مربوط درج شده است.



جدول ۱-۲ جریان مجاز کابل‌های برق با ولتاژ اسمی 1KV

سطح مقطع (mm) <sup>2</sup>	کابل‌های ۱ سیمه جریان مستقیم		کابل‌های ۲ سیمه (amp)		کابل‌های ۳ و ۴ سیمه (amp)		سه تا کابل یک سیمه سه فاز (amp)			
							طرز قرار گرفتن کابلها ○○○		طرز قرار گرفتن کابلها ⊖	
							در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد
۱/۵	۳۷	۲۶	۳۰	۲۱	۲۷	۱۸	-	-	-	-
۲/۵	۵۰	۳۵	۴۱	۲۹	۳۶	۲۵	-	-	-	-
۴	۶۵	۴۶	۵۳	۳۸	۴۶	۳۴	-	-	-	-
۶	۸۳	۵۸	۶۶	۴۸	۵۸	۴۴	-	-	-	-
۱۰	۱۱۰	۸۰	۸۸	۶۶	۷۷	۶۰	-	-	-	-
۱۶	۱۴۵	۱۰۵	۱۱۵	۹۰	۱۰۰	۸۰	۱۲۰	۱۰۰	۱۱۰	۸۶
۲۵	۱۹۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۰۵	۱۵۵	۱۳۵	۱۴۰	۱۲۰
۳۵	۲۳۵	۱۷۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۵۵	۱۳۰	۱۸۵	۱۷۰	۱۷۰	۱۴۵
۵۰	۲۸۰	۲۱۵	-	-	۱۸۵	۱۶۰	۲۲۰	۲۰۵	۲۰۰	۱۸۰
۷۰	۳۵۰	۲۷۰	-	-	۲۳۰	۲۰۰	۲۷۰	۲۶۰	۲۴۵	۲۲۵
۹۵	۴۲۰	۳۳۵	-	-	۲۷۵	۲۴۵	۳۲۵	۳۲۰	۲۹۵	۲۸۰
۱۲۰	۴۸۰	۳۹۰	-	-	۳۱۵	۲۸۵	۳۷۰	۳۷۵	۳۳۵	۳۳۰
۱۵۰	۵۴۰	۴۴۵	-	-	۳۵۵	۳۲۵	۴۲۰	۴۳۰	۳۸۰	۳۸۰
۱۸۵	۶۲۰	۵۱۰	-	-	۴۰۰	۳۷۰	۴۷۰	۴۵۰	۴۳۰	۴۴۰
۲۴۰	۷۲۰	۶۲۰	-	-	۴۶۵	۴۳۵	۵۴۰	۵۹۰	۴۹۰	۵۳۰
۳۰۰	۸۲۰	۷۱۰	-	-	-	-	۶۲۰	۶۸۰	۵۵۰	۶۱۰
۴۰۰	۹۶۰	۸۵۰	-	-	-	-	۷۱۰	۸۲۰	۶۵۰	۷۴۰
۵۰۰	۱۱۱۰	۱۰۰۰	-	-	-	-	۸۲۰	۹۶۰	۷۴۰	۸۶۰

جدول ۲-۲ فاکتور تصحیح در صورت تغییر درجه حرارت محیط

درجه حرارت محیط بر حسب درجه سانتیگراد	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰
فاکتور تصحیح برای کابل در خاک	۱/۰۵	۱	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۸۴	۰/۷۷	۰/۷۱	۰/۶۳	۰/۵۵	۰/۴۵
فاکتور تصحیح برای کابل در هوای آزاد	۱/۱۷	۱/۱۲	۱/۰۶	۱	۰/۹۴	۰/۸۷	۰/۷۹	۰/۷۱	۰/۶۱	۰/۵۰

یادآوری:

حداکثر درجه حرارت هادی کابلها برابر ۷۰ درجه سانتیگراد خواهد بود.

جدول ۷-۳ فاکتور تصحیح جریان مجاز کابلها بر حسب تغییرات درجه حرارت محیط از ۲۵ درجه سانتیگراد

درجه حرارت محیط بر حسب درجه سانتیگراد	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۵
فاکتور تصحیح (بر حسب درصد)	۱۲۰	۱۱۵	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۹۴	۸۸	۸۲	۷۵	۶۷	۵۸	۴۷	۳۳

## ۲-۷ کابل‌های هوایی

کابل هوایی کابلی است که به صورت روکار روی دیوار یا سقف یا سینی کابل و یا به صورت آویز بین دو تیر نصب شده باشد.

### ۱-۲-۷ استاندارد و مشخصات کابل‌های هوایی

۱-۱-۲-۷ کابل‌هایی که به صورت نصب روکار روی دیوار یا سقف یا سینی کابل ممکن است مورد استفاده قرار گیرد به شرح زیر است:

الف - کابل NYM (DIN 47705): کابلی است که شامل هادی مسی، عایق پی - وی - سی، ماده پرکننده برای شکل دهی کابل<sup>۱</sup> و غلاف نهایی پی - وی - سی بوده و برای نصب در محیط‌هایی با تداخل فرکانس بالا (H.F.)، یا محیط‌های قابل انفجار، و یا محیط‌هایی با حرارت زیاد مناسب نمی‌باشد.

ب - کابل NYRUZY (DIN 47707): کابلی است که از نظر هادی مسی، عایق و غلاف پی - وی - سی مشابه کابل NYM بوده ولی بین ماده پرکننده و غلاف نهایی زره گالوانیزه به منظور محافظت مکانیکی قرار داده شده است. این نوع کابل نیز از نظر کاربرد برای نصب در محیط‌هایی با تداخل فرکانس بالا، یا قابل انفجار، و یا با حرارت زیاد مناسب نمی‌باشد.

پ - کابل NYBUY (DIN 47708): کابلی است مشابه کابل NYM ولی بین ماده پرکننده و غلاف نهایی آن غلاف سربی قرار دارد، این نوع کابل را ممکن است در محیط‌های خشک، مرطوب، تر، و در هوای آزاد در صورتی که در برابر نور خورشید محافظت شود، در درون گچ و زیر یا روی آن به صورت نصب ثابت مورد استفاده قرار داد. استفاده از کابل‌های غلاف سربی در حمام مجاز نخواهد بود.

ت - کابل NHYRUZY: کابلی است با هادی مسی، عایق پی - وی - سی، پوشش داخلی، غلاف سیمی و پوشش خارجی پی - وی - سی. این گونه کابل را ممکن است در محیط‌های خشک، مرطوب و تر و در محیط‌هایی با تداخل فرکانس بالا و در فضای آزاد در صورتی که در برابر نور خورشید محافظت شود، مورد استفاده قرار داد. کاربرد این نوع کابل در محیط‌های مخاطره آمیز و یا دفن آن در زیرزمین مجاز نخواهد بود.



### ۲-۱-۲-۷ کابل‌هایی که به صورت هوایی و آویزان بین دو تیر نصب می‌شود

الف - کابل YTY: کابلی است که شامل هادی مسی، عایق پی - وی - سی، ماده پرکننده و غلاف نهایی پی - وی - سی بوده و در مجاورت غلاف نهایی، سیم مهار (بگسل) از فولاد گالوانیزه برای نگاهداری کابل تعبیه شده است. استفاده از این نوع کابل در محیط‌هایی با حرارت زیاد، یا با تداخل فرکانس بالا مناسب نمی‌باشد.

ب - در صورتی که بین دو تیر، سیم مهار (بگسل) فولاد گالوانیزه جداگانه‌ای متناسب با مقطع کابل مربوطه نصب شود، کلیه کابل‌های مندرج در بند ۷-۲-۱-۱ را می‌توان با استفاده از بستهای مخصوصی که حداکثر فاصله بین دو بست از پنجاه سانتی متر تجاوز نکند، روی سیم مهار مذکور نصب کرد.

۳-۱-۲-۷ جریان مجاز کابل‌های هوایی با توجه به شرایط نصب و درجه حرارت محیط و تعداد کابلها در جدول ۶-۷ درج گردیده است.

### ۲-۲-۷ اصول و روش‌های نصب کابل‌های هوایی

در هنگام نصب کابل‌های هوایی اصول زیر باید کاملاً مدنظر بوده و رعایت شود:

الف - حداقل فاصله بین کابل‌های هم ولتاژ باید به اندازه قطر کابل ضخیمر مجاور در نظر گرفته شود. در صورتی که ولتاژ کابل‌های موازی متفاوت باشد حداقل فاصله بین دو کابل مجاور باید ۳۰ سانتیمتر باشد. بدیهی است کابل‌های هم ولتاژ باید در یک گروه نصب گردیده و حداقل فاصله فوق‌الذکر (۳۰ سانتیمتر) برای گروه‌های متفاوت رعایت شود.

ب - حداکثر تعداد کابل‌های داخل کانال، مجرا و یا لوله باید چنان تعیین شود که کشیدن آن به آسانی امکان‌پذیر باشد. با توجه به این اصل توصیه می‌شود که قطر داخلی مجرا، کانال یا لوله مساوی یا بیشتر از ۱/۵ برابر قطر کابل یا دسته کابل‌های کشیده شده در داخل آن باشد.

پ - در مواردی که کابل از داخل تجهیزات یا تأسیسات فلزی عبور می‌نماید، هر یک از سوراخها باید دارای انحنای لازم با بوشن‌های مناسب باشد تا از ایجاد خراشیدگی در کابل جلوگیری به عمل آید.

ت - در مواردی که لوله کشیها و مجاری کابل در نقاط انتهایی خود در معرض تغییرات زیاد درجه حرارت قرار می‌گیرد، مانند تأسیسات تبرد و سردخانه‌ها یا تجهیزات حرارتی یا تجهیزاتی که در دمای بالا کار می‌کند، باید قسمت مناسبی از لوله کشی یا مجاری کابل به منطقه تبدیل اختصاص داده شده و از گردش هوا بین قسمت‌های گرمتر و قسمت‌های سردتر جلوگیری به عمل آید. اتصال‌های انبساط باید برای جبران انبساط و انقباض حرارتی در مواردی که لازم است پیش‌بینی شود.

ث - در موقع نصب یا کشیدن کابل بهتر است تنش و کشش بر روی هادیها وارد شود و نه بر پوشش خارجی آن. در تأسیساتی که کابل‌های آن به طور دائم تحت نیروی کشش قرار می‌گیرد استفاده از کابل‌های مجهز به سیم مهار یا مشابه آن که بتواند نیروی کشش را تحمل کند توصیه می‌شود.

ج - کابل‌هایی که به تجهیزات قابل حمل یا متحرک وصل می‌شود باید در نقطه اتصال به دستگاه به نحوی بسته و محکم شود که هیچ نیرویی به ترمینال‌های کابل وارد نشده و از کوتاه شدن و یا

عقب رفتن عایق‌بندی یا غلاف کابل جلوگیری به عمل آید. در صورتی که کابل شامل هادی حفاظتی نیز باشد طول آن باید به قدری باشد که در صورت خراب شدن وسیله بستن کابل، وارد شدن نیرو به ترمینال هادی حفاظتی بعد از ترمینالهای هادیهای برقدار ممکن گردد. وسیله بستن کابل باید برقدار نبوده و به نحوی ساخته شده باشد که هیچ نوع خرابی مکانیکی در کابل بسته شده به وجود نیارد.

ج - همه خمهای کابل باید به نحوی انجام شود که هیچ نوع خرابی به خود کابل وارد نشود، به استثنای مواردی که به نحوی دیگر در مقررات مربوطه به کابل ذکر شده باشد، در تأسیسات نصب ثابت حداقل شعاع داخلی هر نوع خم به ترتیب زیر توصیه می شود:

- کابل‌های با روپوش فلزی (زره - غلاف سربی - هادی هم مرکز)  $r=9(D+d)$

- کابل‌های با غلاف آلومینیومی  $r=15D$

- کابل‌های با عایق‌بندی معدنی و غلاف مسی  $r=5D$

- کابل‌های فاقد هر نوع روپوش فلزی  $r=8(D+d)$

که در آن:

$D$  = قطر خارجی کابل،  $d$  = قطر هادی بزرگترین رشته کابل و  $r$  = حداقل شعاع داخلی هر خم می باشد. در صورتی که مقطع هادی به فرم قطاع<sup>۱</sup> باشد،  $d = \sqrt{A/3}$  در نظر گرفته خواهد شد که در آن  $A$  سطح مقطع هادی می باشد.

ح - کلیه کابل‌های داخل و خارج ساختمان باید یک تکه بوده و از استعمال دو راهی وسط خط باید خودداری شود.

#### ۲-۲-۲-۷ نصب کابل روی دیوار و سقف

الف - برای نصب یک رشته کابل بر روی دیوار یا سقف باید از بستهای کانوچویی دو تکه ای مخصوص کابل استفاده شود به طوری که در محل‌های بستکاری، کابل مستقیماً با دیوار یا سقف تماس نداشته باشد. در مورد نصب چند رشته کابل توصیه می گردد که کابل‌های مذکور به صورت موازی روی دیوار یا سقف نصب گردیده و از بستهای ریلی استفاده شود.

حداقل فاصله کابل از دیوار باید دو سانتیمتر در نظر گرفته شود.

فاصله کابلها از یکدیگر باید حداقل دو برابر قطر کابل مورد نظر باشد. در مواردی که فاصله مذکور کمتر باشد باید از ضرایب مناسبی برای کاهش ظرفیت جریان مجاز کابل استفاده شود.

ب - کابل‌هایی که به وسیله بست نصب می شود، یا بر روی بازوهای افقی قرار داده می شود، باید به نحوی نگهداری شود که فاصله بستها یا بازوها از مقادیر زیر تجاوز ننماید.

- در مورد کابل‌های بدون زره فلزی  $20D$

- در مورد کابل‌های زره فلزی دار  $35D$

$D$  قطر خارجی کابل می باشد. در مورد نصب کابلها به صورت قائم می توان به مقادیر فوق تا میزان پنجاه درصد اضافه نمود.

پ - بستهای مورد استفاده در صورتی که از نوع عایق‌دار نباشد بایستی به وسیله غلاف محافظ عایق

پوشانده شود.

- ت - در مواردی که ساختمان دارای سقف کاذب است، نصب کابل بر روی سقف کاذب به هیچ وجه مجاز نمی‌باشد و باید روی سقف اصلی ساختمان نصب شود.
- ث - فاصله‌ای که به علت استفاده از بستهای ریلی یا دو تکه‌ای بین کابل و دیوار (یا سقف) ایجاد گردیده، باید در گوشه‌ها (داخلی و خارجی) با نصب دو عدد بست به فاصله ده سانتیمتر از طرفین گوشه عیناً حفظ و رعایت گردد.
- ج - کابلها باید در برابر تابش مستقیم آفتاب دارای نوعی حفاظ باشد.

### ۳-۲-۲-۷ نصب کابل روی سینی کابل

- الف - ابعاد سینیهای کابل باید از نظر مکانیکی با توجه به وزن کابلها و همچنین در صورت لزوم با در نظر گرفتن شرایط نصب، تعمیرات و رسیدگی انتخاب شود، ولی به طور کلی سینیهای کابل باید با ورق آهن گالوانیزه که مشبک شده باشد و به ضخامت حداقل  $1/5$  میلیمتر ساخته شده و در صورت آویز بودن توسط میله‌های فولادی به قطر حداقل  $6$  میلیمتر در فاصله‌های حداکثر یک متر نگاه داشته شود.
- ب - سینیهای کابل چند طبقه باید با توجه به عرض آن به نحوی انتخاب شود که دسترسی به کابلها حداقل از یک طرف امکان‌پذیر باشد. فاصله بین سینیهای دو طبقه باید حداقل نصف عرض سینی بالایی باشد.
- پ - هنگام نصب کابلها بر روی سینی کابل، کابلها باید در نزدیکی هر محل تغییر جهت، سه راه یا چهارراه یا انتهای هر مسیر افقی یا قائم و همچنین به فاصله  $10$  متر در مسیرهای افقی و  $1/5$  متر در مسیرهای قائم به سینیها محکم شود.

### ۴-۲-۲-۷ نصب کابل به صورت آویز بین دو یا چند تیر

- الف - به منظور نصب سیم مهار به تیر ابتدایی باید سیم مذکور به وسیله آی بولت<sup>۱</sup> به تیر متصل شده و برای جلوگیری از خمش نامتناسب بین مهار و آی بولت باید از گوشواره مخصوص سیم مهار متناسب با مقطع سیم برای عبور سیم مهار از داخل آی بولت استفاده و انتهای سیم مهار بعد از گشتن دور سیم مهار حداقل به وسیله دو عدد بست دو پیچه محکم گردد. برای نصب و عبور سیم مهار از روی تیرهای میانی بایستی از آی بولت یا بازو و بست مناسب استفاده گردد. در تیر انتهایی علاوه بر روش و اصول مورد استفاده در تیر ابتدایی باید یک عدد مهارکش متناسب با مقطع و طول خط مهار نصب شود.
- ب - کابلهای آویزان شده از سیم مهار باید یا به صورت پیوسته به آن وصل بوده و یا در حداکثر فواصلی به شرح زیر بستکاری شود:
- در مورد کابلهای بدون زره فلزی  $40 D$
  - در مورد کابلهای زره فلزی دار  $70 D$
- $D$  قطر خارجی کابل می‌باشد.

1- Eye bolt

پ - بستهای به کاررفته در صورتی که از نوع عایق‌دار نباشد باید به وسیله غلاف محافظ عایق پوشانده شود.

### ۳-۷ کابل‌های زمینی

کابل زمینی کابلی است که مستقیماً در زیر زمین، یا در کانال پیش ساخته یا در شافت (Shaft)، و یا در لوله قابل نصب باشد.

### ۱-۳-۷ استاندارد و مشخصات کابل‌های زمینی دارای عایق‌بندی پلاستیکی

کابل‌های NAYY, NY Y (VDE 0271):

کابل NY Y دارای هادی مسی و کابل NAYY دارای هادی آلومینیومی با ولتاژ اسمی ۱/۶/۰ کیلوولت می‌باشد. در کابل‌های یک سیمه هادی با رشته‌های مسی یا آلومینیومی نرم شده است که مقطع آن گرد یا قطاعی (سه گوش) بوده و با مواد پلاستیک عایق می‌شود. سیم‌های عایق‌شده پس از تاییدن برای گردش در مقطع در داخل ماده پرکننده قرار داده می‌شود. در کابل‌های با هادی سه گوش به دور کابل نوار پلاستیکی پیچیده می‌شود و کابل با ماده پی - وی - سی غلاف می‌گردد. این نوع کابل‌ها را می‌توان در داخل ساختمان، در مجاری و کانال‌های پیش ساخته، در شافت، و نیز در داخل کانال‌های زمینی، و در آب مورد استفاده قرار داد مشروط بر آن که خطر آسیب دیدگی مکانیکی وجود نداشته باشد. کابل‌های مزبور همچنین برای توزیع نیرو در کارخانه‌های صنعتی و روشنایی خیابانها نیز به کار می‌رود.

کابل‌های NAYCWY, NYCWY, NYCY (VDE 0271):

این نوع کابل‌ها مشابه کابل‌های NY Y و NAYY است ولی بین غلاف‌های پی - وی - سی داخلی و خارجی آن دارای زره سیم مسی با نوار ماریچ مسی می‌باشد. بدیهی است که از غلاف مسی می‌توان به عنوان هادی حفاظتی یا هادی خنثی استفاده کرد. این گونه کابل‌ها را می‌توان در مواردی که امکان آسیب مکانیکی به کابل در هنگام نصب یا در زمان بهره‌برداری وجود داشته باشد در زیر زمین، در آب، در داخل یا خارج ساختمان و در کانال مورد استفاده قرار داد.

کابل‌های NAYFGY, NYFGY, NAYRGY, NYRGY با ولتاژ اسمی ۱/۶/۰ کیلوولت

(VDE 0271, IEC 502)

کابل‌های NYRGY و NYFGY با هادی مسی رشته‌ای و کابل‌های NAYRGY و NAYFGY با هادی آلومینیومی رشته‌ای دارای عایق از جنس پی - وی - سی و پوشش یا نوار پلاستیکی بر روی مجموعه هسته‌ها می‌باشد. کابل‌های NYRGY و NAYRGY دارای زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه با مقطع گرد و نوار فولادی گالوانیزه ماریچ و کابل‌های NYFGY و NAYFGY مجهز به زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه تخت و نوار فولادی گالوانیزه ماریچ می‌باشد که بر روی آن غلاف خارجی پی - وی - سی قرار گرفته است. این نوع کابل‌ها را ممکن است در خارج ساختمان، در زیر زمین، در آب، در داخل ساختمان، و در کانال‌های

پیش ساخته در مواردی که حفاظت مکانیکی زیاد مورد نیاز است یا در مواردی که تنش‌های کششی در هنگام نصب یا در زمان بهره‌برداری وجود دارد، مورد استفاده قرار گیرد.

### ۲-۳-۷ استاندارد و مشخصات کابل‌های زمینی دارای عایق‌بندی پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE) با ولتاژ اسمی ۱/۶/۰ کیلوولت (IEC 502)

۱-۲-۳-۷ کابل 2XY با هادی‌های مسی یک یا چند رشته‌ای دارای عایق از جنس پلی‌اتیلن مستحکم و پوشش داخلی و لایه فویل بر روی مجموعه هسته‌ها و غلاف خارجی از جنس پی - وی - سی می‌باشد. در این نوع کابل حرارت مجاز هادی ۹۰ درجه سانتیگراد و حرارت مجاز اتصال کوتاه تا ۵ ثانیه ۲۵۰ درجه سانتیگراد است.

این نوع کابل را ممکن است در تأسیسات داخلی در کانال پیش ساخته و در خارج ساختمان در زیرزمین در پست‌های برق، واحدهای صنعتی و در سیستم‌های برق‌رسانی محلی، در مواردی که صدمه و آسیب مکانیکی به کابل غیر محتمل باشد مورد استفاده قرار داد.

### ۲-۲-۳-۷ کابل‌های 2XFGY , 2XRGY:

ساختمان کابل 2XRGY شامل هادی‌های مسی مفتولی، عایق پلی‌اتیلن، پوشش داخلی، زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه با مقطع گرد، نوار باز از فولاد گالوانیزه، و غلاف خارجی از جنس پی - وی - سی می‌باشد.

ساختمان کابل 2XFGY شامل هادی‌های مسی رشته‌ای با مقطع گرد یا قطاعی، عایق پلی‌اتیلن مستحکم، پوشش داخلی، زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه تخت، نوار باز از فولاد گالوانیزه، و غلاف خارجی از جنس پی - وی - سی می‌باشد.

در این نوع کابل‌ها حرارت مجاز هادی ۹۰ درجه سانتیگراد و حرارت مجاز اتصال کوتاه تا ۵ ثانیه ۲۵۰ درجه سانتیگراد است.

این‌گونه کابل‌ها را ممکن است در تأسیسات داخلی، در کانال، در خارج ساختمان و در زیر سطح زمین، در پست‌های برق، کارخانه‌های صنعتی و مانند آن، در مواردی که حفاظت مکانیکی زیاد مورد نیاز است یا در مواردی که تنش‌های کششی در هنگام نصب کابل یا در زمان بهره‌برداری وجود دارد، مورد استفاده قرار داد.

### ۳-۳-۷ استاندارد و مشخصات کابل‌های زمینی مجهز به عایق‌بندی کاغذی با ولتاژ اسمی ۱/۶/۰ کیلوولت

#### ۱-۳-۳-۷ کابل‌های NAKBA و NKBA

کابل NKBA با هادی‌های مسی رشته‌ای و کابل NAKBA با هادی آلومینیومی رشته‌ای دارای عایق و کمر بند از کاغذ اشباع شده، غلاف سربی، لایه کاغذی مرکب، زره از نوار فولادی دوبل و پوشش کفنی مرکب می‌باشد. این‌گونه کابل‌ها را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل یا خارج ساختمان، و در کانال کابل، در مواردی که تنش‌های مکانیکی زیاد مطرح نباشد به کار برد.

۲-۳-۳-۷ کابل NAKLEY با هادی آلومینیومی مفتولی یا رشته‌ای، دارای عایق و کمر بند از کاغذ اشباع شده، غلاف آلومینیومی، نوار پلاستیکی آغشته به ترکیب بیتومین و غلاف پی - وی - سی می‌باشد.

این نوع کابل را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل یا خارج ساختمان، و در کانال کابل مورد استفاده قرار داد.

۴-۳-۷ میزان جریان مجاز کابل‌های زمینی با توجه به شرایط نصب، درجه حرارت محیط، و تعداد کابلها در جدول ۶-۷ درج شده است.

## ۵-۳-۷ اصول و روشهای نصب کابل‌های زمینی

در هنگام نصب کابل‌های زمینی اصول زیر باید کاملاً مدنظر بوده و رعایت شود:

الف - حداقل فاصله بین کابل فشار ضعیف، یا فشار قوی و یا جریان ضعیف زیرزمینی از لوله‌های گاز، بخار، آب، و سوخت باید برابر ۳۰ سانتیمتر باشد.

ب - در مواردی که کابل با کابل دیگر (به خصوص کابل‌هایی با فشارهای متفاوت) یا لوله‌های گاز و آب و غیره تقاطع داشته باشد باید از یک لوله محافظ با قطر متناسب با قطر کابل و طول حداقل یک متر استفاده نموده و کابل از داخل این لوله محافظ عبور نماید. در این گونه موارد و یا هنگامی که کابل از زیر جاده و یا سطح سخت عبور می‌کند باید یک لوله محافظ اضافی خالی به منظور کابل‌کشیهای آینده پیش‌بینی شود و در وسط این لوله مفتول گالوانیزه نمره ۴ که طول آن در هر طرف یک متر بیش از طول لوله فوق‌الذکر باشد قرار داده شود، در محل ورود و خروج کابل از لوله باید کابل را به وسیله ریختن خاک کوبیده یا ماسه نرم در زیر آن محافظت کرد.

پ - برای خواباندن کابلها باید از میزان درجه حرارتی که کابل می‌بایست تحت آن کشیده شود اطمینان حاصل نمود. اگر کابل قبل از خواباندن احتیاج به گرم کردن نداشته باشد باید میزان درجه حرارت برحسب جدول ۵-۷ رعایت شود. به عنوان مثال کابل نوع پلاستیکی (P.V.C) نباید در زمستان که درجه حرارت کمتر از صفر درجه سانتیگراد است کابل‌کشی شود. در صورت سرد بودن می‌توان قبلاً قرقره کابل را برای مدت حداقل ۷۲ ساعت در اطاق یا انباری که دمای آن از ۲۰ درجه سلسیوس کمتر نباشد قرار داد و یا با استفاده از وسایل مخصوص گرم کردن کابل آن را گرم نمود و سپس فوراً مورد استفاده قرار داده و خوابانید. روش دیگر برای گرم کردن کابل عبارت است از اتصال آن به جریان برق و ایجاد حرارت به وسیله عبور برق از کابل مذکور. بدیهی است که پس از نصب کابل، درجه حرارت محیط می‌تواند به ۳۰- درجه سانتیگراد هم برسد بدون آن‌که به کابل صدمه‌ای بزند.

ت - تغییر جهت کانالهای کابلها باید به نحوی باشد که با شرایط مربوط به خم کردن کابلها (مندرج در این فصل) مطابقت کند. تعداد کابل‌هایی که در داخل هر کانال نصب می‌شود باید چنان تعیین شود که بازدید و تعویض آن به سهولت امکان‌پذیر باشد.

ث - حداکثر تعداد کابل‌های داخل کانال، مجرا و یا لوله باید به نحوی تعیین شود که کشیدن آن به آسانی میسر باشد. با توجه به این اصل توصیه می‌شود که قطر داخلی مجرا، کانال یا لوله مساوی یا بیشتر از ۱/۵ برابر قطر کابل یا دسته کابل‌های کشیده شده در داخل آن باشد.

ج - در مواردی که کابل از داخل تجهیزات یا تأسیسات فلزی عبور می‌کند، هر یک از سوراخها باید دارای انحنای لازم با بوشن‌های مناسب باشد تا از ایجاد خراشیدگی در کابل جلوگیری به عمل آید.

چ - در مواردی که لوله‌کشیها و مجاری کابل در نقاط انتهایی خود در معرض تغییرات زیاد درجه

حرارت قرار می‌گیرد، مانند تأسیسات سرد و سرخانه‌ها یا تجهیزات حرارتی یا تجهیزاتی که در دمای بالا کار می‌کند باید قسمت مناسبی از لوله‌کشی یا مجاری کابل به نقطه تبدیل اختصاص داده شده و از گردش هوا بین قسمت‌های گرم‌تر و قسمت‌های سردتر جلوگیری به عمل آید. اتصالات انبساط باید برای جبران انبساط و انقباض حرارتی، در مواردی که لازم است، پیش‌بینی شود.

ح - در موقع نصب یا کشیدن کابل بهتر است تنش و کشش بر روی هادیها وارد نشود نه پوشش خارجی آن. در تأسیساتی که کابل‌های آن به‌طور دائم تحت نیروی کشش قرار می‌گیرد استفاده از کابل‌هایی مجهز به سیم مهار یا مشابه آن که بتواند نیروی کشش را تحمل کند توصیه می‌شود.

خ - کابل‌کشی با دستگاه‌های مخصوص باید با توجه به نیروی کشش مجاز کابل موردنظر انجام شود. فرمول‌های نیروی کشش مجاز انواع کابلها در جدول ۷-۴ ارائه شده است.

د - کابل‌هایی که به تجهیزات قابل حمل یا متحرک وصل می‌شود باید در نقطه اتصال به دستگاه به نحوی بسته و محکم شود که هیچ نیرویی به ترمینال‌های کابل وارد نشده و از کوتاه شدن و یا عقب‌رفتن عایق‌بندی یا غلاف کابل جلوگیری به عمل آید. در صورتی که کابل شامل هادی حفاظتی نیز باشد طول آن باید به قدری باشد که در صورت خراب شدن وسیله بستن کابل، وارد شدن نیرو به ترمینال هادی حفاظتی بعد از ترمینال‌های هادیهای برقدار ممکن گردد. وسیله بستن کابل باید برقدار نبوده و به نحوی ساخته شده باشد که هیچ نوع خرابی مکانیکی در کابل بسته شده به وجود نیارد.

ذ - همه خم‌های کابل باید به نحوی انجام داده شود که هیچ نوع خرابی به خود کابل وارد نشود. به استثنای مواردی که به نحوی دیگر در مقررات مربوطه به کابل ذکر شده باشد، در تأسیسات نصب ثابت حداقل شعاع داخلی هر نوع خم به شرح زیر خواهد بود:

- کابل‌های با روپوش فلزی (زره - غلاف سربی - هادی هم‌مرکز)  $r=9(D+d)$
- کابل‌های با غلاف آلومینیومی  $r=15D$
- کابل‌های با عایق‌بندی معدنی و غلاف مسی  $r=5D$
- کابل‌های فاقد هر نوع روپوش فلزی  $r=8(D+d)$

که در آن  $D$  قطر خارجی کابل،  $d =$  قطر هادی بزرگترین رشته کابل و  $r$  حداقل شعاع داخلی هر خم می‌باشد، در صورتی که مقطع هادی به فرم قطاع (Sector) باشد  $d = 1/\sqrt{3}A$  در نظر گرفته خواهد شد، که در آن  $A$  سطح مقطع هادی می‌باشد.

ر - کلیه کابل‌های داخل و خارج ساختمان باید یک تکه بوده و از کاربرد مفصل دوراهی در وسط خط خودداری شود. استفاده از دوراهی در موارد استثنایی پس از تأیید دستگاه نظارت مجاز خواهد بود.

### ۲-۵-۳-۷ نصب کابل در داخل کانال خاکی

الف - برای نصب کابلها در داخل کانال خاکی ابتدا باید کانال موردنظر با ابعاد مشخص شده در نقشه مربوط حفر و کف آن به ضخامت ۱۰ سانتیمتر ماسه‌ریزی و کابلها بر روی آن خوابانده شود، آنگاه، روی کابلها نیز با ۱۰ سانتیمتر ماسه نرم پوشانیده و یک نوار پلاستیکی خبردهنده که بر روی آن عبارت «توجه مسیر کابل» نوشته شده بر روی آن کشیده شود و سپس به منظور محافظت کابل یک ردیف آجر به عرض ۲۲ سانتیمتر، با یک ردیف بلوک سیمانی بر روی نوار مزبور چیده

و سپس روی آن خاکریزی و کوبیده شود.

ب - عرض کانال حفر شده به منظور نصب کابل‌های زیرزمینی بستگی به تعداد کابل‌هایی خواهد داشت که در مجاورت هم قرار می‌گیرد. همچنین، عمق کابل از سطح زمین بستگی به تعداد کابل‌هایی دارد که روی یکدیگر قرار می‌گیرد. معذالک فاصله بالاترین کابل فشار ضعیف زیرزمینی از سطح زمین، در زیر سطح تمام شده پیاده‌رو نباید از ۷۰ سانتیمتر کمتر و در زیر سطح خیابان نباید از یک متر کمتر باشد.

پ - اگر تعداد کابل‌های مورد لزوم برای نصب در داخل کانال حاکی زیاد باشد بهتر است به جای قرار دادن کابلها بر روی یکدیگر، کابلها پهلوئی هم کشیده‌شود. حداقل فاصله کابل‌های زیرزمینی از یکدیگر در صورتی که دو کابل هم‌ولتاژ باشد باید برابر ۱۰ سانتیمتر و در صورتی که یک کابل، کابل فشار ضعیف و دیگری کابل فشار قوی یا کابل جریان ضعیف (دو کابل مجاور با ولتاژهای متفاوت) باشد باید ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود، (منظور از فاصله دو کابل فاصله هوایی بین آن دو می‌باشد). در مواردی که چند کابل به موازات یکدیگر در یک سطح افقی کشیده می‌شود باید ضمن رعایت فواصل مجاز، تمامی سطح کابلها با آجر پوشیده شده و در مورد کابل‌های جانبی، حداقل نصف طول آجر از مرکز کابل به سمت خارج قرار گیرد.

ت - جزییات و ابعاد کانال حاکی و فاصله بین کابلها در شکل ۷-۱ نشان داده شده است.

ث - در مواردی که کابل فشار ضعیف و کابل فشار قوی در یک کانال حاکی زیرزمینی نصب می‌شود باید کانال به شکل پله‌ای (دو بستر متفاوت) حفر و کابل فشار قوی در بستر پایینی و کابل فشار ضعیف در بستر بالایی خوابانده شود. بدیهی است کلیه اصول و روشهای مربوط به نصب کابل‌های فشار ضعیف و قوی در مورد هر کدام از کابل‌های مذکور باید دقیقاً رعایت شود. (شکل ۷-۱)

ج - در محلهایی که کابل از زیر جاده و یا سطح سخت عبور می‌کند باید لوله محافظ یک یا چند سوراخه از جنس پلاستیک صلب، سیمان ازبست، سیمان یا فولاد، در عمق حداقل یک متر از سطح جاده و یا سطح سخت قرار گرفته و کابل از داخل آن بگذرد. قطر سوراخ لوله‌ها باید حداقل ۱/۵ برابر قطر خارجی کابل مربوطه باشد. در محلهای خروج کابل از داخل لوله، باید برای حفاظت کابل در برابر ساییدگی ناشی از تماس با لبه لوله نوعی بالشکتک برای آن در نظر گرفت.

چ - در صورتی که محل خواباندن کابل، زمین شوره‌زار بوده، یا امکان وجود حشرات موذی مانند موربانه و غیره باشد استفاده از کابل NYCY به هیچ‌وجه مجاز نبوده و بایستی کابل NYCY یا NYCWY به کار برده شود.

ح - کابل‌هایی که بدون هیچ نوع حفاظت مکانیکی اضافی مستقیماً در زمین دفن می‌شود باید دارای پوشش یا زره فلزی و غلاف محافظ باشد. کابل‌هایی که با استفاده از حفاظت مکانیکی اضافی (آجر یا دال بتونی) در زمین دفن می‌شود باید دارای غلاف محافظ باشد. مسیر این‌گونه کابلها باید به نحوی علامت‌گذاری شود که در صورت کندوکاو بعدی، محل آن مشخص باشد.

خ - پیمانکار موظف است که قبل از شروع به حفر و کندن کانال حاکی کلیه نقشه‌های تأسیساتی اجراء شده قبلی در محوطه عملیات خود را از دستگاههای اجرایی مربوطه دریافت و با توجه به آن اقدام به حفر کانال کند به طوری که هیچ‌گونه لطمه‌ای به تأسیسات موجود وارد نشود.

د - هنگام حفر کانال حاکی برای نصب کابلها باید اسفالت یا سیمان یا پوشش، کنده‌شده و در یک

سمت گودال در فاصله حداقل یک متری انباشته شود تا هرگونه فعالیت آزاد برای خواباندن کابل امکان داشته باشد. همچنین، سایر مواد خاکبرداری شده (یعنی خاک و غیره) در سمت دیگر گودال و در فاصله حداقل ۳/۰ متری انباشته گردد تا کارگران از لغزش و افتادن در گودال در امان باشند.

ذ - در مواردی که به منظور خواباندن کابلها قسمتی از جاده آسفالتی یا پیاده‌رو باید خاکبرداری شود پیمانکار موظف است پس از تکمیل کار کابلکشی جاده آسفالتی یا پیاده‌رو را تعمیر و به حالت اول برگرداند.

### ۳۵-۳-۷ نصب کابل در داخل کانال پیش ساخته<sup>۱</sup>

- الف - کانالهای پیش ساخته کابلکشی می‌تواند به صورت آدم‌رو یا معمولی، ساخته شده از آجر با اندود سیمانی و یا بتونی باشد.
- ب - به منظور دفع آب‌هایی که ممکن است در کف کانالهای پیش ساخته جمع شود باید کف شورهای مناسبی که به سیستم فاضلاب یا چاه جذب آب متصل باشد در فواصل حداکثر ۴۰ متری از یکدیگر پیش‌بینی و نصب شود.
- پ - برای هدایت آب‌های احتمالی، کف کانالهای پیش ساخته شده بایستی دارای شیبی برابر نیم الی یک صد در جهت کف شورهای پیش‌بینی شده باشد.
- ت - به منظور پرهیز از تماس مستقیم کابلها با کف کانال پیش ساخته معمولی باید در کف کانال و در فواصلی حداکثر برابر با ۶۰ سانتیمتر اتکایی از لوله گالوانیزه و یا پروفیل ناودانی (آلومینیومی یا گالوانیزه) و یا چوب فشرده شده با ارتفاع ۱۰ سانتیمتر از کف کانال پیش‌بینی و نصب گردیده و سپس کابلها روی اتکاهای مذکور خوابانده شود.
- ث - کانالهای پیش ساخته معمولی در موتورخانه‌ها، پستهای برق، اطاق و یا سالنهای مولد برق و غیره باید دارای در پوشهای قابل برداشت از آهن آجدار با دستگیره مناسب در تمام طول کانال باشد.
- ج - به منظور نصب کابل در کانالهای پیش ساخته شده آدم‌رو بایستی از قطعات پیش ساخته گالوانیزه با نصب مجزا همراه با بستهای طیانچه‌ای استفاده شود و یا این‌که همزمان با ساخت کانال، در تمام طول دیواره کانال و حداکثر هر ۲ متر، یک پروفیل ناودانی به عرض ۱۰ سانتیمتر و به طول برابر با ارتفاع کانال (از کف تا زیر سقف کانال) پیش‌بینی و نصب شود تا بعداً متناسب با نوع و تعداد کابلهای مورد نیاز، اسکلت کابلکشی، بازوها، نگاهدارنده‌ها، و سینی کابل را بتوان بدون تخریب روی ناودانهای مذکور نصب کرد.
- چ - کلیه کابل کشیها بایستی روی سینی کابل انجام شده و کلیه اصول نصب مندرج در بخشهای نصب کابل هوایی و نصب کابل روی سینی کابل باید دقیقاً رعایت شود.
- ح - کلیه کانالهای پیش ساخته شده آدم‌رو باید دارای سیستم روشنایی مناسب و پریزهای برق در فواصل حداکثر برابر با ۶ متر بوده و همچنین در صورت امکان برای تماس با خارج در صورت لزوم، پریزهای تلفن در فواصل حداکثر برابر با ۲۰ متر پیش‌بینی و نصب شود.
- خ - در کانالهای پیش ساخته شده آدم‌رو، در صورتی که علاوه بر تأسیسات برقی از تأسیسات مکانیکی و غیره نیز استفاده شود باید حتی الامکان در یک دیواره تأسیسات برقی و در دیواره مقابل تأسیسات دیگر نصب شود. در صورتی که امکان نصب به طریق فوق نباشد باید حداقل

۱ - منظور از کانال پیش ساخته یا پیش ساخته شده، کانالهایی است که قبل از کابلکشی ساخته شده است.

تأسیسات مذکور در دو ارتفاع متفاوت و به صورت مستقل و جدا از هم نصب شود، به طوری که تأسیسات برقی در ارتفاع بالاتر از تأسیسات مکانیکی نصب شده باشد.

### ۲-۳-۲ نصب کابل در داخل شافت

برای نصب کابل روی دیواره شافت، بایستی کلیه اصول و روشهای تعیین شده مندرج در بخش نصب کابل روی دیواره، به خصوص نصب در حالت قائم، دقیقاً رعایت شود.

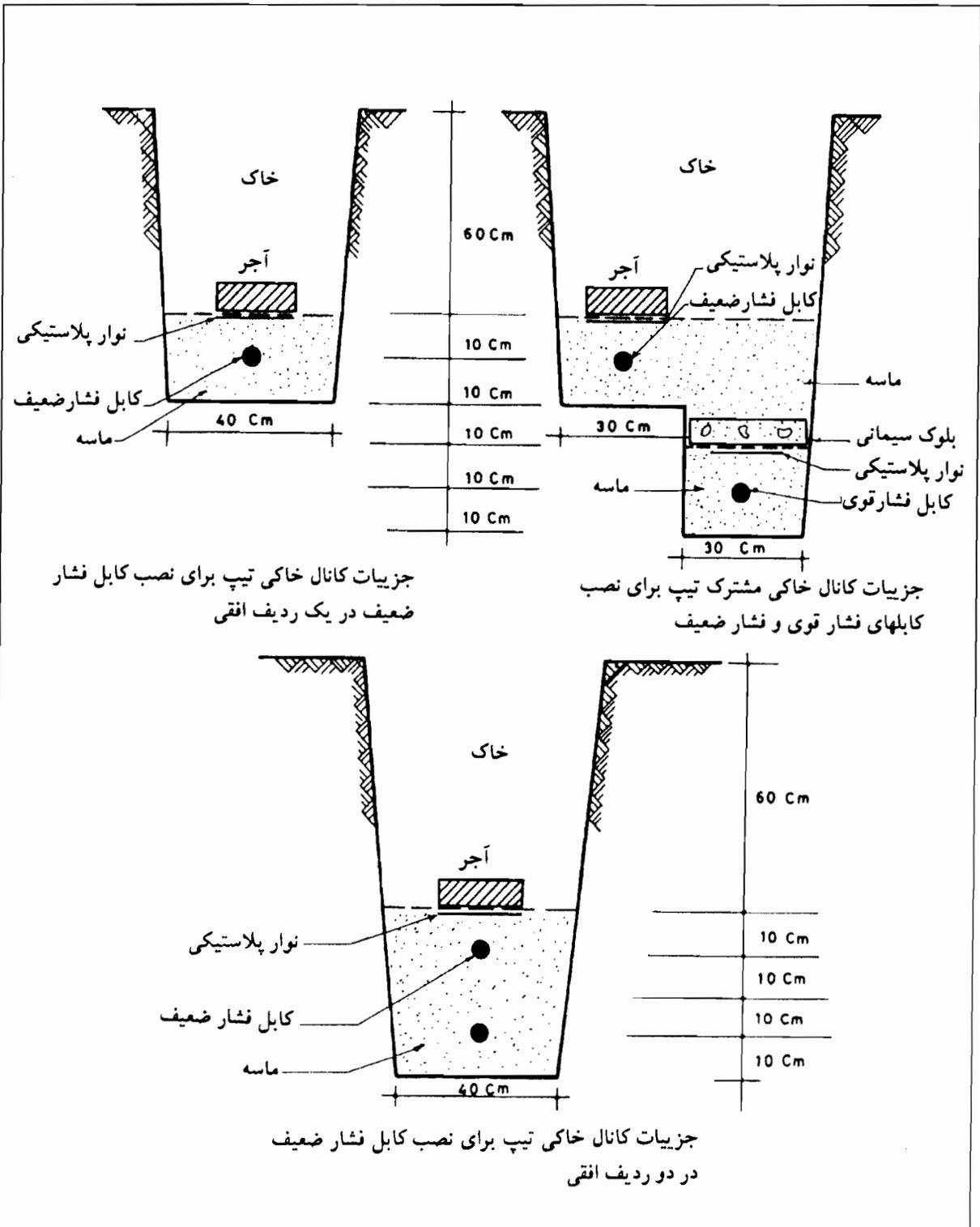
جدول ۲-۴ نیروی کشش مجاز انواع کابلها

نیروی کششی مجاز (نیوتن)	نوع کابل	روش کشش کابل
$F=A \times 50$ (هادی مسی) $F=A \times 30$ (هادی آلومینیومی)	تمام انواع کابلها	بستن هادیهای کابل به یکدیگر و اتصال به قلاب دستگاه
$F=9D^2$	کلیه کابلهای دارای زره از سیمهای فولادی مانند: NYFGY, NAYFGY کابلهای غلاف فلزی، بدون زره مقاوم در برابر کشش مانند:	کشش با استفاده از جوراب کابل
$F=D^2 \times 3$ (کابل تک غلاف)	NKBA, NYKY, NAKLEY	
$F=D^2 \times 1$ (کابل سه غلاف)	NEKEBA, NAEKEBA	
$F=A \times 50$ (هادی مسی) $F=A \times 30$ (هادی آلومینیومی)	کلیه کابلهای پلاستیکی بدون غلاف فلزی و بدون زره مانند: NYY, NYCY, NYCWY NYSY, NYSEY	

در جدول فوق A سطح مقطع کل هادیها به میلیمتر مربع (شامل حفاظ و هادیهای حفاظتی هم مرکز نمی شود) و D قطر خارجی کابل به میلیمتر است.

جدول ۲-۵ حداقل درجه حرارت کابل کشی بدون گرم کردن کابل

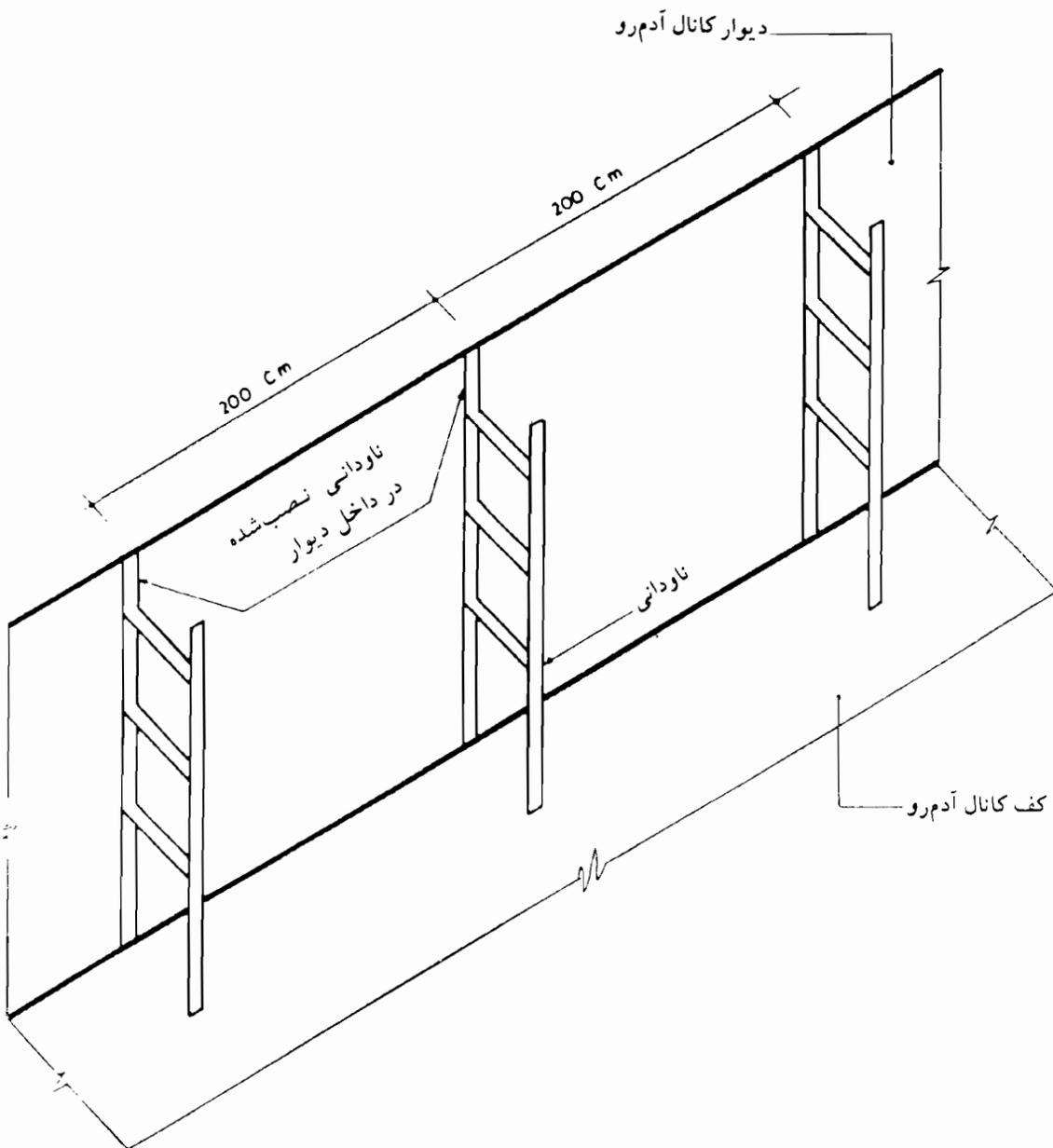
درجه سانتیگراد	نوع کابل
۰	کابل کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با کاغذ آغشته معمولی یا بدون پوشش حفاظتی
+۵	کابل کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با یا بدون پوشش حفاظتی
۰	با پوشش پلاستیکی با غلاف P.V.C از یک تا ۳۵ کیلوولت با یا بدون پوشش حفاظتی
-۱۰	با عایق پلاستیکی و غلاف پلاستیکی تا ۵۰۰ ولت
-۷	الف - با پوشش حفاظتی و بدون پوشش ب - با عایق پلاستیکی - غلاف سربی یا P.V.C با پوشش حفاظتی
-۱۵	با عایق لاستیکی - غلاف سربی یا P.V.C بدون غلاف حفاظتی با غلاف غیر فلزی
-۲۰	با عایق لاستیکی - غلاف سربی یا P.V.C بدون غلاف حفاظتی ولی با غلاف فلزی



جدول ابعاد کانال‌های خاکی بر حسب تعداد و نوع استقرار کابل‌های فشار ضعیف

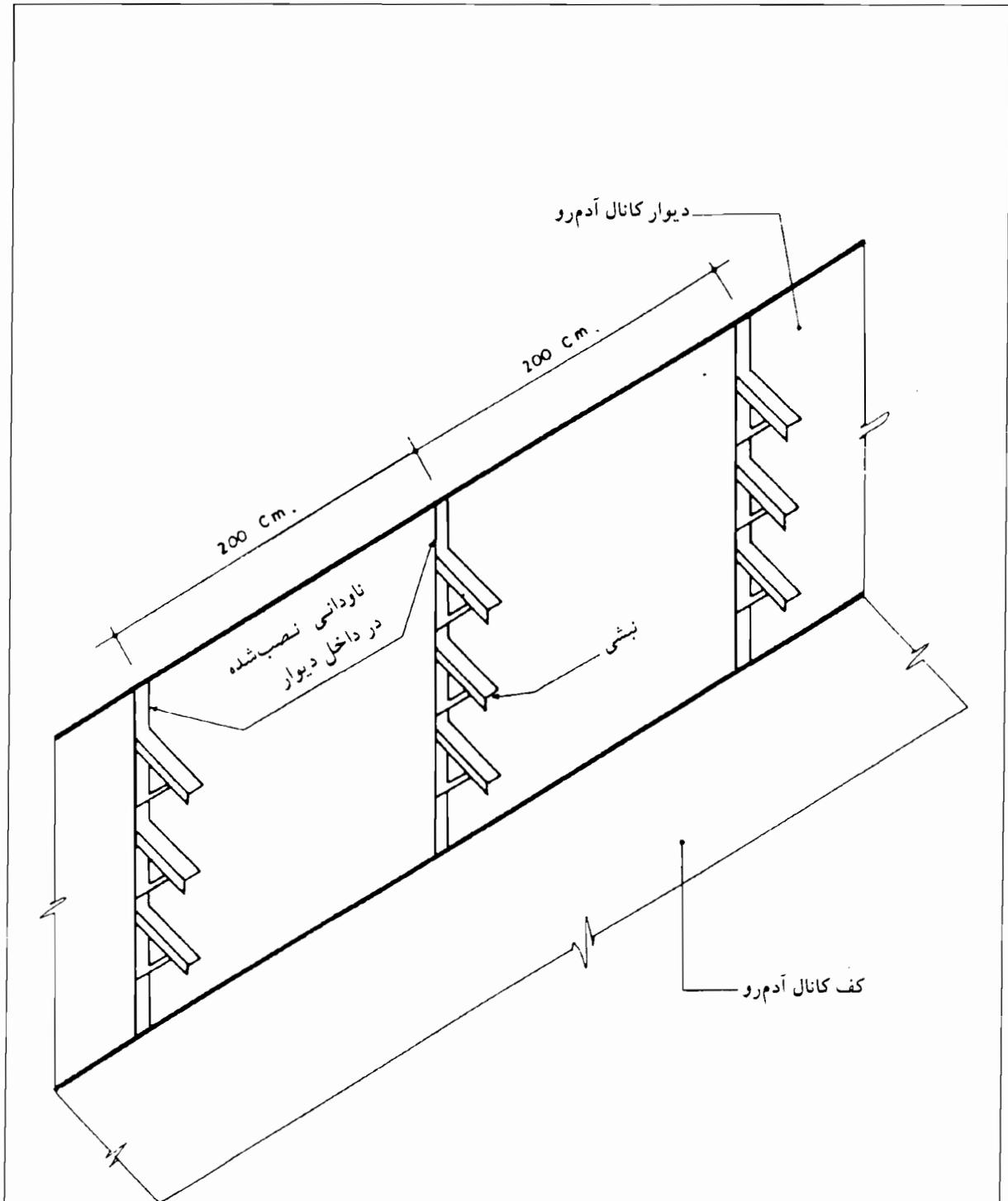
نصب کابلها در دو ردیف افقی				نصب کابلها در یک ردیف افقی				نوع استقرار کابلها	
۸	۶	۴	۲	۵	۴	۳	۲	۱	تعداد کل کابل‌های نصب شده
۹۰	۷۰	۵۰	۴۰	۱۱۰	۹۰	۷۰	۵۰	۴۰	عرض بستن کانال (cm)
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	عمق کانال در پیاده‌رو (cm)
۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	عمق کانال در خیابان (cm)

شکل ۷-۱



جزئیات تیپ اسکله بندی نصب کابل در داخل کانالهای آدمرو





جزئیات تیپ بازبندی نصب کابل در داخل کانالهای آدمرو

شکل ۷-۳



## کابل‌های زیر آبی ۴-۷

کابل زیر آبی کابلی است که می‌توان آن را مستقیماً در داخل آب قرار داده و از آن برای انتقال نیروی برق در مواردی از قبیل عبور از رودخانه یا نهر بزرگ آب، یا استخرهایی که دارای فواره‌های رنگی به وسیله چراغهای زیر آبی می‌باشد بهره‌برداری نمود. بدیهی است که این نوع کابلها را نیز می‌توان مستقیماً در زیر خاک، کانالهای پیش ساخته شده و یا روی کار نیز به کار برد.

### ۱-۴-۷ استاندارد و مشخصات کابل‌های زیر آبی

#### ۱-۱-۴-۷ کابل (VDE 0265) NYKY

کابلی است که شامل هادی مسی، عایق پی-وی-سی، ماده پرکننده، سیم اتصال زمین، غلاف داخلی سربی و غلاف خارجی پی-وی-سی می‌باشد.

### ۲-۴-۷ اصول و روشهای نصب کابل‌های زیر آبی

۱-۲-۴-۷ در محل‌هایی که نیروی کششی روی کابل وارد می‌شود، همچنین در رودخانه‌ها و دریاها، کابل باید به سیم فولادی گالوانیزه به صورت تکی و یا دوپل مسلح شود.

#### ۲-۲-۴-۷ کابل‌های قابل انعطاف TGK , TGKT

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادیهای مسی رشته‌ای باریک، عایق مخصوص از جنس EPR و غلاف مخصوص از لاستیک مصنوعی می‌باشد. این‌گونه کابلها را ممکن است در آب تا ۴۰ درجه سانتیگراد، در شرایط خشک، تر و مرطوب و در هوای آزاد مورد استفاده قرار داد. کابل‌های مزبور را می‌توان برای اتصال تجهیزات برقی در زیر آب مانند موتور پمپ‌های زیر آبی، در مواردی که تنش‌های مکانیکی متوسط مورد نیاز باشد به کار برد. کابل TGKT مخصوص استفاده در آب آشامیدنی ساخته شده است.

۳-۲-۴-۷ کلیه اصول و روشهای مندرج در بخشهای قبل، در مورد نصب کابل‌های زیر آبی در قسمتهای خارج از آب نیز با توجه به شرایط نصب باید دقیقاً رعایت شود.

## کابل‌های مخصوص ۵-۷

کابل‌های مخصوص کابل‌هایی است که در شرایط خاص از قبیل محل‌هایی که امکان تماس با مواد سوختی یا شیمیایی وجود دارد، محیط‌های قابل احتراق و انفجار، و محل‌های مخاطره آمیز یا در معرض بادهای زیاد، قابل نصب و بهره‌برداری باشد.



## ۱-۵-۷ استاندارد و مشخصات کابل‌های مخصوص

### ۱-۱-۵-۷ کابل (VDE 0265) NYKY

کابلی است که شامل هادی از سیم‌های مسی مفتولی، عایق پی-وی-سی، پوشش یا نوار پلاستیکی بر روی هسته‌ها، غلاف داخلی سربی و غلاف خارجی پی-وی-سی می‌باشد. این نوع کابل را می‌توان در پالایشگاه‌های مواد نفتی، کارخانجات شیمیایی، پمپ‌های بنزین، و آزمایشگاه‌های مواد شیمیایی، به صورت نصب در داخل آب یا مستقیماً در زمین و یا در کانال پیش ساخته شده به طور روکار نصب نمود. بدیهی است این کابل را در مناطقی که دارای دمای زیاد باشد نمی‌توان به کار برد.

### ۲-۱-۵-۷ کابل فرمان (VDE 0271) NYCY

کابلی است مشابه کابل NYCY ولی بین غلاف پی-وی-سی داخلی و خارجی دارای زره سیم مسی با نوار ماریچ باز مسی می‌باشد. بدیهی است از غلاف مسی می‌توان به عنوان هادی حفاظتی یا هادی خنثی استفاده کرد. این نوع کابل را می‌توان به عنوان کابل فرمان یا کنترل بین پستها، یا اطاق فرمان و مراکز تابلوهای هر نوع تأسیسات به کار برد.

### ۳-۱-۵-۷ کابل مخصوص نصب در محیط‌هایی با دمای بالا (IEC 245-3)

کابلی است که شامل هادی مسی، با عایق لاستیکی سیلیکون‌دار و غلاف نهایی پشم شیشه‌ای عمل آمده باشد.

۴-۱-۵-۷ میزان جریان مجاز کابل‌های مخصوص با توجه به شرایط نصب، درجه حرارت محیط و تعداد کابل‌ها در جدول ۶-۷ درج شده است.

## ۲-۵-۷ اصول و روش‌های نصب کابل‌های مخصوص

کلیه اصول و روش‌های مندرج در بخش‌های قبل باید با توجه به نوع شرایط نصب، در مورد نصب کابل‌های مخصوص دقیقاً رعایت شود.

## ۶-۷ کابلشوها، سر کابل‌ها و مفصل‌ها

### ۱-۶-۷ کابلشوها

۱-۱-۶-۷ برای اتصال هادی‌های کابل‌های فشار ضعیف به کلید، فیوز، جعبه اتصال ماشین‌آلات، پمپ‌ها، وسایل اندازه‌گیری، ترمینال‌ها و غیره بایستی از کابلشوهای استاندارد مسی نوع پرس، پیچی، و لحیمی استفاده نمود.

۲-۱-۶-۷ برای اتصال کابل‌های افشان از مقطع یک میلیمتر مربع به بالا و کابل‌های مفتولی از مقطع ۱۰ میلیمتر مربع به بالا باید از کابلشو استفاده شود. کابل‌های مفتولی به مقطع ۶ میلیمتر مربع و کمتر را می‌توان مستقیماً با

ایجاد حلقه به دستگاه مربوطه متصل نمود.

۳-۱-۶-۷ کلیه کابلشوها با مقطع ۱۰ میلیمتر مربع و کمتر بایستی در محل اتصال کابل به کابلشو با حلقه عایق پلاستیکی و یا چینی مخصوص عایق شود.

۴-۱-۶-۷ از نظر فنی و استقامت، استفاده از کابلشوهای پرسی نسبت به کابلشوهای پیچی و کابلشوهای پیچی نسبت به کابلشوهای لحیمی ارجحیت دارد. بدیهی است در صورت استفاده از کابلشوهای لحیمی بایستی کابلشو به سیم به نحوی لحیم داده شود که هیچ‌گونه حباب هوا بین سیم و جدار کابلشو وجود نداشته باشد. برای لحیمکاری باید از لحیمهای مخصوص برق (۳۰٪ سرب، ۷۰٪ قلع) استفاده شود.

### ۲-۶-۷ سر کابلها

۱-۲-۶-۷ هنگام انتخاب سرکابلها باید دقت شود که مشخصات الکتریکی آن با مشخصات کابل مورد اتصال یکسان باشد.

۲-۲-۶-۷ برای اتصال کابلهای فشارضعیف با ولتاژ اسمی حداکثر ۱۰۰۰ ولت (به استثنای کابلهای روغنی) در داخل ساختمان نیازی به استفاده از سرکابل نیست و می‌توان از کابلشوهای پرسی، پیچی و یا لحیمی استفاده نمود.

۳-۲-۶-۷ برای اتصال کابلهای فشار ضعیف با ولتاژ اسمی حداکثر ۱۰۰۰ ولت در فضای آزاد، باید از سرکابل مخصوص فضای آزاد و از نوع صمغ ریخته‌شده (پروتولین) و یا نوع روکش پی - وی - سی نرم استفاده شود.

۴-۲-۶-۷ در مواردی که سیستم انتقال نیرو از کابل به سیستم دیگری تغییر می‌یابد و یا به دستگاهی متصل می‌شود مانند تغییر از کابل به شبکه هوایی یا به شینه کشی یا به ترانسفورماتور و یا به سایر دستگاههای الکتریکی، باید از سرکابل استفاده شود.

۵-۲-۶-۷ در موقع انتخاب سرکابل باید به نوع کابل (یک سیمه، کمربندی، سه غلافه و غیره) و مکان نصب (در داخل ساختمان یا فضای آزاد) توجه شده و عوامل مذکور در نظر گرفته شود.

۶-۲-۶-۷ سرکابلها باید طوری اتصال یابد که از نفوذ رطوبت هوا در کابل و همچنین از خارج شدن روغن و مواد روان درون کابل جلوگیری شود.

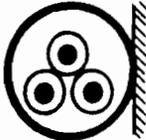
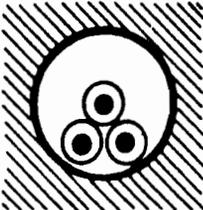
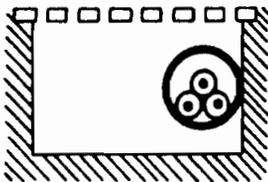
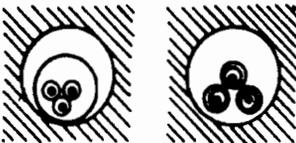
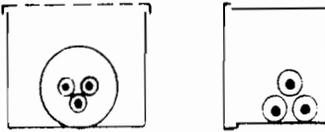
### ۳-۶-۷ مفصلها

۱-۳-۶-۷ به منظور حفاظت کامل کابلها در محل اتصال به یکدیگر باید از مفصلهای کابل استفاده شود تا بتوان محل اتصال مورد نظر را از رطوبت و نیروهای مکانیکی محفوظ نگاهداشت.

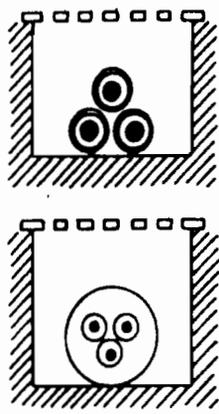
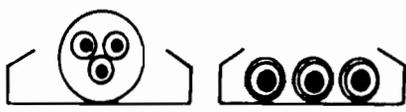
۲-۳-۶-۷ مفصل کابل باید در مقابل نیروی کششی حفاظت شود، لذا مفصل در امتداد کابل نباید قرار گیرد ولی محورهای کابل و مفصل باید در حدود نیم تا یک متر از همدیگر فاصله داشته باشد.

۳-۳-۶-۷ برای پر کردن مفصل چدنی باید از قیر مخصوص آن مفصل استفاده شود. انواع کابلهای فشارضعیف برحسب محل کاربرد و نوع استفاده در جدول ۷-۷ و نیز علایم الکتریکی کابلها در جدول ۷-۸ ارائه

جدول ۷-۶ انتخاب جریان مجاز کابل‌های فشار ضعیف برحسب روش نصب - جدول الف: این جدول به کلیه کابل‌های غیر قابل انعطاف به استثنای کابل‌های عایق معدنی قابل اعمال است.

جدول		روش نصب	
کابل‌های لاستیکی EP و Butyl و کابل‌های XLPE	کابل‌های پی‌وی‌سی		۱ - کابل‌های تک‌رشته‌ای که در داخل لوله و به صورت روکار نصب می‌شود.
II	I		
			۲ - کابل‌های تک‌رشته‌ای که در داخل لوله و به صورت توکار در زیر گچ یا در دیوار یا کف آجری یا بتنی نصب می‌شود.
II	I		
			۳ - کابل‌های تک‌رشته‌ای که در داخل لوله و در کانال باز نصب می‌شود.
II	I		
			۴ - کابل‌های تک‌رشته‌ای غلاف‌دار و کابل‌های چندرشته‌ای که در داخل لوله به صورت توکار نصب می‌شود.
II	I		
			۵ - کابل‌های تک‌رشته‌ای و چندرشته‌ای که در داخل مجاری کابلها (Trunking) (باز یا بسته) نصب می‌شود.
II	I		
			۶ - کابل‌های تک‌رشته‌ای غلاف‌دار یا کابل‌های چندرشته‌ای که به صورت روکار مستقیماً روی دیوار نصب می‌شود.
IV	III		
			۷ - کابل‌های چند رشته‌ای که به صورت توکار مستقیماً در داخل گچ و یا دیوار یا کف آجری یا بتنی نصب می‌شود
IV	III		

جدول ۷-۶ (ادامه)

جدول		روش نصب	
کابل‌های لاستیکی Butyl و EP و کابل‌های XLPE	کابل‌های پی‌وی‌سی		۸- کابل‌های تک‌رشته‌ای غلاف‌دار یا یا چندرشته‌ای که در کانال باز نصب می‌شود.
IV	III		۹- کابل‌های تک‌رشته‌ای غلاف‌دار و کابل‌های چندرشته‌ای که بر روی سینی کابل نصب می‌شود.
IV	III		۱۰- کابل‌های تک‌رشته‌ای غلاف‌دار و کابل‌های چندرشته‌ای که به وسیلهٔ سیم مهار به صورت آویزان نصب می‌شود.



جدول I

جریان مجاز کابل‌های تک‌ رشته‌ای و چند رشته‌ای با عایق پی - وی - سی و با هادی‌های مسی یا آلومینیومی، در درجه حرارت محیط ۳۰ درجه سانتیگراد و با روش‌های نصب ۱ الی ۵ مندرج در جدول الف.

جریان مجاز				سطح مقطع اسمی هادی
هادی‌های آلومینیومی		هادی‌های مسی		
با سه هادی حامل جریان (۵)	با دو هادی حامل جریان (۴)	با سه هادی حامل جریان (۳)	با دو هادی حامل جریان (۲)	(۱)
آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	میلیمتر مربع
۹/۴	۱۰/۵	۱۲	۱۳/۵	۱/۰
۱۲	۱۳/۵	۱۵/۵	۱۷/۵	۱/۵
۱۶/۵	۱۹	۲۱	۲۴	۲/۵
۲۲	۲۵	۲۸	۳۲	۴
۲۸	۳۲	۳۶	۴۱	۶
۳۹	۴۴	۵۰	۵۷	۱۰
۵۳	۵۹	۶۸	۷۶	۱۶
۶۹	۷۹	۸۹	۱۰۱	۲۵
۸۶	۹۸	۱۱۱	۱۲۵	۳۵
۱۰۵	۱۱۸	۱۳۴	۱۵۱	۵۰
۱۳۳	۱۵۰	۱۷۱	۱۹۲	۷۰
۱۶۱	۱۸۱	۲۰۷	۲۳۲	۹۵
۱۸۶	۲۱۰	۲۳۹	۲۶۹	۱۲۰

در صورت تغییر درجه حرارت محیط از ۳۰ درجه سانتیگراد باید از ضرایب تصحیح مندرج در جدول VI استفاده شود.



## جدول II

جریان مجاز کابل‌های تک‌رشته‌ای و چندرشته‌ای با عایق لاستیکی Butyl و EP یا کابل‌های XLPE و هادی‌های مسی یا آلومینیومی، و در درجه حرارت محیط ۳۰ درجه سانتیگراد و بارش‌های نصب ۱ الی ۵ مندرج در جدول الف.

جریان مجاز				سطح مقطع اسمی هادی
هادی‌های آلومینیومی		هادی‌های مسی		
با سه هادی حامل جریان (۵)	با دو هادی حامل جریان (۴)	با سه هادی حامل جریان (۳)	با دو هادی حامل جریان (۲)	(۱)
آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	میلیمتر مربع
۱۲	۱۳/۵	۱۵	۱۷	۱
۱۵/۵	۱۷/۵	۱۹/۵	۲۲	۱/۵
۲۱	۲۴	۲۶	۳۰	۲/۵
۲۸	۳۲	۳۵	۴۰	۴
۳۶	۴۱	۴۶	۵۲	۶
۵۰	۵۷	۶۳	۷۱	۱۰
۶۸	۷۶	۸۵	۹۶	۱۶
۸۹	۱۰۱	۱۱۲	۱۲۷	۲۵
۱۱۱	۱۲۵	۱۳۸	۱۵۷	۳۵
۱۳۴	۱۵۱	۱۶۸	۱۹۰	۵۰
۱۷۱	۱۹۲	۲۱۳	۲۴۲	۷۰
۲۰۷	۲۳۲	۲۵۸	۲۹۳	۹۵
۲۳۹	۲۶۹	۲۹۹	۳۳۹	۱۲۰

در صورت تغییر درجه حرارت محیط از ۳۰ درجه سانتیگراد باید از ضرایب تصحیح مندرج در جدول VI استفاده شود.



## جدول III

جریان مجاز کابل‌های تک‌رشته‌ای و چندرشته‌ای با عایق پی - وی - سی و با هادی‌های مسی یا آلومینیومی و در درجه حرارت محیط ۳۰ درجه سانتیگراد و بارش‌های نصب ۶ الی ۱۰ مندرج در جدول الف.

جریان مجاز				سطح مقطع اسمی هادی
هادی‌های آلومینیومی (فقط برای کابل‌های غیر قابل انعطاف)		هادی‌های مسی		
با سه هادی حامل جریان (۵)	با دو هادی حامل جریان (۴)	با سه هادی حامل جریان (۳)	با دو هادی حامل جریان (۲)	(۱)
آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	میلیمتر مربع
۱۰/۵	۱۱/۵	۱۳/۵	۱۵	۱/۰
۱۳/۵	۱۵	۱۷/۵	۱۹/۵	۱/۵
۱۹	۲۰	۲۴	۲۶	۲/۵
۲۵	۲۷	۳۲	۳۵	۴
۳۲	۳۶	۴۱	۴۶	۶
۴۴	۴۹	۵۷	۶۳	۱۰
۵۹	۶۶	۷۶	۸۵	۱۶
۷۹	۸۷	۱۰۱	۱۱۲	۲۵
۹۷	۱۰۸	۱۲۵	۱۳۸	۳۵
۱۱۸	۱۳۱	۱۵۱	۱۶۸	۵۰
۱۵۰	۱۶۶	۱۹۲	۲۱۳	۷۰
۱۸۱	۲۰۰	۲۳۲	۲۵۸	۹۵
۲۱۰	۲۳۲	۲۶۹	۲۹۹	۱۲۰
۲۴۰	۲۶۸	۳۰۹	۳۴۴	۱۵۰
۲۷۵	۳۰۵	۳۵۳	۳۹۲	۱۸۵
۳۲۳	۳۶۰	۴۱۵	۴۶۱	۲۴۰

در صورت تغییر درجه حرارت محیط از ۳۰ درجه سانتیگراد باید از ضرایب تصحیح مندرج در جدول VI استفاده شود.



## جدول IV

جریان مجاز کابلهای تک رشته‌ای و چند رشته‌ای با عایق لاستیکی Butyl و EP یا کابلهای XLPE با هادیهای مسی یا آلومینیومی، و در درجه حرارت محیط ۳۰ درجه سانتیگراد و بارشهای نصب ۶ الی ۱۰ مندرج در جدول الف.

جریان مجاز				سطح مقطع اسمی هادی
هادیهای آلومینیومی		هادیهای مسی		
با سه هادی حامل جریان (۵)	با دو هادی حامل جریان (۴)	با سه هادی حامل جریان (۳)	با دو هادی حامل جریان (۲)	(۱)
آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	میلیمتر مربع
۱۳/۵	۱۵	۱۷	۱۹	۱/۰
۱۷/۵	۱۹/۵	۲۲	۲۴	۱/۵
۲۴	۲۶	۳۰	۳۳	۲/۵
۳۲	۳۵	۴۰	۴۵	۴
۴۱	۴۶	۵۲	۵۸	۶
۵۷	۶۳	۷۱	۸۰	۱۰
۷۶	۸۵	۹۶	۱۰۷	۱۶
۱۰۱	۱۱۲	۱۲۷	۱۴۲	۲۵
۱۲۵	۱۳۸	۱۵۷	۱۷۵	۳۵
۱۵۱	۱۶۸	۱۹۰	۲۱۲	۵۰
۱۹۲	۲۱۳	۲۴۲	۲۷۰	۷۰
۲۳۲	۲۵۸	۲۹۳	۳۲۷	۹۵
۲۶۹	۲۹۹	۳۳۹	۳۷۹	۱۲۰
۳۰۹	۳۴۴	۳۹۰	۴۳۵	۱۵۰
۳۵۳	۳۹۲	۴۴۴	۴۹۶	۱۸۵
۴۱۵	۴۶۱	۵۲۲	۵۸۴	۲۴۰

در صورت تغییر درجه حرارت محیط از ۳۰ درجه سانتیگراد باید از ضرایب تصحیح مندرج در جدول VI استفاده شود.



جدول ۷

جریان مجاز برای کابل‌هایی با عایق معدنی و هادیهای مسی و غلافهای مسی، در درجه حرارت ۳۰ درجه سانتیگراد.

(a) دارای غلاف مسی لخت و در معرض تماس افراد با آن یا تماس کابل با مواد سوزا

(b) دارای غلاف مسی لخت ولی بدون امکان تماس افراد با آن یا تماس کابل با مواد سوزا

کابل‌های چندرشته‌ای				کابل‌های تک‌رشته‌ای						سطح مقطع اسمی هادی	(۱)
سه هادی حامل جریان		دو هادی حامل جریان		سه هادی حامل جریان		دو هادی حامل جریان		یک هادی و غلاف حامل جریان			
(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)		
(۱۱)	(۱۰)	(۹)	(۸)	(۷)	(۶)	(۵)	(۴)	(۳)	(۲)		
آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر		
۱۸	۱۴	۲۱	۱۷	۲۵	۱۸	۲۵	۲۲	۲۲	۱۸	۱/۰	
۲۲	۱۸	۲۶	۲۲	۳۲	۲۳	۳۲	۲۷	۲۶	۲۱	۱/۵	
۳۰	۲۴	۳۶	۲۹	۴۳	۳۱	۴۳	۳۶	۳۳	۲۷	۲/۵	
۴۰	۳۳	۴۷	۳۸	۵۶	۴۱	۵۶	۴۶	۴۲	۳۴	۴	
		۶۰	۴۹	۷۳	۵۲	۷۳	۵۹			۶	
				۹۸	۷۰	۹۸	۸۰			۱۰	
۱۹	۱۶	۲۳	۱۹	۲۹	۲۰	۲۹	۲۳	۲۶	۲۱	۱/۰	
۲۴	۲۰	۲۹	۲۴	۳۶	۲۶	۳۶	۲۹	۳۲	۲۶	۱/۵	
۳۲	۲۶	۳۹	۳۲	۴۷	۳۴	۴۷	۳۹	۴۰	۳۳	۲/۵	
۴۲	۳۴	۵۱	۴۱	۶۲	۴۴	۶۲	۵۰	۵۰	۴۱	۴	
۵۴	۴۴	۶۵	۵۳	۷۷	۵۶	۷۷	۶۳	۶۰	۴۹	۶	
۷۳	۵۹	۸۷	۷۱	۱۰۵	۷۵	۱۰۵	۵۸			۱۰	
۹۸	۷۸	۱۱۵	۹۴	۱۴۰	۹۹	۱۴۰	۱۱۰			۱۶	
۱۲۵	۱۰۵	۱۵۵	۱۲۴	۱۸۰	۱۳۰	۱۸۰	۱۵۰			۲۵	
				۲۲۰	۱۶۰	۲۲۰	۱۸۰			۳۵	
				۲۷۵	۲۰۰	۲۷۵	۲۲۵			۵۰	
				۳۳۵	۲۴۰	۳۳۵	۲۷۵			۷۰	
				۴۰۵	۲۹۰	۴۰۵	۳۳۰			۹۵	
				۴۷۰	۳۳۵	۴۷۰	۳۸۰			۱۲۰	
				۵۴۰	۳۸۵	۵۴۰	۴۴۰			۱۵۰	

نوع کاربرد سبک

نوع کاربرد سنگین

در صورت تغییر دمای محیط از ۳۰ درجه سانتیگراد باید از ضرایب تصحیح مندرج در جدول VI استفاده شود.



## جدول VI

ضرایب تصحیح برای درجه حرارت‌های محیط متناوب با ۳۰ درجه سانتیگراد، قابل اعمال به جریانهای مجاز مندرج در جداول I الی V

نوع عایق				درجه حرارت محیط (درجه سانتیگراد)	
معذنی		لاستیک Butyl و EP یا XLPE	پی - وی - سی	لاستیکی با کاربرد عمومی	(۱)
(b) بدون امکان تماس	(a) در معرض تماس یا با پوشش پی - وی - سی	(۴)	(۳)	(۲)	
(۶)	(۵)				
۱/۱۵	۱/۲۲	۱/۱۷	۱/۲۲	۱/۲۹	۱۰
۱/۱۲	۱/۱۷	۱/۱۳	۱/۱۷	۱/۲۲	۱۵
۱/۰۸	۱/۱۲	۱/۰۹	۱/۱۲	۱/۱۵	۲۰
۱/۰۴	۱/۰۶	۱/۰۴	۱/۰۷	۱/۰۷	۲۵
۰/۹۸	۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۹۳	۳۵
۰/۹۶	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۸۷	۰/۸۲	۴۰
۰/۹۴	۰/۷۶	۰/۸۵	۰/۷۹	۰/۷۱	۴۵
۰/۹۲	۰/۶۸	۰/۸۰	۰/۷۱	۰/۵۸	۵۰
۰/۸۷	۰/۵۹	۰/۷۴	۰/۶۱	-	۵۵
۰/۸۴	۰/۴۶	۰/۶۷	۰/۵۰	-	۶۰
۰/۸۲	-	۰/۶۰	-	-	۶۵
۰/۸۰	-	۰/۵۲	-	-	۷۰
۰/۷۲	-	۰/۴۳	-	-	۷۵
۰/۶۱	-	-	-	-	۸۰



جدول VII

ضرایب تصحیح برای گروههای بیش از سه کابل تک رشته‌ای یا بیش از یک کابل چند رشته‌ای، قابل اعمال به مقادیر مندرج در جدول I الی IV

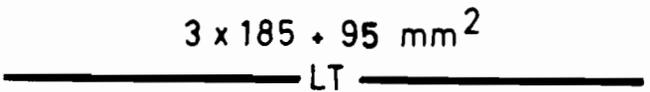
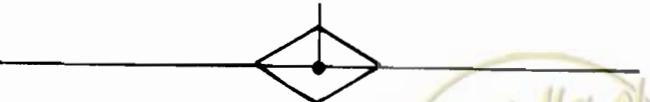
نوع کابل و شرایط نصب	گروههای تک لایه، فاصله‌ای بین کابلها وجود ندارد										گروههای چند لایه، هیچ‌گونه فاصله‌ای بین کابلهای یک لایه یا بین لایه‌ها و یا هر گروه دیگری در بیش از یک سطح قرار داده شده است و وجود ندارد																					
	تعداد کابلها	۲	۳	۴	۵	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۶	۲۰	۲۴	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰	تعداد کابلها	۲	۳	۴	۵	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰			
کابل‌های تک رشته‌ای نصب شده در لوله‌ها یا مجاری یا کانال. ضرایب باید به مقادیر مربوط به دو هادیها، مندرج در جدول I یا II اعمال شود.																																
	کابل‌های تک رشته‌ای بر روی سینی کابل. نصب افقی:																															
ضرایب باید به مقادیر مربوط به دو هادی حامل جریان در جدول III یا IV اعمال شود.																																
	نصب عمودی:																															
کابل‌های چند رشته‌ای نصب شده بر روی دیواره یا سینی کابل. نصب افقی:																																
	ضرایب باید به مقادیر مربوط به دو یا سه هادی حامل جریان در جدول III یا IV اعمال شود.																															
نصب عمودی:																																
	ضرایب باید به مقادیر مربوط به دو یا سه هادی حامل جریان در جدول III یا IV اعمال شود.																															

جدول ۷-۷ انواع کابلها بر حسب کاربرد

ردیف	کاربرد	نوع کابل
۱	انتقال انرژی به منازل	برای شبکه زمینی می توان از کابل NYCY استفاده نمود و برای شبکه هوایی معمولاً از کابل هوایی با مهار فولادی YTY استفاده می شود.
۲	روشنایی خیابانها	برای شبکه زمینی کابلهای NYCY و NYCY به کار می رود. در شبکه هوایی از کابل خود نگاهدار YMT که دارای غلاف فلزی بوده و سنگینی کابل را تحمل می نماید استفاده می شود.
۳	شبکه محلی	از کابلهای NYCY، NYCY، NYCWY و نیز از کابلهای NKL(Y)Y و NKL(Ysi)A(PR) که در آن سیم نول به جای غلاف آلومینیومی به کار می رود استفاده می شود.
۴	کارخانجات شیمیایی	از کابلهای NYCY، NYCY و NYCWY استفاده می شود.
۵	پمپ بنزینها، مناطق نفتی و پالایشگاهها	از کابل پی - وی - سی با غلاف سربی NYKY استفاده می شود.
۶	کارخانجات برق و شبکه ها	از کابلهای پی - وی - سی NYCY، NYCY و NYCWY استفاده می شود.
۷	رودخانه ها، نهرهای بزرگ آب، استخرها	از کابل پی - وی - سی NYKY استفاده می شود.



جدول ۷-۸ نشانه‌های الکتریکی کابل‌های فشار ضعیف

نشانه	شرح
	نصب کابل به صورت روکار روی دیوار و یا سقف
	نصب کابل روی سینی کابل
	نصب کابل به صورت آویز
	نصب کابل در کانال خاکی
	کابل زیرآبی
	نشان‌دهنده تعداد و سطح مقطع اسمی کابل
	سر کابل
	جعبه مفصل ساده
	جعبه مفصل سه‌راهی (انشعاب)
	جعبه مفصل چهارراهی (انشعاب)



# فصل ۸

## کابل‌های فشار متوسط

۱-۸ کلیات و تعاریف

۱-۱-۸ کابل فشار متوسط

کابلی است که ولتاژ نامی آن بیش از یک کیلوولت و تا ۶۶ کیلوولت و خود ۶۶ کیلوولت باشد. کابل‌های فشار متوسط مورد بررسی در این فصل کابل‌هایی است که حداکثر ولتاژ نامی آن ۳۳ کیلوولت بوده و برای کارهای ساختمانی و شبکه‌های شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۱-۸ طبقه‌بندی ولتاژ نامی عایق‌بندی کابل‌های فشار متوسط

۱-۲-۱-۸ کابل‌های قدرت برحسب ولتاژ نامی  $U_0/U$  طبقه‌بندی می‌شود ( $U_0$  ولتاژ نامی بین هادی و زمین یا پوشش فلزی زمین شده کابل شامل هادی هم‌مرکز، حفاظ، زره و غلاف فلزی می‌باشد که برابر است با  $U_0 = \frac{U}{\sqrt{3}}$  و  $U$  ولتاژ بین هادی‌های فاز). کابل‌های قدرت فشار متوسط در برابر تنش ولتاژ در سیستم سه‌فاز عایق‌بندی می‌شود که بر طبق استانداردهای VDE و IEC به‌قرار زیر است:

$$U_0/U = 6/10 ; 8/15 ; 12/20 ; 18/30 ; 20/35 \text{ kv}$$

در مواردی که کابل‌های تک‌هسته مورد استفاده قرار می‌گیرد سطح عایق‌بندی ولتاژ نامی  $U$  برحسب سطح عایق‌بندی ولتاژ نامی  $U_0$  به‌شرح زیر خواهد بود:

$$U = 2 \times U_0$$

در سیستم زمین نشده

$$U = U_0$$

در سیستم تک‌فاز زمین شده

۲-۲-۱-۸ ولتاژکار

حداکثر ولتاژکار مداوم مجاز  $U_m$  برای کابل‌های فشار متوسط در جدول ۸-۱ ذکر شده است.

جدول ۸ - ۱ حداکثر ولتاژ کار مداوم مجاز برای کابل‌های فشار متوسط

$U_m$			$U_0$
سیستم یک فاز		سیستم سه فاز	
یک هادی فاز	هر دو هادی فاز		کیلوولت
زمین شده	عایق‌بندی شده	کیلوولت	کیلوولت
۴/۱	۸/۳	۷/۲	۳/۶
۷	۱۴	۱۲	۶
۱۰	۲۱	۱۷/۵	۸/۷
۱۴	۲۸	۲۴	۱۲
۲۱	۴۲	۳۶	۱۸
۲۴	۴۹	۴۰/۵	۲۰/۲

## ۲-۸ استاندارد و مشخصات کابل‌های فشار متوسط

### ۱-۲-۸ کابل‌های فشار متوسط با عایق‌بندی کاغذی

۱-۱-۲-۸ کابل NKBA با هادی‌های مسی رشته‌ای و کابل NAKBA با هادی‌های آلومینیومی رشته‌ای (VDE 0255) این نوع کابل‌ها که با ولتاژ اسمی ۳/۵/۶ کیلوولت و ۶/۱۰ کیلوولت ساخته می‌شود دارای عایق از کاغذ اشباع شده، کمر بند از کاغذ اشباع شده، غلاف سربی، لایه زیرین از نوار کاغذی مرکب، زره از نوار فولادی دوبل، و پوشش کنفی می‌باشد. این‌گونه کابل‌ها را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل یا خارج ساختمان، و در کانال کابل، در مواردی که تنش‌های مکانیکی زیاد مطرح نیست مورد استفاده قرار داد. کاربرد این نوع کابل‌ها در مواردی که امکان زنگ زدگی و خوردگی وجود دارد مجاز نخواهد بود.

### ۲-۱-۲-۸ کابل NKBY (با هادی مسی)، و کابل NAKBY (با هادی آلومینیومی)

این‌گونه کابل‌ها که با ولتاژ اسمی ۳/۵/۶ کیلوولت و ۶/۱۰ کیلوولت ساخته می‌شود، دارای عایق کاغذی اشباع شده، غلاف سربی و مسلح شده با نوار فولادی و با پوشش پی-وی-سی می‌باشد. این نوع کابل‌های فشار متوسط برای نصب مستقیم در زیر زمین مناسب بوده و خصوصاً در محلهایی که امکان زنگ زدگی و خوردگی وجود دارد مانند جایگاه‌های فروش بنزین، مناطق نفتی و تصفیه‌خانه‌ها به کار می‌رود.

### ۳-۱-۲-۸ کابل NEKEBA (با هادی مسی)، و کابل NAEKEBA (با هادی آلومینیومی)

کابل‌هایی است با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ کیلوولت که ساختمان آن شامل عایق کاغذی اشباع شده حول هر رشته هادی است و بر روی آن عایق کاغذ فلزی و سپس غلاف سربی وجود دارد. مجموعه هادی‌ها با کاغذ بیتومین احاطه و روی آن لایه‌ای از ورق فولاد و ترکیبات لاستیکی قرار گرفته است. این نوع کابل را کابل

میدان شعاعی می‌نامند که برای نصب مستقیم در زیر زمین مناسب بوده و در محل‌هایی که امکان زنگ‌زدگی و خوردگی وجود دارد مانند جایگاه‌های فروش بنزین، مناطق نفتی و پالایشگاهها نباید به کار رود.

#### ۸-۲-۴ کابل NEKEBY (با هادی مسی)، و کابل NAEKEBY (با هادی آلومینیومی)، (VDE 0255)

کابل‌هایی است با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ و ۱۸/۳۰ کیلوولت، که حول هر رشته از هادیها به ترتیب از داخل به خارج شامل حفاظ هادی از کاغذ نیمه‌هادی کربنی سیاه، عایق از کاغذ اشباع شده، حفاظ هسته از کاغذ فلزی، غلاف سربی بر روی هر هسته، نوار پلاستیکی آغشته به ترکیب بیتومین بر روی غلاف سربی هر هسته می‌باشد و مجموعه هسته‌ها با لایه‌ای از نوار کاغذی پوشیده و روی آن لایه‌ای از نوار فولادی دوپل و سپس غلاف پی-وی-سی قرار گرفته است. این نوع کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل یا خارج ساختمان، و در کانال کابل، در مواردی که تنشهای مکانیکی زیاد مطرح نمی‌باشد مورد استفاده قرار داد. کاربرد کابل‌های مزبور در محل‌هایی که امکان زنگ‌زدگی و خوردگی وجود دارد مانند جایگاه‌های فروش بنزین، مناطق نفتی و پالایشگاهها مجاز است.

#### ۸-۲-۵ کابل تک رشته NAKLEY با هادی آلومینیومی رشته‌ای (VDE 0255)

این نوع کابل با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ کیلوولت دارای حفاظ هادی از کاغذ کربنی سیاه نیمه‌هادی، عایق از کاغذ اشباع شده، حفاظ هسته از کاغذ فلزی، غلاف آلومینیومی، نوار پلاستیکی آغشته به ترکیب بیتومین، و غلاف پی-وی-سی می‌باشد. این نوع کابل را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل و خارج ساختمان و در داخل کانال کابل مورد استفاده قرار داد.

#### ۸-۲-۶ کابل‌های NIKBA با هادیهای مسی رشته‌ای و NAIKBA با هادیهای آلومینیومی رشته‌ای (VDE 0255)

در این نوع کابلها که با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ و ۱۸/۳۰ کیلوولت ساخته می‌شود هر هادی دارای حفاظ از کاغذ کربنی سیاه نیمه‌هادی، عایق از کاغذ اشباع شده، و حفاظ از کاغذ فلزی می‌باشد، و بر روی مجموعه هسته‌ها نوار بافته مسی، غلاف سربی، نوار کاغذی، زره نوار فولادی دوپل، و پوشش کنفی قرار دارد.

این نوع کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل و خارج ساختمان، و در کانال کابل، در مواردی که تنشهای مکانیکی زیاد مطرح نباشد مورد استفاده قرار داد.

#### ۸-۲-۲ کابل‌های فشار متوسط با عایق‌بندی پلاستیکی

#### ۸-۲-۲-۱ کابل‌های NYFGY با هادیهای مسی رشته‌ای و NAYFGY با هادیهای آلومینیومی رشته‌ای (VDE 0271)

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۳/۵/۶ کیلوولت دارای عایق هادی از پی-وی-سی، و بر روی مجموعه هسته‌ها پوشش از نوار یا لایه پلاستیکی، زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه تخت و نوار ماریچی فولادی، و غلاف نهایی پی-وی-سی می‌باشد.

این نوع کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، در آب، در داخل و خارج ساختمان، و در کانال کابل، در مواردی که حفاظت مکانیکی زیاد مورد نیاز است یا هنگامی که تنشهای کششی زیاد در زمان نصب و بهره‌برداری انتظار می‌رود، مورد استفاده قرار داد.

## ۲-۲-۲-۸ NYFGbY کابل

کابلی است با ولتاژ اسمی ۳/۶/۶ کیلوولت و شامل هادی مسی، عایق پی - وی - سی، غلاف محافظ داخلی، زره فولادی سیمی تخت با نوار محافظ فولادی و عایق پی - وی - سی نهایی می‌باشد. این نوع کابل فشار متوسط در کارخانجات برق و شبکه‌ها، مخصوصاً در نقاطی که احتمال اعمال کشش زیاد به کابل وجود دارد، به کار می‌رود. استفاده از این نوع کابل در محیطهای مخاطره‌آمیز مجاز نخواهد بود.

## ۳-۲-۲-۸ کابل‌های NYSEY با هادیهای مسی رشته‌ای و NAYSEY با هادیهای آلومینیومی رشته‌ای (VDE 0271)

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ کیلوولت دارای حفاظ هادی از مواد نیمه‌هادی، عایق از پی - وی - سی، حفاظ متشکل از مواد نیمه‌هادی و نوار و سیم‌های مسی ماریچ بر روی هر هسته می‌باشد و بر روی مجموعه هسته‌ها دارای پوشش از نوار یا لایه پلاستیکی و غلاف پی - وی - سی است. این‌گونه کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، در آب، در خارج یا داخل ساختمان و در کانال کابل در واحدهای صنعتی و در پستهای برق و مانند آن مورد استفاده قرار داد.

## ۳-۲-۸ کابل‌های فشار متوسط با عایق‌بندی پلی‌اتیلن (PE) و پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE)

۱-۳-۲-۸ کابل N2YSY یک هسته با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ کیلوولت یا ۱۸/۳۰ کیلوولت با هادی مسی و کابل NA2YSY یک هسته یا چند هسته با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ کیلوولت و یا یک هسته با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ کیلوولت و ۱۸/۳۰ کیلوولت با هادی آلومینیومی

کابل‌هایی است با نوار لایه داخلی، عایق پروتوتن - وای ۱، لایه هادی خارجی، نوار هادی خارجی، زره سیم مسی، نوار مسی، پوشش شفاف پی - وی - سی و غلاف نهایی پی - وی - سی. این نوع کابل فشار متوسط برای نصب مستقیم در زیر زمین یا در داخل مجاری کابل مناسب بوده و آن را می‌توان در زمینهای شیب‌دار و کلیه شرایط مشکل دیگر خصوصاً در محل‌هایی که امکان زنگ‌زدگی و خوردگی وجود دارد مانند جایگاههای فروش بنزین، مناطق نفتی و پالایشگاهها مورد استفاده قرار داد.

۲-۳-۲-۸ کابل N2XSY با هادی مسی و کابل NA2XSY با هادی آلومینیومی، یک هسته یا سه هسته با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ کیلوولت و یا یک هسته با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ کیلوولت و یا ۱۸/۳۰ کیلوولت (VDE 0273) و (IEC 502)

کابل‌هایی است با حفاظ هادی از ماده نیمه‌هادی، عایق از پلی‌اتیلن مستحکم، حفاظ عایق از لایه نیمه‌هادی، نوار نیمه‌هادی، زره سیم مسی، نوار مسی، پوشش شفاف پی - وی - سی و غلاف نهایی پی - وی - سی.

این نوع کابل فشار متوسط برای نصب مستقیم در زیر زمین یا در داخل مجاری کابل مناسب بوده و آن را می‌توان در زمینهای شیب‌دار و کلیه شرایط مشکل دیگر مخصوصاً در محل‌هایی که امکان زنگ‌زدگی و خوردگی وجود دارد مانند جایگاههای فروش بنزین، مناطق نفتی و پالایشگاهها مورد استفاده قرار داد.



۸-۳-۲-۳ کابل‌های 2XSYBY با هادی مسی رشته‌ای و A2XSYBY با هادی آلومینیومی رشته‌ای  
(IEC 502-2 و VDE 0273)

این نوع کابلها با ولتاژ نامی ۶/۱۰ و ۸/۷/۱۵ کیلوولت معمولاً با سه هسته تولید می‌شود. ساختمان کابل به ترتیب از داخل هر هسته شامل هادی، حفاظ هادی از مواد نیمه‌هادی، عایق از پلی‌اتیلن مستحکم، و حفاظ عایق از مواد نیمه‌هادی می‌باشد که مجموعه هسته‌ها به ترتیب با نوار از جنس نیمه‌هادی، حفاظ از سیمهای مسی و نوار مسی ماریچ، غلاف پی - وی - سی، زره از نوار فولادی دوبل و غلاف نهایی پی - وی - سی پوشیده شده است.

این نوع کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، در داخل و خارج ساختمان، و در کانال کابل مورد استفاده قرار داد.

۸-۳-۲-۴ کابل‌های 2XSEY با هادی مسی رشته‌ای و A2XSEY با هادی آلومینیومی رشته‌ای  
(IEC 502-2 و VDE 0273)

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ و ۱۸/۳۰ کیلوولت، با سه هسته ساخته می‌شود. ساختمان کابل به ترتیب از داخل هر هسته شامل هادی، حفاظ هادی از مواد نیمه‌هادی، عایق از پلی‌اتیلن مستحکم، حفاظ عایق از مواد نیمه‌هادی به علاوه سیمهای مسی و نوار مسی ماریچ بر روی هر هسته می‌باشد و مجموعه هسته‌ها با یک پوشش داخلی و یک غلاف نهایی پوشیده شده است.

این گونه کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، در داخل یا خارج ساختمان، و در کانال کابل مورد استفاده قرار داد.

۸-۳-۲-۵ کابل‌های 2XSEYBY با هادی مسی رشته‌ای و A2XSEYBY با هادی آلومینیومی رشته‌ای  
(IEC 502-2 و VDE 0273)

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۱۲/۲۰ و ۱۸/۳۰ کیلوولت، با سه هسته به صورت کابل مسلح ساخته می‌شود. ساختمان کابل به ترتیب از داخل هر هسته شامل هادی، حفاظ هادی از ماده نیمه‌هادی، عایق از پلی‌اتیلن مستحکم، حفاظ عایق از ماده نیمه‌هادی به علاوه سیمهای مسی و نوار مسی ماریچ بر روی هر هسته می‌باشد و مجموعه هسته‌ها با یک پوشش داخلی، غلاف پی - وی - سی، زره فولادی دوبل و غلاف نهایی پی - وی - سی پوشیده شده است.

این گونه کابلها را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل و خارج ساختمان و در کانال کابل مورد استفاده قرار داد.

۸-۳-۲-۶ کابل N2XS2Y با هادی مسی (IEC 540 و IEC 502، VDE 0273)

این نوع کابلها با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ و ۱۲/۲۰ و ۱۸/۳۰ کیلوولت با یک هسته ساخته می‌شود. ساختمان کابل شامل هادی مسی، لایه هادی داخلی، عایق پروتوتن - ایکس (پلی‌اتیلن مستحکم)، لایه هادی خارجی، نوار هادی، حفاظ سیم مسی، نوار ماریچ مسی، و غلاف پروتوتن - وای (پلی‌اتیلن) می‌باشد. این نوع کابل را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل یا خارج ساختمان، و در کانال مورد استفاده قرار داد.

مشخصات کابل مزبور به گونه‌ای است که در شبها و در سخت‌ترین شرایط کابلکشی نیز قابل نصب است.

## ۳-۸ اصول و روشهای نصب کابلهای فشار متوسط

### ۱-۳-۸ اصول و روشهای زیر در هنگام نصب کابل فشار متوسط باید دقیقاً رعایت شود:

۱-۱-۳-۸ حداقل فاصله بین کابلهای فشار ضعیف، یا فشار متوسط، و یا جریان ضعیف زیرزمینی از لوله‌های گاز، بخار، آب و سوخت باید برابر ۳۰ سانتیمتر باشد.

۲-۱-۳-۸ در مواردی که کابل با کابل دیگر (به خصوص کابلهایی با فشارهای متفاوت) با لوله‌های گاز و آب و غیره تقاطع داشته باشد باید از یک لوله محافظ با قطر متناسب با قطر کابل مورد نظر و طول حداقل یک متر استفاده شده و کابل از داخل آن عبور داده شود. در این‌گونه موارد و یا هنگامی که کابل از زیر جاده و یا سطح سخت عبور می‌کند باید یک لوله محافظ اضافی خالی به منظور کابلکشیهای آینده پیش‌بینی شود و در داخل آن یک رشته مفتول گالوانیزه نمره ۴ که طول آن در هر طرف یک متر بیش از طول لوله فوق‌الذکر باشد قرار داده شود. در محل ورود و خروج کابل از لوله باید کابل را به وسیله ریختن خاک کوبیده در زیر آن محافظت کرد.

۳-۱-۳-۸ برای خواباندن کابلها باید از میزان درجه حرارتی که کابل می‌بایست تحت آن کشیده شود اطمینان حاصل نمود. اگر کابل قبل از خواباندن احتیاج به گرم کردن نداشته باشد باید میزان درجه حرارت بر حسب جدول ۲-۸ رعایت شود. به عنوان مثال کابل نوع پلاستیکی (P.V.C) نباید در زمستان که درجه حرارت کمتر از صفر سانتیگراد است کابلکشی شود. در صورت سرد بودن می‌توان قبلاً قرقره کابل را برای مدت حداقل ۷۲ ساعت در اطاق یا انباری که دمای آن از ۲۰ درجه سلسیوس کمتر نباشد قرار داد و یا با استفاده از وسایل مخصوص گرم کردن کابل آن را گرم نمود و سپس فوراً مورد استفاده قرار داده و خوابانید. روش دیگر برای گرم کردن کابل به غیر از حرارت دادن مستقیم عبارت است از اتصال آن به جریان برق و ایجاد حرارت به وسیله عبور برق از کابل مذکور. بدیهی است که پس از نصب کابل، درجه حرارت محیط می‌تواند به  $30^{\circ}$  - سانتیگراد هم برسد بدون آن‌که به کابل صدمه‌ای بزند.

۴-۱-۳-۸ تغییر جهت کانالهای کابلها باید به نحوی باشد که با شرایط مربوط به خم کردن کابلها (مندرج در این فصل) مطابقت کند. شمار کابلهایی که در داخل هر کانال نصب می‌شود باید چنان تعیین شود که بازدید و تعویض آن به سهولت امکان‌پذیر باشد.

۵-۱-۳-۸ حداکثر تعداد کابلهای داخل کانال، مجرا و یا لوله باید به حدی باشد که کشیدن آن به سادگی امکان‌پذیر گردد. با توجه به این اصل توصیه می‌شود که قطر داخلی مجرا، کانال یا لوله مساوی یا بیشتر از ۲ برابر قطر کابل یا دسته کابلهای کشیده شده در داخل آن باشد.

۶-۱-۳-۸ در مواردی که کابل از داخل تجهیزات یا تأسیسات فلزی عبور می‌کند، هر یک از سوراخها باید دارای انحنای لازم با بوشن‌های مناسب باشد تا از ایجاد خراشیدگی در کابل جلوگیری به عمل آید.

۷-۱-۳-۸ در موقع نصب یا کشیدن کابل بهتر است تنش و کشش بر روی هادیها وارد شود و نه بر پوشش خارجی آن، توصیه می‌شود حتی الامکان برای کشیدن و خواباندن کابلها از جوراب مخصوص کشیدن کابل<sup>۱</sup> و قرقره زیر کابل با فواصل مناسب استفاده شود.

کابلکشی با دستگاه‌های مخصوص باید با توجه به نیروی کشش مجاز کابل مورد نظر انجام شود. فرمول‌های نیروی کشش مجاز انواع کابلها در جدول ۷-۴ ارائه شده است.

۸-۱-۳-۸ به منظور خواباندن کابل‌های فشار متوسط در پیچها و خمهای کانالها بایستی به زاویه خم کابلها دقت لازم به عمل آید تا هیچ نوع خرابی به عایقها و پوششهای کابل وارد نشود.

۹-۱-۳-۸ جز در موارد استثنایی که کارخانه سازنده کابل و یا شرایط محیط مقررات و مشخصات دیگری را ذکر کرده باشد به طور کلی در نصب ثابت کابلها حداقل شعاع داخلی خم مجاز برای کابل‌های مختلف به شرح زیر می باشد:

#### الف - کابل‌های فشار متوسط با هادی مسی و مقطع مدور:

با زره سیمی، برای ولتاژ اسمی ۶ و ۱۰ کیلوولت، ۱۵ برابر قطر کابل و برای ولتاژ ۲۰ و ۳۰ کیلوولت، ۲۰ برابر قطر کابل.

با زره نوار فولادی، برای ولتاژ اسمی ۶ و ۱۰ کیلوولت، ۲۰ برابر قطر کابل و برای ولتاژ ۲۰ و ۳۰ کیلوولت، ۲۵ برابر قطر کابل.

#### ب - برای کابل‌های فشار متوسط با هادی مسی و قطاع:

با زره سیمی، برای ولتاژ اسمی ۶ و ۱۰ کیلوولت، ۲۰ برابر قطر کابل و برای ولتاژ ۲۰ و ۳۰ کیلوولت، ۲۵ برابر قطر کابل.

با نوار فولادی، برای ولتاژ اسمی ۶ و ۱۰ کیلوولت، ۲۵ برابر قطر کابل و برای ولتاژ ۲۰ و ۳۰ کیلوولت، ۳۰ برابر قطر کابل.

#### پ - کابل‌های فشار متوسط با هادی آلومینیومی نوع زره دار:

با سطح مقطع مدور، ۳۵ برابر قطر کابل.

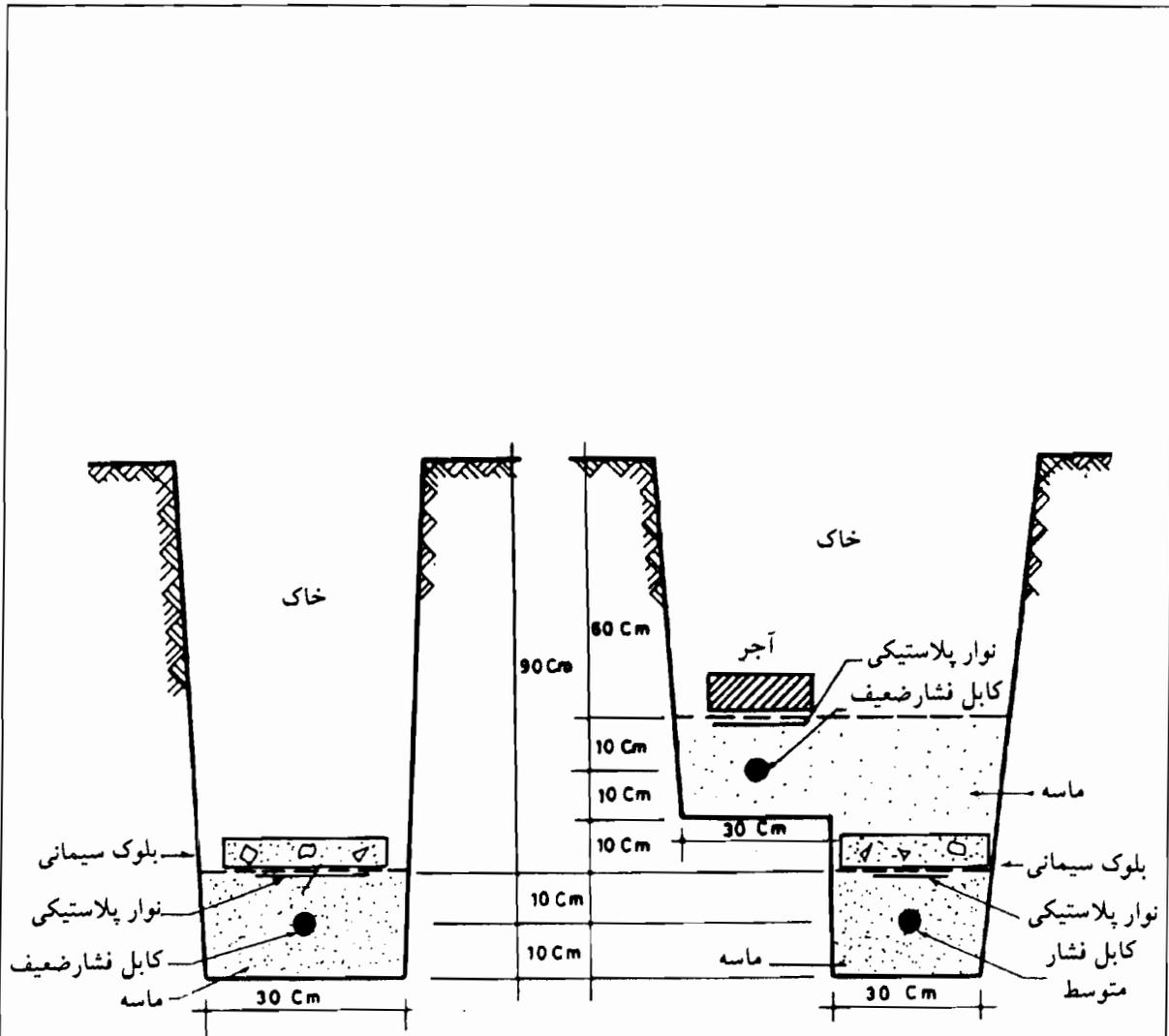
با سطح مقطع قطاع، ۴۰ برابر قطر کابل.

جدول ۸-۲ حداقل درجه حرارت کابلکشی بدون گرم کردن کابل

نوع کابل	درجه سانتیگراد
کابل کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با کاغذ آغشته معمولی یا بدون پوشش حفاظتی	۰
کابل کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با یا بدون پوشش حفاظتی	+۵
با پوشش پلاستیکی با غلاف P.V.C از یک تا ۳۵ کیلوولت با یا بدون پوشش حفاظتی	۰
با عایق پلاستیکی و غلاف پلاستیکی تا ۵۰۰ ولت	
الف - با پوشش حفاظتی و بدون پوشش	-۱۰
ب - با عایق پلاستیکی - غلاف سربی یا P.V.C با پوشش حفاظتی	-۷
با عایق لاستیکی - غلاف سربی یا P.V.C بدون غلاف حفاظتی با غلاف غیر فلزی	-۱۵
با عایق لاستیکی - غلاف سربی یا P.V.C بدون غلاف حفاظتی ولی با غلاف فلزی	-۲۰

### ۲-۳-۸ نصب کابل در داخل کانال خاکی

- ۱-۲-۳-۸ به منظور جلوگیری از فساد و زنگ زدگی کابلها، خاک محل کابلکشی باید از نظر دارا بودن موادی همچون اسید، آهن، نمک، کلر و غیره، قبل از کابلکشی مورد آزمون قرار گیرد. در صورت نامساعد بودن نوع خاک، کابل مورد سفارش باید از نوع مقاوم در برابر عوامل ایجاد فساد و خوردگی موجود در آن انتخاب شود.
- ۲-۲-۳-۸ برای نصب کابلها در داخل کانال خاکی، ابتدا باید کانال مورد نظر با ابعاد مشخص شده در نقشه مربوط حفر و کف آن کاملاً صاف (رگلاز) شده و پس از حداقل ۱۰ سانتیمتر ماسه ریزی کابلها بر روی آن خوابانده شود و آنگاه، روی کابلها نیز با ۱۰ سانتیمتر ماسه نرم پوشانیده و یک نوار پلاستیکی خبر دهنده که بر روی آن عبارت «توجه مسیر کابل» نوشته شده بر روی آن کشیده شود و سپس به منظور محافظت کابل یک ردیف آجر به عرض ۲۲ سانتیمتر، یا یک ردیف بلوک سیمانی، بر روی نوار مزبور چیده و سپس روی آن خاکریزی و کوبیده شود.
- ۳-۲-۳-۸ عرض کانال حفر شده به منظور نصب کابلهای زیرزمینی بستگی به تعداد کابلهایی خواهد داشت که در مجاورت هم قرار می‌گیرد. همچنین عمق کابل از سطح زمین بستگی به تعداد کابلهایی دارد که روی یکدیگر قرار گیرد. معذالک فاصله بالاترین کابل فشار متوسط در زیرزمین تا سطح تمام شده پیاده‌رو نباید از یک متر کمتر و در زیر سطح خیابان نباید از ۱/۲۰ متر کمتر باشد.
- ۴-۲-۳-۸ اگر تعداد کابلهای مورد لزوم برای نصب در داخل کانال زیرزمینی زیاد باشد بهتر است به جای قرار دادن کابلها بر روی یکدیگر، کابلها پهلوئی هم کشیده شود. حداقل فاصله کابلهای زیرزمینی از یکدیگر در صورتی که دو کابل هم ولتاژ باشد باید برابر ۱۰ سانتیمتر و در صورتی که یک کابل، کابل فشار ضعیف و دیگری کابل فشار متوسط یا کابل جریان ضعیف (دو کابل مجاور با ولتاژهای متفاوت) باشد باید ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته شود. (منظور از فاصله دو کابل فاصله هوایی بین آن دو می‌باشد). در مواردی که چند کابل به موازات یکدیگر کشیده می‌شود باید ضمن رعایت فواصل مجاز، تمامی سطح کابلها با آجر پوشیده شده و در مورد کابلهای جانبی، حداقل نصف آجر از مرکز کابل به سمت خارج قرار گیرد.
- ۵-۲-۳-۸ جزییات و ابعاد کانال خاکی و فاصله بین کابلها در شکل ۸-۱ نشان داده شده است.
- ۶-۲-۳-۸ در محلهایی که کابل از زیر جاده و یا سطح سخت عبور می‌کند باید یک یا چند لوله محافظ از جنس پلاستیک سخت، سیمان ازبست، سیمان یا فولاد، در عمق حداقل ۱/۲۰ متر از سطح جاده و یا سطح سخت قرار گرفته و کابلها از داخل آن بگذرد. قطر داخل لوله‌ها باید حداقل ۱/۵ برابر قطر خارجی کابل مربوط باشد. در محلهای ورود و خروج کابل از داخل لوله، باید برای حفاظت کابل در برابر ساییدگی ناشی از تماس با لبه لوله نوعی بالشک برای آن در نظر گرفت (شکل ۸-۲).
- ۷-۲-۳-۸ در مواردی که کابل فشار ضعیف و کابل فشار متوسط در یک کانال خاکی زیرزمینی قرار می‌گیرد باید کانال به شکل پله‌ای (دو بستر متفاوت) حفر و کابل فشار متوسط در بستر پایینی و کابل فشار ضعیف در بستر بالایی خوابانده شود. بدیهی است کلیه اصول و روشهای مربوط به نصب کابلهای فشار ضعیف و متوسط در مورد هر کدام از کابلهای مذکور باید دقیقاً رعایت شود.
- ۸-۲-۳-۸ مسیر کابلکشی باید به نحوی علامت‌گذاری شود که در صورت کندوکاو بعدی، محل آن دقیقاً مشخص باشد.
- ۹-۲-۳-۸ پیمانکار موظف است که قبل از شروع به حفر و کندن کانال خاکی کلیه نقشه‌های تأسیساتی اجرا شده قبلی در محوطه عملیات خود را از دستگاههای اجرایی مربوطه دریافت و با توجه به آن اقدام به حفر کانال



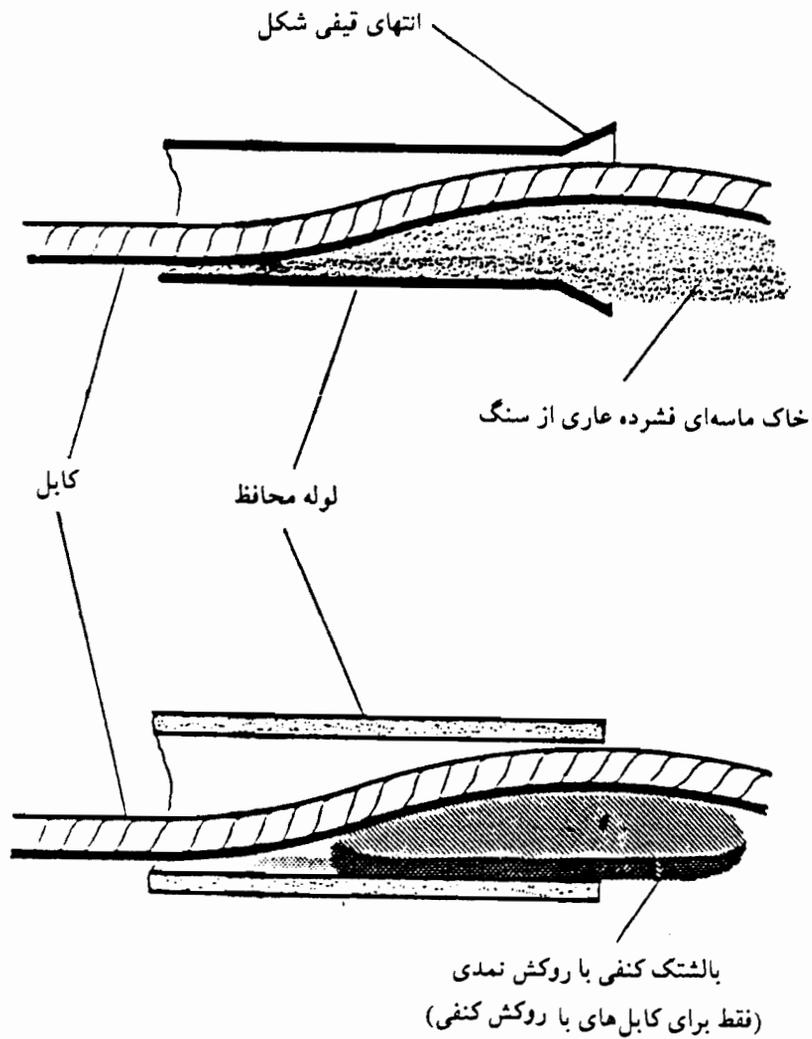
جزئیات کانال خاکی تیپ برای نصب کابل فشار متوسط در یک ردیف افقی

جزئیات کانال خاکی مشترک تیپ برای نصب کابل‌های فشار متوسط و فشار ضعیف

جدول ابعاد کانال‌های خاکی برحسب تعداد و نوع استقرار کابل‌های فشار متوسط

نصب کابلها در یک ردیف افقی					نوع استقرار کابلها
۵	۴	۳	۲	۱	تعداد کل کابل‌های نصب شده
۱۱۰	۹۰	۷۰	۵۰	۴۰	عرض بستن کانال cm
۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	عمق کانال در پیاده‌رو cm
۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	عمق کانال در خیابان cm

شکل ۸-۱  
جزئیات نصب کابل در کانال خاکی



شکل ۸-۲ حفاظت کابل در مدخل ورودی لوله



نماید به طوری که هیچ‌گونه لطمه‌ای به تأسیسات موجود وارد نشود.

۸-۳-۲-۱۰ هنگام حفر کانال زیرزمینی برای نصب کابلها، باید اسفالت یا سیمان یا پوشش کنده شده در یک سمت گودال در فاصله حداقل یک متری انباشته شود تا هرگونه فعالیت آزاد برای خواباندن کابل امکان داشته باشد. همچنین، سایر مواد خاکبرداری شده (یعنی خاک و غیره) در سمت دیگر گودال و در فاصله حداقل ۳/۰ متری انباشته شود تا کارگران از لغزش و افتادن در گودال در امان باشند.

۸-۳-۲-۱۱ در مواردی که به منظور خواباندن کابلها قسمتی از جاده اسفالتی یا پیاده‌رو باید خاکبرداری شود پیمانکار موظف است پس از تکمیل کار کابلکشی جاده اسفالتی یا پیاده‌رو را تعمیر و به حالت اول برگرداند.

### ۸-۳-۳-۳ نصب کابل در داخل کانال پیش ساخته<sup>۱</sup>

۸-۳-۳-۱۰ کانالهای پیش ساخته کابلکشی ممکن است به صورت آدرو یا معمولی، از آجر با اندود سیمان، و یا بتنی ساخته شود.

۸-۳-۳-۲ به منظور دفع آبهایی که ممکن است در کف کانالهای پیش ساخته جمع شود، باید کف شورهای مناسبی که به سیستم فاضلاب یا چاه جذب آب متصل باشد در فواصل حداکثر ۴۰ متری از یکدیگر پیش‌بینی و نصب شود.

۸-۳-۳-۳ برای هدایت آبهای احتمالی، کف کانالهای پیش ساخته شده بایستی دارای شیبی برابر نیم الی یک درصد در جهت کف شورهای پیش‌بینی شده باشد.

۸-۳-۳-۴ به منظور پرهیز از تماس مستقیم کابلها با کف کانال پیش ساخته شده معمولی باید در کف کانال در فواصل حداکثر برابر با ۶۰ سانتیمتر اتکایی از لوله گالوانیزه و یا پروفیل ناودانی (آلومینیومی یا گالوانیزه) و یا چوب فشرده شده با ارتفاع ۱۰ سانتیمتر از کف کانال پیش‌بینی و نصب و سپس کابلها روی اتکاهای مذکور خوابانده شود.

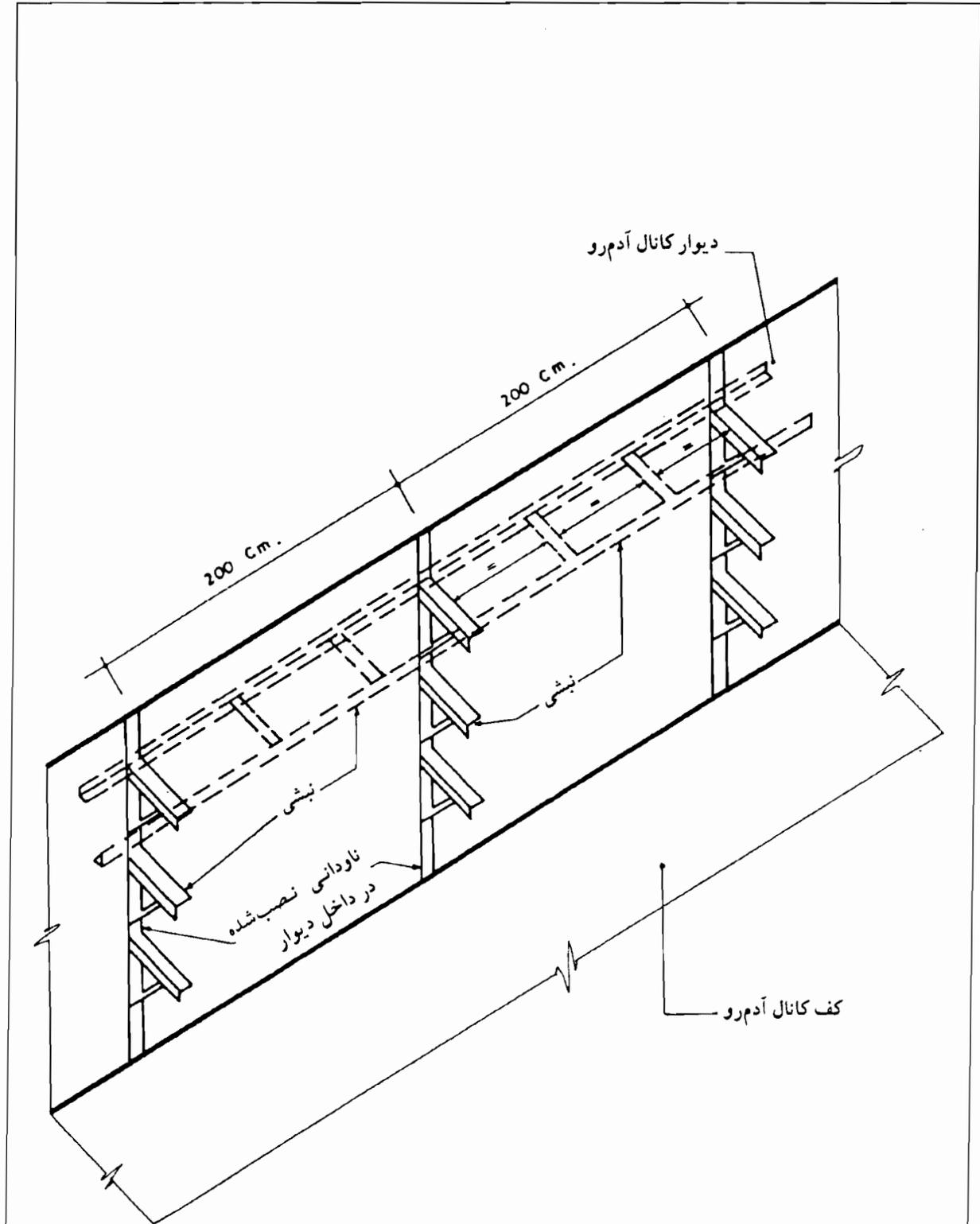
۸-۳-۳-۵ کانالهای پیش ساخته شده معمولی در موتورخانه‌ها، پستهای برق، اطاق و یا سالنهای مولد برق و غیره باید دارای درپوشهای قابل برداشت از آهن آجدار با دستگیره مناسب در تمام طول کانال باشد.

۸-۳-۳-۶ برای نصب کابل در کانالهای پیش ساخته شده آدرو بایستی از قطعات پیش ساخته گالوانیزه با نصب مجزا همراه با بستهای طیانچه‌ای استفاده شود و یا این‌که همزمان با ساخت کانال در تمام طول دیواره کانال و در فواصل حداکثر هر ۲ متر، یک عدد پروفیل ناودانی به عرض ۱۰ سانتیمتر و به طول برابر با ارتفاع کانال (از کف تا زیر سقف کانال) پیش‌بینی و نصب شود تا بعداً متناسب با نوع و تعداد کابلهای مورد نیاز، اسکلت کابلکشی، بازوها، نگاهدارنده‌ها و سینی کابل را بتوان بدون تخریب روی ناودانیهای مذکور نصب نمود.

۸-۳-۳-۷ برای نصب کابل در کانالهای آدرو باید در بالاترین قسمت اسکلت‌بندی نصب کابلها (شکل ۸-۳) و یا بازوبندی نصب کابلها (شکل ۸-۴) دو عدد نبشی به‌طور موازی در سطح افقی یا عمودی قرار داده شده و بازوهای اتکای کابل که حداکثر فواصل آن باید ۷۰ سانتیمتر باشد بین دو نبشی مذکور نصب (خطوط منقطع در شکل‌های ۸-۳ و ۸-۴) و با استفاده از بستهای دوتکه مخصوص فیبری یا چوبی، کابلهای مذکور روی بازوهای اتکاء خوابانده و نصب شود.

۱ - منظور از کانال پیش ساخته یا پیش ساخته شده، کانالهایی است که قبل از کابلکشی ساخته شده است.





جزئیات تیپ بازو بندی نصب کابل در داخل کانالهای آد مرو

شکل ۸-۴



- ۸-۳-۳-۸ اسکلت و بازوهای نصب کابل باید از لحاظ الکتریکی کاملاً به یکدیگر متصل بوده و با یک رشته سیم مسی لخت، با حداقل سطح مقطع ۷۵ میلی‌متر مربع، لااقل از سه نقطه به سیستم اتصال زمین متصل شود.
- ۹-۳-۳-۸ کلیه کانالهای پیش ساخته آدم‌رو باید دارای سیستم روشنایی مناسب و پریزهای برق در فواصل ۶ متر از یکدیگر باشد. همچنین در این نوع کانالها به منظور تماس با خارج کانال، در صورت امکان و چنانچه ضروری باشد، پریزهای تلفن باید در فواصل ۲۰ متر از یکدیگر نصب شود.
- ۱۰-۳-۳-۸ در مواردی که کانالهای پیش ساخته آدم‌رو علاوه بر این که به منظور نصب کابل‌های برق مورد استفاده قرار می‌گیرد برای لوله کشی تأسیسات مکانیکی و غیره نیز به کار رود باید حتی الامکان در یک دیواره تأسیسات برقی و در دیواره مقابل آن تأسیسات دیگر نصب شود. در صورتی که امکان نصب به طریق فوق نباشد باید حداقل تأسیسات مذکور در دو ارتفاع متفاوت و مستقل و جدا از هم نصب گردد، به طوری که تأسیسات برقی در ارتفاع بالاتر از تأسیسات مکانیکی قرار داشته باشد.

## ۲-۸ کابلشوها، سرکابلها و مفصلها

### ۱-۴-۸ کابلشوها

- ۱-۱-۴-۸ اتصال هادیهای کابل‌های فشار متوسط به تجهیزات الکتریکی از قبیل سکسیونر، دیژنکتور، فیوز، ترانسفورماتور و غیره باید با استفاده از کابلشوهای مسی استاندارد شده از نوع پرسی انجام شود.

### ۲-۴-۸ سرکابلها

- ۱-۲-۴-۸ هنگام انتخاب سرکابلها باید دقت شود که مشخصات الکتریکی آن با مشخصات کابل مورد استفاده یکسان باشد.
- ۲-۲-۴-۸ ابتدا و انتهای کلیه کابل‌هایی که به کابل هوایی، سکسیونر، دیژنکتور، فیوز، ترانسفورماتور و غیره متصل می‌شود باید به وسیله سرکابل مناسب مسدود شود.
- ۳-۲-۴-۸ در موقع انتخاب سرکابل باید به نوع کابل (یک سیمه، کمربندی، سه غلافه و غیره) و مکان نصب (در داخل ساختمان یا فضای آزاد) توجه شده و عوامل مذکور در نظر گرفته شود.
- ۴-۲-۴-۸ سرکابلها باید طوری اتصال یابد که از نفوذ رطوبت هوا در کابل و همچنین از خارج شدن روغن و مواد مذاب درون کابل جلوگیری شود.

### ۵-۲-۴-۸ موارد کاربرد سرکابلها

- الف - سرکابل داخلی پروتولین از نوع FEB باید برای کابل‌های NYFGbY سه فاز با ولتاژ اسمی ۶ کیلوولت استفاده شود.
- ب - سرکابل داخلی پروتولین نوع JXY-2Y باید برای کابل‌های N2YSY و N2XSY یک فاز و سه فاز با ولتاژ اسمی ۱۰ کیلوولت و یا یک فاز با ولتاژ اسمی ۲۰ و ۳۰ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد.
- پ - سرکابل داخلی از نوع EOVS باید برای کابل‌های نوع NKBA و NKBY سه فاز با ولتاژ اسمی ۱۰ کیلوولت و سرکابل داخلی از نوع EOD باید برای کابل‌های نوع NEKBA، NHKBA،

- NEKBY، NEKEBY، NEKEBA، سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۲۰ و ۳۰ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد.
- ت - سرکابل فضای آزاد پرتولین از نوع PEBR باید برای کابل NYFGbY سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۶ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد.
- ث - سرکابل فضای آزاد پرتولین از نوع JXYR باید برای کابل NYSEY سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۱۰ کیلوولت استفاده شود.
- ج - سرکابل فضای آزاد با عایق‌های چینی از نوع FEP برای کابل‌های N2YSY و N2XSY، یک‌فاز و سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۱۰ کیلوولت باید مورد استفاده قرار گیرد.
- چ - سرکابل فضای آزاد با عایق‌های چینی از نوع FEL-2Y باید برای کابل‌های N2YSY و N2XSY یک‌فاز با ولتاژ اسمی ۲۰ و ۳۰ کیلوولت استفاده شود.
- ح - سرکابل فضای آزاد با عایق‌های چینی از نوع FFN باید برای کابل‌های NKBA و NKBY سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۱۰ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد.
- خ - سرکابل فضای آزاد با عایق‌های شیشه‌ای از نوع FDM باید برای کابل‌های NHKBA، NEKEBY، NEKBY، NEKEBA، سه‌فاز با ولتاژ اسمی ۲۰ و ۳۰ کیلوولت به کار رود.
- د - سرکابل‌های داخلی از انواع JAES، JXY-2Y و JKK باید برای کابل‌های زیر مورد استفاده قرار گیرد:
- کابل از نوع N2XS2Y یک هسته با ولتاژ اسمی ۱۰/۶، ۲۰/۱۲ و ۳۰/۱۸ کیلوولت.
  - کابل از نوع 2XSEYFY سه‌هسته با ولتاژ اسمی ۱۰/۶، ۱۵/۸/۷ و ۲۰/۱۲ کیلوولت.
  - کابل از نوع 2XS2Y یک هسته با ولتاژ اسمی ۱۵/۸/۷ و ۳۵/۲/۲۰ کیلوولت.
- ذ - سرکابل فضای آزاد از نوع FEP باید برای کابل‌های 2XSEYFY سه‌هسته با ولتاژ اسمی ۱۰/۶، ۱۵/۸/۷ و ۲۰/۱۲ کیلوولت و نیز کابل N2XS2Y یک هسته با ولتاژ ۱۰/۶ کیلوولت به کار رود.
- ر - سرکابل فضای آزاد از نوع FEL-2Y باید برای کابل‌های N2X2Y یک هسته با ولتاژ اسمی ۲۰/۱۲ و ۳۰/۱۸ کیلوولت و نیز کابل‌های 2XS2Y یک هسته با ولتاژ اسمی ۱۵/۸/۷ و ۳۵/۲/۲۰ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد.
- ز - سرکابل فشاری داخلی از نوع IAES10 باید برای کابل‌های دارای ولتاژ اسمی (۱۲) ۱۰/۶ کیلوولت، با عایق‌بندی پی-وی-سی، یک هسته مانند NYHSY و سه هسته مانند NYSEY، و با عایق‌بندی پلی‌اتیلن تقویت شده یک هسته و سه هسته مانند N(A)2XS2Y و N(A)2XSY (F)2Y مورد استفاده قرار گیرد.
- س - سرکابل‌های فشاری داخلی از انواع IAE20 و IAE30 باید برای کابل‌های دارای ولتاژ اسمی (۲۴) ۲۰/۱۲ و (۳۶) ۳۰/۱۸ کیلوولت، یک هسته، با عایق‌بندی پلیمری به کار رود.
- ش - سرکابل‌های فشاری فضای آزاد از انواع FAE10 و FAE20 باید برای کابل‌های یک هسته، دارای عایق‌بندی پلیمری، با ولتاژ اسمی (۱۲) ۱۰/۶ کیلوولت مانند N(A)2XS2Y و با ولتاژ اسمی (۲۴) ۲۰/۱۲ کیلوولت مانند N(A)2XSY به کار رود.
- ص - سرکابل‌های فشاری فضای آزاد FAL با ایزولاتور چینی باید برای کابل‌های یک هسته با عایق‌بندی

پلیمری و ولتاژ اسمی (۲۴) ۱۲/۲۰ کیلوولت مانند N(A)2XS2Y و N(A)2XSY مورد استفاده قرار گیرد.

ض - سر کابل‌های قابل انعطاف حرارتی (Heat-Shrinkable) از نوع داخلی GHKI و فضای آزاد از نوع GHKF باید برای کابل‌های دارای عایق‌بندی پلاستیکی، یک هسته و سه هسته با ولتاژ اسمی (۷/۲) ۳/۶/۶ تا (۳۶) ۱۸/۳۰ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد.

ط - سر کابل‌های قابل انعطاف حرارتی داخلی از نوع GHMI و فضای آزاد از نوع GHMF باید برای کابل‌های دارای ولتاژ اسمی (۷/۲) ۳/۶/۶ تا (۱۷/۵) ۸/۷/۱۵ کیلوولت، یک هسته با عایق‌بندی کاغذی، و سه هسته با عایق‌بندی کاغذی کمربندی و مسلح مورد استفاده قرار گیرد.

### ۳-۴-۸ مفصلها

۱-۳-۴-۸ به منظور حفاظت کامل کابلها در محل اتصال به یکدیگر باید از مفصل‌های کابل استفاده شود تا بتوان محل اتصال مورد نظر را از رطوبت و نیروهای مکانیکی محفوظ نگاهداشت.

۲-۳-۴-۸ مفصل کابل باید در برابر نیروی کششی حفاظت شود، بنابراین مفصل نباید در امتداد کابل قرار گیرد بلکه محورهای کابل و مفصل باید در حدود نیم و یا یک متر از یکدیگر فاصله داشته باشد.

۳-۳-۴-۸ روش مفصل بستن کابل باید برابر دستورالعمل‌های مندرج در نشریات استاندارد وزارت نیرو یا تولیدکننده کابل انجام شود.

۴-۳-۴-۸ انتخاب نوع مفصل بستگی به ساختمان کابل یا کابل‌های مورد اتصال، ولتاژ سیستم، تعداد رشته‌ها و روش نصب کابل دارد.

### ۵-۳-۴-۸ مفصل مستقیم با لوله انعطاف‌پذیر حرارتی<sup>۱</sup> WPS، (DIN VDE 0278)

این نوع مفصل دارای یک پوشش حفاظ‌دار<sup>۲</sup> شامل نوارهای هادی و عایق مخصوص<sup>۳</sup> می‌باشد که حفاظت تماس با استفاده از یک شبکه مسی و حفاظت رطوبی و استحکام مکانیکی به وسیله یک لوله انعطاف‌پذیر حرارتی با پوشش داخلی از مواد درزگیر تأمین می‌شود.

مفصل‌های WPS10، WPS20 و WPS30 باید برای اتصال کابل‌های یک هسته با عایق‌بندی پلاستیکی و به ترتیب ولتاژهای اسمی (۱۲) ۶/۱۰ کیلوولت، (۲۴) ۱۲/۲۰ کیلوولت و (۳۶) ۱۸/۳۰ کیلوولت به یکدیگر مورد استفاده قرار گیرد. این‌گونه مفصلها ممکن است در زیر سطح زمین، در هوا و در آب به کار برده شود.

### ۶-۳-۴-۸ مفصل مستقیم پروتولین از نوع PV (با پروتولین ۸۰ و پروتولین ۵۱)

این نوع مفصل عمدتاً شامل یک قالب پلاستیکی دو تکه و مقدار متناسبی از ماده رزین ریختگی است. مفصل PV با پروتولین ۸۰ مطابق بخش‌های ۱ و ۲ و ۳ از استاندارد DIN VDE 0278 ساخته شده است و باید برای کابل‌های پلیمری، پلیمری مسلح یا دارای غلاف سربی و کابل‌های کنترل با ولتاژ اسمی (۱/۱) ۰/۶/۱ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد.

مفصل PV با پروتولین ۵۱ برابر بخش یک از استاندارد DIN VDE 0291 ساخته شده است و باید برای کابل‌های زمینی معدنی با ولتاژ (۱/۱) ۰/۶/۱ کیلوولت و (۷/۲) ۳/۶/۶ کیلوولت و همچنین کابل‌های پلیمری مانند NYFGY با ولتاژ اسمی (۷/۲) ۳/۶/۶ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد. این نوع مفصلها را ممکن است در زیر سطح زمین، در آب و در هوا به کار برد.

#### ۸-۳-۴-۸ مفصل مستقیم از نوع WP (DIN VDE 0278)

در این نوع مفصل لایه‌های هادی و عایق کابل در محل اتصال با نوارهای مخصوص پوشیده می‌شود و بدین ترتیب یک اتصال حفاظدار به وجود می‌آید که در یک لوله پلاستیکی پر شده از پروتولین قرار می‌گیرد.

مفصل WP10 باید برای کابل‌های دارای عایق‌بندی پلاستیکی با ولتاژ اسمی (۱۲) ۶/۱۰ کیلوولت، یک هسته و سه هسته استفاده شود. مفصل‌های WP20 و WP30 باید برای کابل‌های یک هسته عایق پلاستیکی با ولتاژ اسمی (۲۴) ۱۲/۲۰ کیلوولت و (۳۶) ۱۸/۳۰ کیلوولت به کار رود. این نوع مفصلها را ممکن است در زیر سطح زمین، در آب و در هوا مورد استفاده قرار داد.

#### ۸-۳-۴-۸ مفصل مستقیم انتقالی از نوع UMP (DIN VDE 0278)

این نوع مفصل دارای محفظه چدنی دو تکه‌ای است که با ماده پروتولین پر می‌شود. محفظه مزبور حفاظت تماسی و استحکام مورد نیاز در برابر عوامل خارجی را تأمین می‌کند. مفصل نامبرده باید برای اتصال کابل‌های پلیمری با کابل‌های عایق‌بندی شده با کاغذ اشباع شده با ولتاژ (۱۲) ۶/۱۰ کیلوولت به کار رود. در این نوع مفصل برای جلوگیری از حرکت مواد روان درون کابل‌های کاغذی از نوارهای عایق‌بندی مخصوص در ارتباط با لوله انعطاف‌پذیر حرارتی و دو راهه اتصال فشاری با جداره حایل استفاده می‌شود و مفصل باید قدری پایین‌تر از کابل نصب شود.

#### ۸-۳-۴-۹ مفصل‌های انتقالی SM-WP و SM-WPS (DIN VDE 0278)

در این نوع مفصلها هر هادی دارای یک پوشش محافظ<sup>۱</sup> می‌باشد که از نظر مکانیکی به وسیله یک لوله پلاستیکی حاوی رزین ریختگی پروتولین (در مورد مفصل SM-WP) یا با یک لوله انعطاف‌پذیر حرارتی (در مورد مفصل SM-WPS) محافظت می‌شود. محفظه چدنی خارجی نیز با ماده SP پر می‌گردد. برای جلوگیری از کم شدن مواد روان در انتهای کابل، مفصل باید در محلی پایین‌تر از کابل قرار گیرد. اتصالات فشاری با جداره جداکننده نیز مانع از اثر مواد مزبور بر طرفی که کابل پلاستیکی قرار دارد می‌گردد. این نوع مفصلها باید برای اتصال کابل‌های سه هسته عایق‌بندی شده با کاغذ اشباع شده با یک غلاف سربی و سه کابل یک هسته پلیمری با ولتاژ اسمی (۲۴) ۱۲/۲۰ کیلوولت و (۳۶) ۱۸/۳۰ کیلوولت مانند N2XS Y و NA2XS Y و NA2XS(F)2Y به کار برده شود.

#### ۸-۳-۴-۱۰ مفصل مستقیم از نوع AMS (DIN VDE 0278)

این نوع مفصل دارای بدنه عایق‌بندی شده از جنس لاستیک سیلیکون با حفاظ خارجی استاتیک و عناصر

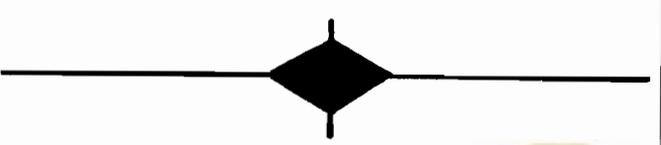
کنترلی یکپارچه می‌باشد. در این نوع مفصل برای هر مقطع کابل یک بدنه عایق‌بندی شده و یک دوراهه اتصال فشاری ویژه وجود دارد و حفاظت در برابر تماس با استفاده از نوار مسی و سیمهای حفاظتی مسی تأمین می‌شود. حفاظت در برابر نفوذ آب و رطوبت نیز به وسیله یک لوله ضخیم از نوع انعطاف‌پذیر حرارتی و ماده درزگیر ترموپلاستیک تأمین می‌گردد. این نوع مفصل باید برای اتصال کابل‌های پلیمری یک هسته با ولتاژهای (۱۲) ۶/۱۰ کیلوولت و (۲۴) ۱۲/۲۰ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرد. مفصل‌های نامبرده را ممکن است در زیرزمین، در آب و در هوا مورد بهره‌برداری قرار داد.

نشانه‌های الکتریکی کابل‌های فشار متوسط در جدول ۸-۳ ارائه شده است.

۵-۸



جدول ۸-۳ نشانه‌های الکتریکی کابل‌های فشار متوسط

نشانه	شرح
	نصب کابل به صورت روکار روی دیوار و یا سقف
	نصب کابل روی سینی کابل و یا راک
	نصب کابل به صورت آویز
	نصب کابل در کانال خاکی
	کابل زیرآبی
	نشان‌دهنده تعداد و سطح مقطع اسمی کابل
	سر کابل
	جعبه مفصل ساده
	جعبه مفصل سه‌راهی (انشعاب)
	جعبه مفصل چهارراهی (انشعاب)





# فصل ۹

## مولدهای برق

- ۱-۹ کلیات و تعاریف
- ۱-۱-۹ سیستم برق اضطراری
- سیستمی است که در مواقع قطع جریان برق عادی با استفاده از یک یا چند مولد برق (معمولاً موتور دیزل و ژنراتور) یا مجموعه‌ای از باتریها در موارد مجاز، نیروی برق مورد نیاز بخشهای معینی از ساختمان یا مجموعه را تأمین نماید. این‌گونه سیستمها با توجه به نوع کاربرد ممکن است با راه‌اندازی دستی، خودکار، با وقفه کوتاه یا بدون وقفه باشد.
- ۲-۱-۹ سیستم برق بدون وقفه (UPS)
- سیستمی است که نیروی برق متناوب اولیه را در برابر هرگونه قطع جریان و نوسانات ولتاژ و فرکانس حفاظت می‌کند.
- ۳-۱-۹ طبقه‌بندی
- به‌طور کلی مولدهای برق (دیزل-ژنراتور) به‌اعتبار نوع کاربرد و زمان بهره‌برداری به‌شرح زیر طبقه‌بندی می‌شود:
- الف - نوع کاربرد: مولدهای برق ممکن است برای تولید برق اصلی به‌عنوان مولد برق دائمی، یا به‌صورت موازی با شبکه برق اصلی، و یا به‌منظور تولید نیروی برق اضطراری مورد استفاده قرار گیرد.
- ب - زمان بهره‌برداری: مولدهای برق ممکن است برای بهره‌برداری مدت محدود و یا نامحدود طراحی و ساخته شود.
- ۴-۱-۹ مطالب مندرج در این فصل شامل مشخصات فنی لازم برای تهیه و نصب دستگاه کامل مولد برق دائمی یا اضطراری به‌همراه کلیه منضمات و متعلقات مربوطه می‌باشد.
- ۵-۱-۹ دستگاه موردنظر باید مستقل از سیستم نیروی برق اصلی (برق شهر) عمل نموده و در عین حال بتوان آن را بدون هیچ مشکلی و با پایداری مطلق با برق اصلی به‌صورت موازی مورد استفاده قرار داد.
- ۶-۱-۹ کلیه وسایل، لوازم و تجهیزات مورد استفاده در مولدهای برق دائمی یا اضطراری باید برابر

استانداردهای آی - ای - سی یا یکی از استانداردهای معتبر جهانی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

۷-۱-۹ میزان حفاظت افراد در برابر تماس با قسمتهای برقدار یا متحرک و همچنین درجه حفاظت دستگاه در برابر ورود آب و اجسام صلب خارجی به داخل آن باید براساس طبقه‌بندی و توصیه‌های مندرج در جدیدترین نشریات کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک که در زمان تهیه این مشخصات فنی نشریه IEC-34-5، قسمت پنجم «طبقه‌بندی درجه حفاظت برای بدنه خارجی ماشینهای دوار» می‌باشد تعیین و مشخص شود. برای سهولت مراجعه، طبقه‌بندی IEC براساس نشریه ۵-۳۴ آن در پیوست ۱ ارائه شده است.

رقم مشخصه اول IP که در جدول ۹-۲ بیان شده است شامل دو نوع حفاظت به شرح زیر می‌باشد:  
الف - حفاظت اشخاص در برابر تماس یا نزدیک شدن با قسمتهای برقدار یا متحرک در داخل دستگاه که شامل تماس غیرمستقیم به وسیله دخول ابزار و غیره نیز می‌باشد.

ب - حفاظت خود دستگاه در برابر ورود اجسام خارجی جامد مانند ابزار، گرد و خاک و غیره.  
رقم مشخصه دوم IP حفاظت در برابر ورود قطرات مایعات مانند آب است که در جدول ۹-۳ درج شده است.

۸-۱-۹ موتور دیزل، ژنراتور و تابلوی برق هر کدام باید دارای یک صفحه یا پلاک ماندگار شامل نام و آدرس سازنده، تاریخ ساخت، شماره سریال و مشخصات پارامترهای فنی اصلی مربوطه به دو زبان فارسی و انگلیسی باشد.

۹-۱-۹ موتور و ژنراتور باید به طور کامل توسط کارخانه سازنده روی شاسی یک پارچه و به طور مستقیم و یا به وسیله اتصال قابل انعطاف به هم کوپله شده باشد. ماده به کار رفته برای اتصال قابل انعطاف باید در برابر هیدروکربنها مقاوم باشد تا روغن و سوخت آن را از بین نبرد. همچنین دستگاه مذکور باید دارای محافظ کوپلینگ و لرزه‌گیرهای مناسب باشد.

۱۰-۱-۹ افزایش یا کاهش میزان بار موتور نباید موجب خوردگی در یاتاقان ژنراتور شود.

۱۱-۱-۹ پس از کوپله شدن موتور و ژنراتور به صورت مستقیم، ژنراتور باید نیروی میل‌لنگ را بدون اعمال نیروهای مخالف مکانیکی و الکتریکی بپذیرد.

۱۲-۱-۹ دفترچه حاوی دستورالعملهای مربوط به راه‌اندازی، کار، نگهداری و تعمیرات دستگاهها باید حداقل در دو جلد به دو زبان فارسی و انگلیسی براساس کاتالوگهای کارخانه سازنده تهیه و تدوین شود.

۱۳-۱-۹ وسایل و لوازم یدکی مورد نیاز باید طبق فهرست کارخانه سازنده و تأیید مشاور حداقل برای مدت دو سال پیش‌بینی و تأمین شود.

## ۲-۹ موارد استفاده از نیروی برق اضطراری و سیستم برق بدون وقفه

۱-۲-۹ در موارد زیر، برای تأمین مصارف اضطراری و ایمنی، باید نیروی برق به کمک مولدهایی که معمولاً نیروی محرک آن موتورهای دیزل است، در محل تولید شود:

الف - ساختمانهای مسکونی با بیش از چهار طبقه از کف زمین و مجهز به آسانسور؛

- ب - ساختمانهای عمومی که نوع فعالیت آن به گونه‌ای است که قطع برق ممکن است خطر یا خسارات جبران‌ناپذیری بیافریند. ساختمانهای عمومی دارای شرایط بند (الف)؛
- پ - بیمارستانها و مراکز بهداشتی با توجه به نوع فعالیت آن. سیستم برق اضطراری بیمارستانها شامل مولدهای برق اضطراری و تابلوهای مربوط به آن و همچنین کلیه مواردی که باید از سیستم مزبور تغذیه شود شامل دستگاههای مختلف پزشکی و غیرپزشکی، آسانسورها، تأسیسات بهداشتی و مکانیکی، پریزهای عمومی و اختصاصی برق، چراغهای روشنایی و ایمنی، و غیره، باید مطابق مشخصات فنی و دستورالعملهای مندرج در نشریه شماره ۸۹ سازمان برنامه و بودجه زیر عنوان «مشخصات فنی تأسیسات برق بیمارستان» طراحی و اجرا شود.
- ت - سردخانه‌های بزرگ؛
- ث - مراکز صنعتی که قطع برق طولانی مدت در آن ممکن است موجب خسارت جبران‌ناپذیر شود.
- ج - هر نوع ساختمان یا مجموعه یا مرکز دیگری که به تشخیص مقامات ذیصلاح باید دارای نیروگاه اضطراری باشد.

۲-۲-۹

- عمده‌ترین موارد تأمین نیروی برق با استفاده از سیستم برق اضطراری در ساختمانها به‌قرار زیر است:
- تأمین روشنایی برای خروج ایمن و جلوگیری از ایجاد وحشت و هراس در ساختمانهای عمومی مانند بیمارستانها و مراکز درمانی، هتلها، سینماها، مراکز ورزشی و مانند آن.
  - تأمین نیروی برق برای سیستم تهویه در مواردی که برای حفاظت از جان انسان ضروری است.
  - تغذیه سیستم ردیابی و اعلام حریق
  - تأمین برق آسانسورها
  - نیرورسانی به پمپهای آتش‌نشانی
  - تأمین برق سیستمهای ارتباطی ایمنی عمومی
  - تأمین نیروی برق برای فرایندهای صنعتی که قطع برق موجب به‌مخاطره افتادن زندگی یا تندرستی انسان شود و یا موجب خسارت به ماشین‌آلات و فرآیندهای نامبرده گردد.

۳-۲-۹

- موارد استفاده از سیستم برق بدون وقفه: در مواردی که عملکرد کلیدهای انتقال بار، راه‌اندازی یا توقف موتورها، اثرات القایی رعد و برق و عوامل بی‌شمار دیگر باعث قطع جریان برق و ایجاد نوسانات ولتاژ و فرکانس شده و موجب بروز اختلال در کار سیستمهای کامپیوتر و میکروپروسورها می‌شود باید از سیستم برق بدون وقفه استفاده شود.

### ۳-۹ استاندارد و مشخصات فنی مولدهای برق

۱-۳-۹ موتور دیزل

- ۱-۱-۳-۹ موتور دیزل یا با سوخت گازی باید بر طبق مشخصات مندرج در استانداردهای ISO 3046، DIN 6271، BS 5514 و DIN 6280 یا یکی از استانداردهای شناخته شده بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

- ۲-۱-۳-۹ موتور دیزل باید از نوع زمینی<sup>۱</sup> 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.
- ۳-۱-۳-۹ 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 پارامترهای ب، پ و ت با توجه به شرایط محل نصب و بهره‌برداری دیزل ژنراتور تعیین می‌شود.
- پ - درجه حرارت محیط
- ت - رطوبت نسبی
- ث - سرعت (حداکثر) ۱۵۰۰ دور در دقیقه
- ج - متوسط فشار مؤثر:
- ۱- در حالت طبیعی 85 Psi
- ۲- در حالت سوپر شارژ 135-160 Psi
- ۴-۱-۳-۹ سیستم راه‌انداز موتور مولدهای برق دائمی با بار سبک و کلیه مولدهای برق اضطراری باید مستقیماً از طریق باتری باشد.
- ۵-۱-۳-۹ موتور باید مجهز به سیستم استارت الکتریکی ۲۴ ولت با ظرفیت کافی (حداقل سه استارت پشت سرهم وبدون شارژ) بوده و چرخ طیار در هر موقعیتی باشد بتوان موتور را روشن نمود.
- ۶-۱-۳-۹ برای روشن کردن موتور نباید احتیاج به تنظیم چرخ طیار و یا هر وسیله دیگر باشد.
- ۷-۱-۳-۹ یک سری کامل از باتریهای اسید-سرب با راک باتری مربوطه و همچنین کابل‌های مورد نیاز با اندازه و طول کافی برای استفاده از باتریها و کابلشویهای مربوطه باید پیش‌بینی و تأمین شود.
- ۸-۱-۳-۹ یک دستگاه شارژ کننده باتری اتوماتیک به صورت واحد جداگانه و مستقل، یا ساخته و نصب شده در داخل تابلوی کنترل باید تأمین شود، به طوری که این شارژ کننده با برق ۲۲۰ ولت عمل نموده و باتریهای دستگاه را در موقع خاموش بودن مولد از طریق برق شهر همواره در حالت شارژ باقی نگاه دارد.
- ۹-۱-۳-۹ در موتورهایی که برای تحمل بار سنگین واحدهای دائمی در نظر گرفته می‌شود ممکن است به جای سیستم استارت الکتریکی از سیستم هوای فشرده استفاده گردد.
- ۱۰-۱-۳-۹ دستگاه تولید هوای فشرده باید شامل شیر راه‌انداز، مخزن یا مخازن هوای فشرده، کمپرسور روی موتور و یک کمپرسور مستقل بنزینی یا الکتریکی جداگانه با ظرفیت کافی باشد.
- ۱۱-۱-۳-۹ سیستم خنک کردن آب برای دستگاههای مولد برق با بار سبک باید از نوع رادیاتور و فن، که باتسمه پروانه کار می‌کند، و برای دستگاههای با بار سنگین باید از نوع مبدل حرارتی به انضمام لوله‌ها، و پمپهای مورد لزوم، انتخاب شود.
- ۱۲-۱-۳-۹ رادیاتور یا مبدل حرارتی، باید از نوع پردوام بوده و دارای ظرفیت خنک کنندگی کافی برای ۱۰ درصد اضافه بار موتور در حرارت ۴۰ درجه سانتیگراد باشد.
- ۱۳-۱-۳-۹ 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.

۹-۳-۱۴ در مواردی که نصب مولدهای برق در داخل ساختمان صورت می‌گیرد باید از امکان تهویه کافی به صورت طبیعی یا با ایجاد فشار هوا اطمینان حاصل شود. میزان هوای مورد نیاز برای خنک کردن سیستم رادیاتور و فن حدوداً ۸۰ الی ۱۳۵ متر مکعب در ساعت به ازای هر کیلووات ممکن است در نظر گرفته شود.

۹-۳-۱۵ سیستم هوای ورودی باید دارای فیلتر هوا از نوع خشک، که در ضمن تقلیل دهنده صدا نیز می‌باشد، بوده و به منظور حفاظت قسمتهای مختلف موتور از گرد و خاک و غبار مستقیماً روی دریچه ورودی هوا روبروی رادیاتور نصب شود.

۹-۳-۱۶ سیستم روغن موتور باید در یک فشار ثابت و از پیش تعیین شده عمل کند و این امر به وسیله پمپهای روغن موتور و دریچه‌های مربوطه و وسایل فشار صورت پذیرد.

۹-۳-۱۷ سیستم روغن باید دارای حفاظت اتوماتیک باشد به گونه‌ای که در صورت افت فشار روغن از حد تعیین شده با اعلام خطر موتور را متوقف سازد.

۹-۳-۱۸ در سیستم روغن موتور باید خنک‌کننده روغن و فیلترهای روغن مناسب قابل تعویض پیش‌بینی شود.

۹-۳-۱۹ بدنه سیلندر و کسارتر موتور باید از چدن درجه یک و ترجیحاً یک تکه ساخته، و به گونه‌ای طراحی شده باشد که از حداکثر استحکام و پایداری آن اطمینان حاصل شود. موتور، آلترناتور و مبدل حرارتی روغنی و کلیه ملحقات مربوطه باید بر روی یک پایه فولادی قرار گیرد. پایه باید به گونه‌ای مستحکم شده باشد که در هنگام کار دستگاه نیروی اضافی به خود دستگاه و دیگر قسمتها منتقل نشود. سیلندرها باید از نوع بوشن‌دار قابل تعویض بوده و از بالا قابل خارج نمودن باشد. بوشن‌ها باید از نوع تراز جنس چدن اصل با اتصال فلز به فلز در قسمت بالا بوده و در انتهای آزاد آب‌بندی شود به نحوی که انبساط آزاد آن امکان‌پذیر باشد. برای جلوگیری از نشت آب موتور از قسمت بوشن سیلندر باید پیش‌بینیهای لازم انجام شده باشد. درهای انفجار اتوماتیک باید فتری بوده و مجهز به محفظه مناسب باشد. در صورت انفجار داخلی، این درها باید فشار اضافی را آزاد نماید. برای دسترسی به کلیه قسمتهای داخلی موتور باید پوششهای بزرگ برای بازبینی و بازرسی پیش‌بینی و تأمین شود.

۹-۳-۲۰ هر سیلندر باید دارای سرسیلندر مجزا از جنس چدن بوده و مجهز به سوپاپهای ورودی، خروجی و اطمینان و فارسونکا باشد. سرسیلندرها باید دارای پوششهای قابل برداشت به منظور تمیز کردن مسیر آب از جرمها و مواد ته‌نشین شده باشد.

۹-۳-۲۱ سوپاپهای ورودی و خروجی باید از آلیاژ فولاد بوده و آبکاری و سخت شده باشد. نشیمنگاه و گیت سوپاپ باید قابل تعویض بوده و در برابر حرارت و خراشیدگی مقاوم باشد. طرح محور و گیت سوپاپ باید طوری باشد که اگر چه چکش و انگشتانه سوپاپ و غیره تحت فشار روغنکاری می‌شود ولی به هیچ وجه روغن به داخل سرسیلندر نشت نکند.

۹-۳-۲۲ میل‌لنگ باید از آلیاژ فولاد چکش‌کاری شده یکپارچه، با طرحی مقاوم ساخته شده باشد و قسمتهای سرمحور و لنگ آن باید نسبت به یاتاقان مربوطه با دقت و تolerانس کم تراشکاری شده باشد. میل‌لنگ همچنین باید از لحاظ استاتیکی و دینامیکی کاملاً بالانس باشد و ارتعاش طبیعی حاصل از پیچش باید کاملاً خارج محدوده سرعت موتور باشد.

۹-۳-۲۳ یاتاقان اصلی باید دارای پشت‌بند فولادی با سطح تمام شده صیقلی و از ماده کاملاً مقاوم در برابر خستگی و برای شرایط بهره‌برداری سخت طراحی شده باشد. یاتاقان اصلی باید به آسانی قابل تعویض

بوده و برای کار مداوم و بدون اشکال ضمانت شود.

- ۲۴-۱-۳-۹ پیستون باید از آلیاژ سبک یا از چدن فشرده بوده و دارای رینگهای احتراق، کمپرس و روغن باشد. گزن پین باید کاملاً در داخل بدنه پیستون قرار گرفته و به نحوی محکم شده باشد که جابجا نشود. شاتون باید از فولاد چکش کاری شده بوده و دارای یاتاقانهای بزرگ همانند یاتاقانهای اصلی همراه با پوشهای کوچک از جنس فسفر و برنز و یا جنس مشابه با پشت بند فولادی باشد. کلیه پیستونها و شاتونها باید کاملاً میزان (بالانس) شده باشد. چنانچه قطعات مجموعه پیستونها کاملاً قابل جابه جایی با یکدیگر نباشد، برای سهولت شناسایی، هر کدام باید به درستی و روشنی علامت گذاری شده باشد.
- ۲۵-۱-۳-۹ میل بادامک باید از جنس سخت و بادوام ساخته شده و به وسیله چرخ دنده به میل لنگ وصل، و برای سرویس یا تعویض به آسانی قابل برداشت باشد. برای تنظیم و فیلر گذاری سوپاپ و همزمان کردن پمپ<sup>۲</sup> باید پیش بینیهای لازم شده باشد.

### ۲-۳-۹ تابلوی وسایل اندازه گیری موتور

- ۱-۲-۳-۹ تابلوی وسایل اندازه گیری موتور باید در کنار موتور دیزل بر روی یک پایه، یا بر روی شاسی دیزل نصب شود.
- ۲-۲-۳-۹ تابلو باید از نوع بسته بوده و از ورق فولادی با ضخامت ۲ میلیمتر ساخته شده و وسایل سنجش به صورت توکار بر روی آن نصب شود.
- ۳-۲-۳-۹ صفحه پشت تابلو باید قابل برداشت باشد تا دسترسی به وسایل داخل آن برای تعمیر و نگهداری به سهولت انجام شود.
- ۴-۲-۳-۹ کلیه وسایل سنجش لازم باید در تابلو نصب شود. تابلو باید چنان طراحی شده باشد که سیمکشی وسایل ایمنی موتور و ژنراتور به آن و همچنین وسایل فرمان و سیگنال بین موتور و تابلو کنترل الکتریکی به آسانی امکان پذیر باشد.
- ۵-۲-۳-۹ در مواردی که اتصال سیمها به وسایل سنجش در تابلو به طور مناسبی مقدور نباشد باید جعبه تقسیمی برای این منظور تعبیه شده و کلیه اتصالات در آن انجام و سپس از آنجا به تابلو کنترل برده شود.
- ۶-۲-۳-۹ وسایلی که باید بر روی تابلو موتور نصب شود به قرار زیر است لیکن هر نوع وسیله دیگری که برای نشان دادن وضعیت کار موتور لازم باشد و در فهرست زیر ذکر نشده است نیز باید تهیه و بر روی تابلو مزبور نصب شود:
- فشارسنج روغن، حرارت سنج روغن، حرارت سنج آب ورودی به موتور، حرارت سنج آب خروجی از موتور، خلاء سنج محفظه میل لنگ، فشارسنج هوای ورودی به موتور، سرعت سنج موتور با پیش بینیهای 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 توربوشاژ و نیز پیش بینیهای برای ارسال سیگنال به تابلو کنترل الکتریکی.
- ۷-۲-۳-۹ سیگنالها باید به دستگاه اعلام خطر و دستگاه قطع کار ماشین داده شود. وسایل سنجش سرعت و درجه حرارت اگزوست باید الکتریکی باشد ولی سایر وسایل ممکن است از نوع برقی و یا غیر از آن باشد.

۸-۳-۳-۹ کلیه سیمکشیهای وسایل ایمنی، سیگنالها و غیره باید به وسیله کابلهای قابل انعطاف از درون کمترین تعداد لوله‌های قابل انعطاف و مقاوم در برابر نشت آب و روغن، از واحدهای دیزل ژنراتور به تابلو وسایل اندازه‌گیری موتور یا جعبه تقسیم انتهایی وصل شود. سیمکشی باید کدگذاری و شماره‌گذاری شده و در هر دو انتها دارای ترمینال باشد.

### ۳-۳-۹ سیستم اگزوست موتور و دودکش

۱-۳-۳-۹ سیستم اگزوست موتور باید شامل لوله‌کشی و ایزولاسیون از موتور تا خارج ساختمان بوده و دارای اتصالات قابل انعطاف، زانوها، لوله مستقیم، تقلیل‌دهنده‌های صدا، دریچه هوا و غیره باشد. در صورت لزوم برای کاهش صدای اگزوست موتور باید از چاه استفاده شود. لوله دودکش در داخل ساختمان باید کاملاً با مواد عایق مقاوم در برابر حرارت پوشانده شود.

۲-۳-۳-۹ 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 رأس آن در نقطه خروج دود به فضای آزاد قرار دارد، و ساختمانهای مجاور (اعم از مسکونی، تجاری یا عمومی) حداقل ۵۰ متر باشد.

### ۲-۳-۹ سیستم سوخت

#### ۱-۳-۳-۹ شرایط عمومی

الف - نوع سوخت مورد مصرف موتور دیزل باید مطابق مشخصات گازوییل شرکت ملی نفت ایران باشد.

ب - مخازن سوخت باید برابر مقررات شرکت ملی نفت ایران و دیگر مقررات ایمنی طراحی و ساخته شود.

پ - در مناطق سردسیر به منظور جلوگیری از سخت شدن یا یخ زدن گازوییل، سیستم سوخت باید مجهز به پیش‌گرمکنهای الکتریکی باشد.

#### ۲-۴-۳-۹ منبع سوخت روزانه

الف - منبع سوخت روزانه باید دارای ظرفیت کافی برای حداقل ۸ ساعت کار دایم دستگاه در حالت بار کامل باشد.

ب - مخزن یادشده باید کاملاً محصور شده و مجهز به وسایل اندازه‌گیری مانند وسیله اندازه‌گیری سطح مایع، لوله‌های اتصال به پمپ سوخت و نیز لوله‌های تهویه هوا و انتقال مایع باشد.

پ - در مسیر انتقال سوخت، قبل از پمپ سوخت موتور، باید صافیهای مناسب وجود داشته باشد.

ت - پمپهای سوخت موتور که به وسیله موتور کار خواهد کرد باید در کلیه شرایط مشخص شده دستگاه قابل استفاده باشد.

ث - برای جلوگیری از تجمع فشار اضافی در داخل منبع، باید یک شیر تخلیه پیش‌بینی شود.

ج - منبع سوخت باید حتی الامکان در ارتفاع بالاتر از دستگاه موتور نصب شود.

## ۳-۴-۳-۹ منبع سوخت ذخیره

- الف - برای ذخیره سوخت باید یک منبع ذخیره با ظرفیت سوخت حداقل ۱۵ شبانه‌روز کار، با کلیه لوازم مربوطه مانند لوله و دریچه پرشدن، نشان دهنده سطح سوخت، لوله‌های تهویه هوا و انتقال مایع و غیره پیش‌بینی شود.
- ب - برای انتقال سوخت از منبع سوخت ذخیره به منبع روزانه علاوه بر پمپ برقی که به‌طور خودکار عمل می‌کند باید امکان استفاده از پمپ دستی نیز وجود داشته باشد.
- پ - سطح خارجی منبع ذخیره باید برای نصب در داخل زمین به‌طور مناسب رنگ و حفاظت شود.

## ۵-۳-۹ ژنراتور

- ۱-۵-۳-۹ ژنراتور باید برطبق مشخصات مندرج در استانداردهای IEC 34، BS 4999، BS 5000 و VDE 0530، یا یکی از استانداردهای شناخته شده بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.
- ۲-۵-۳-۹ ژنراتور باید به‌طور مستقیم یا قابل انعطاف به چرخ طیار موتور کوپله شده و برای کار با موتور دیزل که در بند ۹-۳-۱ شرح داده شده است مناسب باشد.

## ۳-۵-۳-۹ ژنراتور سه‌فاز دارای مشخصات زیر است:

قدرت خروجی اسمی	مطابق نقشه‌های تفضیلی
ضریب قدرت	۰/۸ - تأخیر فاز
فرکانس	۵۰ سیکل در ثانیه
ولتاژ خروجی زیربار	۳۸۰/۲۲۰ ولت
حداکثر درجه حرارت محیط	۵۰ درجه سانتیگراد
حداکثر درجه حرارت ژنراتور	۴۰ درجه سانتیگراد
اضافه بار	۱۰ درجه برای یک ساعت در هر ۱۲ ساعت کار دستگاه
حداکثر مقدار هارمونیک	۵ درصد
فاصله زمانی اتصال کوتاه	۳ ثانیه

- ۴-۵-۳-۹ ژنراتور باید از نوع بدون ذغال بوده و با تحریک‌کننده اتوماتیک و ضد پارازیت رادیویی و ضد رطوبت و گرد و غبار مجهز باشد.

- ۵-۵-۳-۹ ژنراتور باید مجهز به رگولاتور ولتاژ تمام اتوماتیک با تنظیم ولتاژ  $2/5 \pm$  درصد از حالت بدون بار تا بار کامل و دارای رگولاتور دستی با تنظیم ولتاژ  $0.5 \pm$  و در مواقع لزوم با ظرفیت استارت  $1/5$  برابر جریان نامی باشد.

- ۶-۵-۳-۹ ژنراتور باید جریان بار کامل را به‌طور مداوم و تحت ولتاژ نامی و فرکانس نامی تأمین نماید. ایزولاسیون روتور<sup>۱</sup> باید از نوع کلاس F و ایزولاسیون استاتور<sup>۲</sup> از نوع کلاس B باشد.

- ۷-۵-۳-۹ سیم خنثی در ژنراتور باید مستقیماً به سیم اتصال زمین در تابلو کنترل متصل شود.

- ۸-۵-۳-۹ ژنراتور باید در سرعت ۱۲۵ درصد سرعت نامی دارای کارکرد مطمئن و ایمن باشد.

### ۹-۳-۶ تابلو کنترل الکتریکی

- ۹-۳-۶-۱ تابلو کنترل الکتریکی باید قابلیت راه اندازی 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 راه اندازی مجدد دارا 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.
- ۹-۳-۶-۲ مشخصات کنتاکتورهای مورد استفاده در تابلوی کنترل الکتریکی باید براساس استانداردهای ۳۱۷۹ و ۳۱۸۰ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، IEC 158-1 و IEC 158-1C و یا یکی از استانداردهای معتبر بین المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.
- ۹-۳-۶-۳ تابلوی کنترل الکتریکی باید از ورق فولادی ساخته شده و از نوع بسته و ایستاده بوده و به نحوی طراحی شده باشد که از دو طرف با تابلوهای مشابه قابل توسعه باشد.
- ۹-۳-۶-۴ تابلو به طور معمول باید مجهز به وسایل زیر باشد:
- الف - شمش مسی ممتد برای جریان مورد نیاز با توجه به ضوابط مندرج در فصل پنجم.
  - ب - کلید اتوماتیک هوایی مجهز به رله های حرارتی بار اضافی و رله های مغناطیسی اتصال کوتاه.
  - پ - دستگاهها و ابزار اندازه گیری و ثبت مقادیر برای مولد برق برحسب نیاز، مانند ترانسفورماتور جریان، آمپر متر، ولت متر، کیلووات متر، دستگاه سنجش ضریب قدرت و فرکانس سنج، کلید سلکتور ولت متر و آمپر، و چراغهای سیگنال.
  - ت - تنظیم کننده ولتاژ رنوستای دستی و اتوماتیک.
  - ث - دستگاههای اندازه گیری برای تحریک کننده برحسب 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 خطر
  - ح - سیمکشی و کلیدهای مورد نیاز برای موازی کردن دستگاههای مولد برق.

### ۹-۳-۷ مشخصات فنی اضافی برای مولدهای برق اضطراری

- ۹-۳-۷-۱ موتور باید مجهز به گرمکن اتوماتیک برای گرم کردن آب درون سیلندرهای موتور تا حداقل ۶۰ درجه سانتیگراد و یا در مورد مجموعه دیزلهای بزرگ، گرمکن روغنی با گردش روغن گرم تحت فشار باشد.
- ۹-۳-۷-۲ سیستم راه اندازی مورد استفاده برای مولدهای برق اضطراری باید از نوع خودکار باشد ولی امکان راه اندازی دستی نیز برای موارد لزوم و یا هنگام آزمایش سیستم باید پیش بینی شود.
- ۹-۳-۷-۳ به منظور پیشگیری از شروع به کار نابهنگام مولد برق اضطراری به طور اتوماتیک در مواقعی که برق اصلی (برق شهر) دایر می باشد باید یک سیستم حفاظتی که مانع عملکرد ترانسفر سویچ در این گونه موارد شود در تابلو پیش بینی و نصب گردد.
- ۹-۳-۷-۴ تابلوی 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.
- ۹-۳-۷-۵ سیستم استارت اتوماتیک باید در صورت قطع جریان برق اصلی با تأخیر زمان عمل کرده و پس از روشن

شدن دستگاه در هر مرحله عمل استارت زدن را قطع کند.

۶-۷-۳-۹ رله کنترل فاز دستگاه باید به طریقی عمل کند که در موقع قطع جریان برق شهر 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.

۷-۷-۳-۹ 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 تأخیر زمانی (قابل تنظیم) به برق اصلی (برق شهر) منتقل کند. دیزل ژنراتور پس از انتقال بار به برق شهر 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.

### ۸-۳-۹ دستگاه سنکرونیزاسیون (همزمانی)

۱-۸-۳-۹ برای اتصال مولدهای برق با یکدیگر به صورت موازی باید از دستگاه سنکرونیزاسیون (همزمانی) استفاده شود. این دستگاه شامل دو عدد ولت متر، فرکانس سنج دوپل، سنکرونوسکوپ و دو عدد لامپ سنکرونیزاسیون که باید طبق نقشه‌های مربوط سیمکشی و نصب شود.

### ۲-۹ اصول و روشهای نصب

۱-۴-۹ محل استقرار مولدهای برق باید حتی المقدور در نزدیکی مرکز بار انتخاب شود. مولدهای برق اضطراری باید در جوار سیستم برق عادی (ساختمان پست برق فشار قوی)، در اطاق مجزا از سایر قسمت‌های پست مزبور نصب شود.

۲-۴-۹ محل نصب نیروگاه باید به گونه‌ای انتخاب شود که از نظر ایجاد لرزش، دود و سر و صدا هیچ‌گونه اثر نامطلوبی بر سایر فعالیت‌های محل و محیط اطراف آن نداشته باشد.

۳-۴-۹ به طور کلی فونداسیون مولدهای برق باید مستقل از پی ساختمان و مجهز به لرزه گیرهای مناسب محل استقرار باشد و آسیبی به پیه‌های بنا نرساند.

۴-۴-۹ در مواردی که مولدهای برق با قدرت کمتر از ۱۵۰ کیلووات مورد استفاده قرار می‌گیرد باید بر طبق نقشه‌های تفصیلی کارخانه سازنده از فونداسیون یک لایه (و یا دو لایه) استفاده شود.

۵-۴-۹ در مواردی که مولدهای برق با قدرت ۱۵۰ کیلووات 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 تا ۷۵ سانتیمتر (برحسب قدرت مولد) ایجاد و سپس فونداسیون دوم با عرض مناسبی ریخته شود.

۶-۴-۹ مولدهای برق باید در محل‌های خشک و بدون رطوبت به گونه‌ای نصب شود که تهیه هوای کافی برای کارکردن و تعمیر دستگاه وجود داشته باشد.

۷-۴-۹ 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 (به بند ۹-۳-۱۵ نیز رجوع شود).

۸-۴-۹ 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.
- ۹-۴-۹ در محل نصب مولدهای برق باید جرثقیل سرویس متناسب با واحدهای نیروگاه پیش‌بینی و نصب شود. تجهیزات نیروگاه باید به سهولت قابل جابجایی باشد.
- ۱۰-۴-۹ انتخاب محل نصب مخزن سوخت ذخیره باید با توجه به راه‌های ارتباطی تانکر سوخت‌رسانی و اتصالات لازم بین نیروگاه و منبع مذکور انجام شود.

## ۵-۹ آزمون دستگاهها

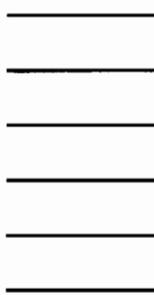
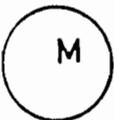
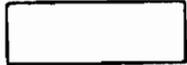
- ۱-۵-۹ دستگاه کامل مولد برق باید تحت شرایط ارائه شده توسط کارخانه سازنده در حضور مراجع رسمی مورد آزمون قرار گرفته و گواهی لازم صادر و ضمیمه دستگاه به خریدار ارائه شود.
- ۲-۵-۹ دستگاه مولد پس از نصب در محل نیز باید حداقل برای مدت ۴۸ ساعت زیر بار کامل در حضور دستگاه نظارت مورد آزمون قرار گرفته و سپس گواهی لازم صادر شود.
- ۳-۵-۹ کلیه وسایل راه‌اندازی و آزمون در محل نصب باید از طرف پیمانکار تهیه و تأمین شود.

## ۶-۹ نشانه‌های ترسیم الکتریکی

نشانه‌های الکتریکی مولدهای برق در جدول ۹-۱ ارائه شده است.



جدول ۹-۱ نشانه‌های الکتریکی مولدهای برق

سمبول الکتریکی	شرح
   <p>۷۵۰ KW  ۴۰۰/۲۳۰ V  Y  ۵۰ Hz  ۰/۸  ۱۵۰۰ rpm</p>	مولد جریان متناوب مشخصات لازم: قدرت ولتاژ طرز اتصال فرکانس ضریب قدرت دور در دقیقه مثال:
	موتور (به طور کلی)
	دینامو (مولد جریان دائم)
	باطری (آکومولاتور)
	تابلو کنترل
	راه‌انداز (استارتی)



## پیوست ۱

جدول ۹-۲ رقم اول مشخصه IP برای حفاظت اشخاص و نیز حفاظت قسمتهای ماشین در داخل دستگاه (IEC 34-5)

شماره	درجه و نوع حفاظت	شرح مختصر	تعریف IEC
۰	قابل صرف نظر کردن	ماشین بدون حفاظت	هیچ گونه حفاظت ویژه ای وجود ندارد.
۱	دستها و سایر اعضا مشابه بدن انسان	ماشین در برابر اجسام جامد خارجی با قطر بیش از ۵۰ میلیمتر حفاظت دارد	دارای حفاظت در برابر تماس تصادفی یا نزدیک شدن اعضای بدن انسان مانند دست (ولی بدون حفاظت در برابر دسترسی عمده) و اجسام جامد خارجی با قطر بیش از ۵۰ میلیمتر با قسمتهای برقدار یا متحرک در داخل بدنه دستگاه.
۲	انگشتان یا سایر وسایل مشابه	ماشین در برابر اجسام جامد خارجی با قطر بیش از ۱۲ میلیمتر حفاظت دارد	دارای حفاظت در برابر نزدیک شدن انگشتان یا سایر اجسام مشابه که طول آن از ۸۰ میلیمتر تجاوز نکند و اجزای اجسام جامد با قطر بیش از ۱۲ میلیمتر با قسمتهای برقدار یا متحرک در داخل بدنه دستگاه
۳	ابزار یا سیمها	ماشین در برابر اجسام جامد با قطر بیش از ۲/۵ میلیمتر حفاظت دارد.	دارای حفاظت در برابر تماس یا نزدیک شدن ابزار یا سیمها با قطر بیش از ۲/۵ میلیمتر با قسمتهای برقدار یا متحرک در داخل بدنه دستگاه.
۴	سیمها	ماشین در برابر اجسام جامد با قطر بیش از یک میلیمتر حفاظت دارد.	دارای حفاظت در برابر تماس یا نزدیک شدن سیمها یا نوارهایی به قطر بیش از یک میلیمتر و اجزای اجسام جامد با قطر بیش از یک میلیمتر با قسمتهای برقدار یا متحرک در داخل بدنه دستگاه.
۵	گرد و خاک	ماشین در برابر گرد و خاک حفاظت دارد.	از ورود گرد و خاک به طور کامل جلوگیری نمی شود ولی گرد و خاک نیز به مقداری که برای اختلال در کار رضایتبخش ماشین کافی باشد وارد دستگاه نخواهد شد.



## پیوست ۱

جدول ۹-۳ رقم دوم مشخصه IP برای حفاظت در برابر اثرات زیان آور نفوذ آب به ماشینهای دوار (IEC 34-5)

شماره	درجه و نوع حفاظت	شرح مختصر	تعریف IEC
۰	قابل صرف نظر کردن	ماشین بدون حفاظت	هیچ گونه حفاظت ویژه ای وجود ندارد.
۱	حفاظت در برابر قطرات آب	ماشین در برابر قطرات آب حفاظت دارد.	قطرات آب که به طور عمودی بر روی ماشین فرو می افتد هیچ گونه اثر زیان باری نخواهد داشت.
۲	حفاظت در برابر قطرات آب (ماشین در حالت انحراف)	ماشین با انحراف حداکثر ۱۵ درجه در برابر قطرات آب حفاظت دارد.	قطرات عمودی آب بر روی ماشینی که حداکثر ۱۵ درجه نسبت به وضعیت عادی آن منحرف شده باشد، هیچ گونه اثر زیان باری نخواهد داشت.
۳	حفاظت در برابر قطرات به صورت باران	ماشین در برابر قطرات به صورت باران حفاظت دارد.	قطرات آب که به صورت باران و با زاویه حداکثر ۶۰ درجه نسبت به خط قائم بر روی دستگاه فرود آید اثر زیان آوری نخواهد داشت.
۴	حفاظت در برابر پاشیده شدن آب	ماشین در برابر پاشیده شدن آب حفاظت دارد.	آبی که از هر جهت بر روی ماشین پاشیده شود هیچ گونه اثر سویی بر آن نخواهد داشت.
۵	حفاظت در برابر فوران آب	ماشین در برابر فوران آب با فشار حفاظت دارد.	فوران آب از هر نوزل و از هر جهت هیچ گونه اثر زیان آور بر روی ماشین نخواهد داشت.
۶	حفاظت در برابر موج	ماشین در برابر دریاها یا طوفانی حفاظت دارد.	آب دریاها یا طوفانی یا آب فواره های قوی و با فشار، به طوری که اثر سوء بر دستگاه باقی گذارد، وارد آن نخواهد شد.
۷	حفاظت در برابر فرو رفتن در آب	ماشین در برابر فرو رفتن در آب حفاظت دارد.	اگر ماشین در شرایط مشخصی از فشار و زمان در آب فرو رود آب به صورت زیان آور وارد ماشین نخواهد شد.
۸	حفاظت در برابر فرو رفتن نامحدود در آب	ماشین در برابر فرو رفتن دایم در آب حفاظت دارد.	ماشین برای فرو رفتن دایم در آب در شرایطی که به وسیله سازنده مشخص می شود مناسب است.



## فصل ۱۰

### ترانسفورماتورهای قدرت فشار متوسط

#### ۱-۱۰ کلیات و تعاریف

- ۱-۱-۱۰ ترانسفورماتور دستگاه ساکنی است که با القای الکترومغناطیسی بین دو یا چند سیم پیچ، ولتاژ و جریان الکتریکی متناوب را به ولتاژ و جریان الکتریکی با همان فرکانس و معمولاً با مقادیر دیگر تبدیل می‌نماید.
- ۲-۱-۱۰ ترانسفورماتور نوع خشک، ترانسفورماتوری است که هسته و سیم‌پیچهای آن در عایق مایع قرار ندارد.
- ۳-۱-۱۰ ترانسفورماتور نوع روغنی، ترانسفورماتوری است که هسته و سیم‌پیچهای آن در روغن قرار دارد.
- ۴-۱-۱۰ نشانه گروه اتصال یک علامت قراردادی است که اتصالات سیم‌پیچهای فشارقوی، فشار متوسط و فشار ضعیف و جابجایی فاز آن را نسبت به یکدیگر برحسب اعداد صفحه ساعت بیان می‌کند.
- ۵-۱-۱۰ نشانه‌های شناسایی و روش خنک کردن ترانسفورماتور با استفاده از حروف لاتین شامل نوع ماده خنک‌کننده و سیستم گردش آن در جدول ۱-۱۰، و ترتیب حروف مزبور (از چپ به راست) در جدول ۱-۲، برابر استاندارد ۲۶۲۱ ایران یا IEC 76-2 ارائه شده است:

جدول ۱-۱۰ نشانه‌های شناسایی و روش خنک کردن ترانسفورماتور

نشانه	نوع ماده خنک‌کننده
O	روغن معدنی یا مایع عایق مصنوعی قابل اشتعال معادل
L	مایع عایق مصنوعی غیر قابل اشتعال
G	گاز
W	آب
A	هوا
	نوع گردش
N	طبیعی
F	اجباری (گردش هدایت نشده روغن)
D	اجباری (گردش هدایت شده روغن)

جدول ۱۰-۲ ترتیب نشانه‌ها (از چپ به راست)

حرف یکم	حرف دوم	حرف سوم	حرف چهارم
مشخص‌کننده ماده خنک‌کننده‌ای که با سیم‌پیچها در تماس است	مشخص‌کننده ماده خنک‌کننده‌ای که با سیستم خنک‌کننده خارجی در تماس است		
نوع ماده خنک‌کننده	نوع گردش	نوع ماده خنک‌کننده	نوع گردش

- ۶-۱-۱۰ در سیستمهای انتقال و توزیع نیروی برق به منظور به حداقل رساندن مقدار تلفات توان از ترانسفورماتورهای فشار قوی و فشار متوسط افزایشده و کاهشده استفاده می‌شود.
- ۷-۱-۱۰ در سیستم برق سه‌فاز برای افزایش ولتاژ عموماً از ترانسفورماتور افزایشده با سیم‌پیچ ثانوی اتصال مثلثی و برای کاهش ولتاژ از ترانسفورماتور کاهشده با سیم‌پیچ ثانوی اتصال ستاره یا زیگزآگ استفاده می‌شود.
- ۸-۱-۱۰ در مواردی که تأمین برق ساختمان یا مجموعه مورد نظر با توجه به میزان برق مورد نیاز با استفاده از شبکه برق فشار متوسط و با احداث پست ترانسفورماتور در داخل ساختمان یا محوطه آن صورت می‌گیرد، ساختمان و تجهیزات پست باید مطابق مقررات و استانداردهای مورد قبول شرکت برق منطقه‌ای مربوط و ضوابط مندرج در این فصل طراحی و اجرا شود.
- ۹-۱-۱۰ هر دستگاه ترانسفورماتور فشار متوسط باید به یک صفحه یا پلاک مشخصات مقاوم در برابر هوا مجهز باشد. اطلاعات مندرج در پلاک مزبور، که باید به‌طور خوانا و دائمی در آن حک شده باشد، شامل نوع ترانسفورماتور، نام کارخانه سازنده، تاریخ ساخت، تعداد فازها، توان اسمی، فرکانس اسمی، ولتاژهای اسمی، جریانهای اسمی، نشانه گروه اتصال، ولتاژ اتصال کوتاه در جریان اسمی، نوع خنک‌کننده، وزن کل و وزن روغن خواهد بود.<sup>۱</sup>

## ۲-۱۰ استاندارد و مشخصات فنی ترانسفورماتورها

- ۱-۲-۱۰ ترانسفورماتورهای قدرت باید برابر استانداردهای زیر یا یکی از استانداردهای مشابه بین‌المللی معتبر همچون VDE یا BS طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد:
- الف - کلیات: استاندارد ایران، شماره ۲۶۲۰ یا IEC 76-1
- ب - افزایش دما: استاندارد ایران، شماره ۲۶۲۱ یا IEC 76-2
- پ - سطحهای عایق‌بندی و آزمونهای دی‌الکتریک: استاندارد ایران، شماره ۲۶۲۲ یا IEC 76-3
- ت - انشعابات و اتصالات: استاندارد ایران، شماره ۲۶۲۳ یا IEC 76-4
- ث - استقامت در برابر اتصال کوتاه: استاندارد ایران، شماره ۲۶۲۴ یا IEC 76-5
- ۲-۲-۱۰ استاندارد و مشخصات مندرج در این بخش، شامل ترانسفورماتورهایی است که در شرایط محیط کار عادی زیر مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد:

۱-۲-۲-۱۰ ارتفاع از سطح دریا: حداکثر تا ۱۰۰۰ متر

**یادآوری:**

برای ارتفاع بیش از ۱۰۰۰ متر به بند ۱۰-۲-۳ رجوع شود.

۱۰-۲-۲-۲ حداکثر درجه حرارت محیط برای ترانسفورماتورهایی که به وسیله گردش هوا خنک می شود، ۴۰ درجه سانتیگراد و حداقل درجه حرارت محیط برای ترانسفورماتورهای مذکور در صورتی که در فضای آزاد خارج ساختمان نصب شود ۲۵- درجه سانتیگراد و در صورتی که در داخل ساختمان نصب شود ۵- درجه سانتیگراد می باشد. همچنین در این گونه ترانسفورماتورها مقدار متوسط دمای هوا به هیچ وجه نباید، روزانه از ۳۰ زینه سلسیوس و سالانه از ۲۰ زینه سلسیوس تجاوز نماید.

**یادآوری:**

برای دماهای بالاتر به بند ۱۰-۲-۳ رجوع شود.

۱۰-۲-۲-۳ شکل موج ولتاژ ورودی باید تقریباً سینوسی باشد.

۱۰-۲-۲-۴ ولتاژهای ورودی فازها تقریباً باید متقارن (متعادل) باشد.

**۱۰-۲-۳ پیش بینیهای لازم برای شرایط محیط کار غیر عادی**

۱۰-۳-۲-۱ در صورتی که شرایط محیط نصب با مشخصات محیط نصب مندرج در بند ۱۰-۲-۲ مطابقت نداشته باشد، شرایط محیط نصب باید هنگام سفارش به کارخانه سازنده اعلام شود.

۱۰-۳-۲-۲ مقررات تکمیلی، در محدوده تعیین شده، برای مقادیر اسمی و آزمونی ترانسفورماتورهایی که برای شرایطی غیر از شرایط کار عادی مندرج در بند ۱۰-۲-۲ طرح شده است به قرار زیر است:

- برای ترانسفورماتورهای نوع خشک و نوع روغنی که با هوا خنک می شود و در دمای خارج از محدوده دمای عادی هوای خنک کننده مورد بهره برداری قرار می گیرد به بند فرعی ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۲۱ یا نشریه IEC 76-2 بند ۲-۲ رجوع شود.

- برای انواع ترانسفورماتورهایی که در ارتفاعی بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا مورد بهره برداری قرار می گیرد، به بند فرعی ۳-۲ از استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۲۱ و شماره ۲۶۲۲، سطح عایق بندی و آزمونهای دی الکتریک یا نشریه IEC 76-2 بند ۲-۳ و نشریه IEC 76-3 بخش ۳ رجوع شود.

۱۰-۲-۴ ترانسفورماتورهایی که در این فصل مورد بررسی قرار می گیرد از نوع روغنی قابل نصب در داخل ساختمان و یا در فضای آزاد خارج ساختمان می باشد.

**۱۰-۲-۵ مشخصات الکتریکی**

الف - قدرت اسمی	برحسب نیاز (قدرتهای معمولی از ۵۰ الی ۱۶۰۰ کیلوولت - آمپر)
ب - فرکانس اسمی	۵۰ هرتز
پ - ولتاژ اولیه اسمی	برحسب نیاز شبکه (ولتاژهای معمولی ۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلوولت)
ت - ولتاژ ثانویه اسمی	۴۰۰-۲۳۱ ولت
ث - امکان تنظیم ولتاژ	±۵ درصد ولتاژ اولیه



- ج - ولتاژ امیدانس اسمی: در ترانسفورماتورهایی به قدرت ۵۰ تا ۲۰۰ کیلوولت - آمپر: ۴ درصد  
در ترانسفورماتورهایی به قدرت ۲۵۰ تا ۱۶۰۰ کیلوولت - آمپر: ۶ درصد
- چ - گروه اتصال در ترانسفورماتورهایی به قدرت ۵۰ تا ۲۰۰ کیلوولت - آمپر:  $Y_{\Delta 5}$   
در ترانسفورماتورهایی به قدرت ۲۵۰ تا ۱۶۰۰ کیلوولت - آمپر:  $Dy5$

### ۱۰-۲-۶ مشخصات ساخت

ترانسفورماتور شامل هسته آهنی، سیم پیچها، عایق بندی، بازوها و نگهدارنده ها، 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، مقره های فشار متوسط یا فشار ضعیف، پیچ مخصوص اتصال زمین، پایه و چرخ و قلابهای مخصوص حمل و نقل با جرثقیل و بارگیری می باشد.

۱۰-۲-۶-۱ هسته ترانسفورماتور باید از ورقه های فولادی سیلیکن دار، پیرنشدنی<sup>۱</sup>، نورد سرد شده، با کریستالهای منظم، و مناسب برای مصرف مورد نظر ساخته شده باشد. هر دو طرف ورقه های فولادی باید به گونه ای عایق بندی شده باشد که مقاومت الکتریکی مورد نیاز را بین ورقه های مذکور تأمین نماید. هسته ترانسفورماتورهای قدرت معمولاً ساق دار بوده و ساقها توسط دو یوغ از بالا و پایین به هم متصل می شود. ساقها که سیم پیچها بر روی آن سوار می شود باید دارای مقطع مدور پله ای باشد. کلیه اتصالات قسمتهای مختلف هسته آهنی باید به نحوی باشد که ضمن ایجاد حداقل تلفات در حالت بدون بار، از استحکام مکانیکی کافی برخوردار باشد.

۱۰-۲-۶-۲ در طراحی و ساخت سیم پیچهای ترانسفورماتور عواملی همچون سطح عایق بندی و استحکام مکانیکی عایق، حداقل تلفات عایق، توزیع یکنواخت میدان الکتریکی، دفع یکنواخت انرژی تلف شده به وسیله عبور جریان آزاد روغن و جلوگیری از تجمع حرارت در یک نقطه، توزیع ولتاژ یکنواخت بین حلقه های مجاور و در سراسر سیم پیچها، و کنترل ضریب دی الکتریک برای تحمل شرایط حداکثر ولتاژ بهره برداری و موج ضربه، باید در نظر گرفته شود.

۱۰-۲-۶-۳ هادیهای سیم پیچها باید از مس الکترولیتی ساخته شده و عاری از هرگونه پوسته، برآمدگی و شکاف باشد. سیم پیچها باید به گونه ای ساخته شده، شکل یافته و بسته شود که انبساط و انقباض ناشی از تغییرات درجه حرارت موجب ساییدگی عایق بندی نگردد و در برابر جابجایی و پیشش ناشی از شرایط بهره برداری غیر عادی از استحکام کافی برخوردار باشد.

۱۰-۲-۶-۴ عایق بندی سیمها باید از نوع مرغوب، مشابه کاغذهای عایق مخصوص کابل بوده و در برابر فشار ولتاژ در شرایط کار عادی و همچنین در برابر فشار ولتاژ ضربه ای مقاوم باشد. عایق بندی سیم پیچها باید از نوع یکنواخت یا غیر یکنواخت انتخاب شود. لاک زدن روی حلقه های سیم پیچها باید فقط به منظور ایجاد حفاظت مکانیکی انجام شود. مواد مورد استفاده در عایق بندی و مونتاژ سیم پیچها باید از نوع غیر قابل حل، تجزیه ناپذیر و از نظر شیمیایی غیر فعال در روغن ترانسفورماتور در شرایط کار باشد.

۱۰-۲-۶-۵ هر هسته و سیم پیچی مونتاژ شده باید تحت شرایط خلاء با فشار کمتر از ۵/۰ میلیمتر جیوه خشک شود و بلافاصله پس از مرحله خشک شدن تحت عمل اشباع روغن قرار گیرد تا اطمینان کافی از کاهش نفوذ رطوبت و هوا در ساختار عایقی آن حاصل شده، و سپس در روغن عاری از رطوبت غوطه ور گردد.

- ۱۰-۶-۲-۶ بازوها و نگهدارنده‌های هسته فلزی و سیم‌پیچها باید به گونه‌ای باشد که در صورت بروز اتصال کوتاه در داخل ترانسفورماتور هیچ‌گونه آسیبی به اجزای مختلف آن وارد نشود.
- ۱۰-۶-۲-۷ سیستم تنظیم ولتاژ باید روی سیم‌پیچ اولیه باشد و دسته آن در خارج ترانسفورماتور طوری قرار گرفته باشد که برای تنظیم ولتاژ احتیاجی به باز کردن در ترانسفورماتور نباشد.
- ۱۰-۶-۲-۸ منبع اصلی ترانسفورماتور، که هسته و سیم‌پیچها در آن قرار می‌گیرد، باید از فولاد کم کربن نورد شده به صورت گرم یا سرد، ساخته شده و به نحو مطلوبی آب‌بندی شود. در پوش مخزن باید به گونه‌ای باشد که آب در روی آن راکد نماند. واشرهای مورد مصرف باید از مواد نرم قابل ارتجاع که در روغن یا روغن داغ قابل حل نباشد ساخته شود. برای خنک کردن روغن داخل ترانسفورماتور باید سطح جدار خارجی مخزن تا حد امکان بزرگ باشد تا تبادل حرارتی بیشتری صورت پذیرد. بدین منظور به طور کلی در ترانسفورماتورهای تا ۶۳۰ کیلوولت - آمپر منبع دارای جدار پرده‌ای بوده و ترانسفورماتورهایی که دارای قدرت ۶۳۰ تا ۱۶۰۰ کیلوولت - آمپر است جداره منبع به لوله‌های خنک‌کننده مجهز است.
- ۱۰-۶-۲-۹ به منظور جبران و تأمین مقدار روغن تبخیر شده و یا انبساط و انقباض روغن، هر ترانسفورماتور باید مجهز به یک منبع انبساط و ذخیره روغن با درجه‌نمای روغن باشد.
- ۱۰-۶-۲-۱۰ برای جلوگیری از تماس مستقیم روغن با جدار داخلی منبع اصلی و مخزن انبساط، جدارهای مزبور باید با لعاب یا ماده مقاوم در برابر روغن پوشانیده شود.
- ۱۰-۶-۲-۱۱ مخزن ترانسفورماتور، رادیاتورها، لوله‌های ارتباطی روغن و مانند آن، باید در برابر خلاء کامل و همچنین فشار داخلی ناشی از اختلاف ارتفاع پایین‌ترین و بالاترین سطح روغن ترانسفورماتور و مخزن، از استحکام لازم برخوردار باشد.
- ۱۰-۶-۲-۱۲ ساختمان مخزن اصلی و مخزن انبساط روغن باید با در نظر گرفتن تغییرات درجه حرارت‌های مورد نظر برای سردترین و گرمترین شرایط کار طراحی شود.
- ۱۰-۶-۲-۱۳ برای جلوگیری از ورود رطوبت موجود در هوا از طریق هواکش به داخل منبع ذخیره روغن باید در مسیر هواکش، سیستم رطوبت‌گیر مخصوص روغن ترانسفورماتور از نوع سلیکاژل تعبیه شود.
- ۱۰-۶-۲-۱۴ برای حفاظت ترانسفورماتور در برابر خطرات گاز اضافی که می‌تواند به وسیله جرقه یا اتصال کوتاه و یا حرارت ایجاد شود و همچنین به منظور جلوگیری از پایین رفتن سطح روغن از حدمجاز، هر دستگاه ترانسفورماتور باید مجهز به رله بوخ هولتس باشد تا در صورت پیش آمدن یک یا چند مورد فوق‌الذکر با تحریک سیستم اعلام خطر و قطع جریان برق از بروز خطرات احتمالی جلوگیری شود.
- ۱۰-۶-۲-۱۵ بدنه خارجی هر ترانسفورماتور باید مجهز به دو ترمینال برای اتصال سیستم زمین به بدنه ترانسفورماتور بوده و در هر ترمینال دو محل اتصال برای وصل هادی زمین در نظر گرفته شده باشد.
- ۱۰-۶-۲-۱۶ روغن ترانسفورماتور باید از محصولات نفتی خالص با پایه نفتان کلاس ۲، بدون ماده افزودنی ضد اکسیداسیون و مطابق جدیدترین استاندارد IEC 296 باشد. (برای اطلاعات بیشتر به جدول ۲-۱۴ از نشریه «مشخصات فنی ترانسفورماتورهای توزیع»، وزارت نیرو، امور برق، رجوع شود).
- ۱۰-۶-۲-۱۷ کلیه مقره‌هایی که دارای ولتاژ اسمی حداکثر یک کیلوولت می‌باشد باید براساس DIN 42530 و کلیه مقره‌هایی که دارای ولتاژ اسمی ۱۰ تا ۳۰ کیلوولت است بر طبق DIN 42531 یا IEC 233 ساخته شده باشد.

۱۰-۶-۲-۱۸ در مواردی که ترانسفورماتور در خارج ساختمان و فضای آزاد نصب شود کلیه مقره‌ها، درپوشها و

غیره باید از نوع مخصوص بارانی باشد.

۱۰-۶-۱۹ برای جابجایی و حرکت دادن ترانسفورماتورها، باید هر یک به چهار عدد چرخ با قابلیت تغییر جهت نصب چرخ (۹۰ درجه) مجهز باشد.

۱۰-۶-۲۰ در صورتی که برای حفاظت ترانسفورماتورها از فیوز به جای دیژنکتور استفاده شود، باید برای تعیین جریان و نوع فیوز آن، جداول شماره ۱۰-۳ و ۱۰-۴ ملاک عمل قرار گیرد.

جدول ۱۰-۳ فیورهای توصیه شده برای حفاظت طرف اولیه ترانسفورماتورهای سه فاز هوایی توزیع

قدرت اسمی خروجی ترانسفورماتور	جریان فیوز											
	سیستم ۱۱ کیلوولت				سیستم ۲۰ کیلوولت				سیستم ۳۳ کیلوولت			
	جریان اسمی	نوع فیوز			جریان اسمی	نوع فیوز			جریان اسمی	نوع فیوز		
		کند تند	K	T		کند تند	K	T		کند تند	K	T
KVA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۲۵	۱/۳۱۲	۲/۱*	۶*	۶	۰/۷۲۲	۱*	۳*	۳*	۰/۴۳۷	۰/۶*	۲*	۲*
۵۰	۲/۶۲۴	۳/۱	۶*	۶	۱/۴۴۳	۱/۴	۳*	۳*	۰/۸۷۸	۱	۲*	۲*
۷۵	۳/۹۳۶	۳/۵	۶*	۶	۲/۱۶۵	۲/۱	۳*	۶	۱/۳۱۵	۱/۴	۲*	۲*
۱۰۰	۵/۲۴۸	۵/۲	۸	۸	۲/۸۸۷	۳/۱	۶	۶	۱/۷۵۲	۱/۶	۳	۳
۱۵۰	۸/۳۹۸	۷/۸	۱۲	۱۲	۴/۸۱۹	۴/۲	۸	۸	۲/۷۹۹	۳/۱	۶	۶
۲۰۰	۱۰/۴۹۶	۱۰/۴	۱۵	۱۵	۵/۷۷۴	۵/۲	۱۰	۱۰	۳/۴۹۹	۳/۵	۶	۶
۲۵۰	۱۳/۱۲۰	۱۰/۴	۲۰	۲۰	۷/۲۱۵	۷	۱۰	۱۰	۴/۳۷۴	۴/۲	۶	۶

مقادیر این جدول براساس مشخصه‌های فیوز مندرج در نشریه NEMA PUBLICATION SG-2 تعیین شده است.

مقادیری که با ستاره مشخص نشده است با مقادیر فیوز نوع H.R.C حداکثر ۱۰۰ آمپر در سیستم ۳۸۰ ولت هماهنگ می‌باشد.

مقادیری که با ستاره مشخص شده است با مقادیر فیوز نوع H.R.C حداکثر ۸۰ آمپر در سیستم ۳۸۰ ولت هماهنگ می‌باشد. (به استثنای ترانسفورماتورهای ۲۵ کیلوولت آمپر)



جدول ۱۰-۴ فیوزهای توصیه شده برای حفاظت طرف اولیه ترانسفورماتورهای سه فاز توزیع

قدرت اسمی خروجی ترانسفورماتور	جریان فیوز											
	سیستم ۱۱ کیلوولت				سیستم ۲۰ کیلوولت				سیستم ۳۳ کیلوولت			
	جریان اسمی	نوع فیوز			جریان اسمی	نوع فیوز			جریان اسمی	نوع فیوز		
		کند تند	K	T		کند تند	K	T		کند تند	K	T
KVA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۳۱۵	۱۶/۵۳۳	۱۴	۲۵	۲۵	۹/۰۹۳	۷/۸	۱۲	۱۲	۵/۵۱۱	۵/۲	۸	۸
۴۰۰	۲۰/۹۹۵	۱۴	۳۰	۳۰	۱۱/۵۴۷	۱۰/۴	۱۵	۱۵	۶/۹۹۸	۷	۱۰	۱۰
۵۰۰	۲۶/۲۴۳	۲۱	۴۰	۴۰	۱۴/۴۳۴	۱۴	۲۰	۲۰	۸/۷۴۸	۷/۸	۱۲	۱۲
۶۳۰	۳۳/۰۶۶	۳۲	۵۰	۵۰	۱۸/۱۸۶	۱۴	۲۵	۲۵	۱۱/۰۲۲	۱۰/۴	۱۵	۱۵
۸۰۰	۴۱/۹۸۹	۴۶	۶۵	۶۵	۲۳/۰۹۴	۲۱	۳۰	۳۰	۱۳/۹۹۶	۱۰/۴	۲۰	۲۰
۱۰۰۰	۵۲/۴۸۶	۴۶	۸۰	۸۰	۲۸/۸۶۸	۲۱	۴۰	۴۰	۱۷/۴۹۶	۱۴	۲۵	۲۵

مقادیر این جدول براساس مشخصه‌های مندرج در نشریه NEMA PUBLICATION SG-2 تعیین شده است.

### ۳-۱۰ اصول و روشهای نصب ترانسفورماتور

#### ۱-۳-۱۰ نصب ترانسفورماتور در داخل ساختمان

۱-۱-۳-۱۰ اتاق ترانسفورماتور باید حتی الامکان نزدیک به مرکز ثقل بار و در طبقه همکف بوده و در آن به‌خیابان یا فضای آزاد باز شود به‌گونه‌ای که نقل و انتقال ترانسفورماتور و حرکت جرثقیل به‌سهولت امکان‌پذیر باشد. در مواردی که نصب ترانسفورماتورها در طبقات صورت می‌گیرد باید از ترانسفورماتورهای خشک استفاده شود.

۲-۱-۳-۱۰ به‌طور کلی ابعاد اصلی اتاق ترانسفورماتور، که باید با توجه به ظرفیت و تعداد ترانسفورماتورها و امکان توسعه آتی آن تعیین شود، به‌شرح زیر است:

الف - ترانسفورماتورهای کوچک تا ظرفیت ۶۳۰ کیلوولت - آمپر:

ابعاد اتاق: طول = ۴ متر، عرض = ۳ متر، ارتفاع = ۴/۷ متر

ابعاد در اتاق: عرض = ۱/۵ متر، ارتفاع = ۴ متر

ب - ترانسفورماتورهای بزرگتر از ۶۳۰ کیلوولت - آمپر:

ابعاد اتاق: طول = ۴/۵ متر، عرض = ۳/۵ متر، ارتفاع = ۵/۳ متر

ابعاد در اتاق: عرض = ۲ متر، ارتفاع = ۴/۳ متر

فضای آزاد در اطراف ترانسفورماتور باید حداقل ۰/۸ متر در نظر گرفته شود.

۱۰-۳-۱ ۳-۱-۳-۱۰ دفع حرارت ناشی از تلفات ترانسفورماتور در شرایط عادی<sup>۱</sup> (بند ۱۰ - ۲-۲) ممکن است به وسیله تهویه طبیعی همچون افزایش ارتفاع پست و تعبیه دریچه‌های مشبک ورود هوا در قسمت پایین پست و نصب بادگیر خروج هوا در قسمت سقف یا زیر آن انجام شود. در موارد غیرعادی مانند مناطق گرمسیری که حرارت محیط پست بیش از حرارت مندرج در بند ۱۰ - ۲-۲ می‌باشد، استفاده از تهویه مصنوعی به کمک هواکشهای برقی ضرورت دارد. در این‌گونه موارد باید در دهانه بادگیر یا پشت دریچه‌های فوقانی پست، هواکشهای برقی مناسبی با کنترل ترموستات پیش‌بینی شود، به طوری که هنگام افزایش میزان حرارت داخل پست، هواکشها با فرمان ترموستاتها به کار افتاده و در سایر مواقع خاموش باشد.

برای محاسبه و انتخاب نوع و تعداد هواکشها در هر یک از موارد فوق‌الذکر، به جداول بخش ۲-۳ مندرج در جلد اول از نشریه «استاندارد اجرایی پستهای توزیع زمینی ۲۰ کیلوولت» وزارت نیرو، امور برق، رجوع شود.

۱۰-۳-۱-۴ سایر مشخصاتی که در ساختمان اتاق ترانسفورماتور باید رعایت شود به قرار زیر است:

الف - اتاق پست ترانسفورماتور باید عاری از رطوبت بوده و از مصالحی ساخته شود که در برابر آتش‌سوزی مقاوم باشد.

ب - سطوح دیوارهای داخلی اتاق باید به گونه‌ای پوشیده شود که گردگیر نباشد.

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

ت - ورودی اتاق باید فاقد پله و دارای شیب مجاز باشد. در اتاق باید از نوع آهنی و به سمت خارج باز شود. قفل در باید از نوعی باشد که حتی هنگام قفل بودن آن، از داخل قابل باز شدن باشد. در اتاق ترانسفورماتور به جز در اصلی هیچ‌گونه دریچه دیگری نباید وجود داشته باشد.

ث - ارتفاع کف اتاق ترانسفورماتور باید حداقل ۲۰ سانتیمتر از سطح احتمالی سیلابروهای منطقه بالاتر باشد.

ج - دریچه‌های ورودی و خروجی هوا باید به گونه‌ای باشد که از ورود آب باران و همچنین دخول پرندگان و حیوانات کوچک به داخل پست ممانعت شود.

چ - در فضای درونی و در جداره داخلی و خارجی دیوارها، سقف و کف اتاق ترانسفورماتور نباید هیچ‌گونه لوله‌های حامل آب، گاز، تهویه و حرارت مرکزی نصب شود.

ح - برای اجتناب از تعریق در اتاق ترانسفورماتور، باید از گرمکن برقی مجهز به ترموستات استفاده شود.

۱۰-۳-۱-۵ ترانسفورماتور را ممکن است به طور جداگانه در اتاق ویژه آن، یا مشترکاً در اتاق تابلوهای فشار متوسط

نصب نمود. اتاق موردنظر 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 آتش‌سوزی، 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

۱ - در مواردی که ارتفاع محل نصب ترانسفورماتور بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا باشد، براساس توصیه سازندگان، باید به ازای هر ۲۰۰ متر ارتفاع اضافی یک درصد از ظرفیت نامی ترانسفورماتور کاسته شود.

مزبور ممکن است نصب شود و عمق آن متناسب با ظرفیت روغن ترانسفورماتور نامبرده خواهد بود. لبه دورادور حوضچه باید با آهن نبشی ۴×۴ سانتیمتر محافظت شود.

ب - دیواره‌ها و کف حوضچه ممکن است به صورت آجری با 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 قله 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 جابجایی ترانسفورماتور، چرخ‌های آن باید به کمک نگهدارنده‌های پیچ و مهره‌دار بر روی ریلها محکم شود.

۱۰-۳-۱-۶ جزئیات حوضچه روغن و ریل‌گذاری ترانسفورماتور مطابق استاندارد وزارت نیرو، امور برق در شکل ۱۰-۱ به عنوان نمونه ارائه شده است.

۱۰-۳-۱-۷ در مواردی که از اتاق ترانسفورماتور با کف کانال استفاده می‌شود، برای نصب کابل‌های فشار متوسط و فشار ضعیف از تابلوها به ترانسفورماتور باید در طرفین حوضچه زیر ترانسفورماتور کانالهایی به ابعاد حداقل ۳۰×۵۰ سانتیمتر پیش‌بینی و احداث شود.

۱۰-۳-۱-۸ در مواردی که از اتاق با کف نیم طبقه (دارای زیرزمین) استفاده می‌شود، برای ورود کابل‌های فشار متوسط و فشار ضعیف از زیرزمین به اتاق ترانسفورماتور باید در طرفین حوضچه، شیارهایی با ابعاد ۱۵×۵۰ سانتیمتر پیش‌بینی شود.

۱۰-۳-۱-۹ 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.

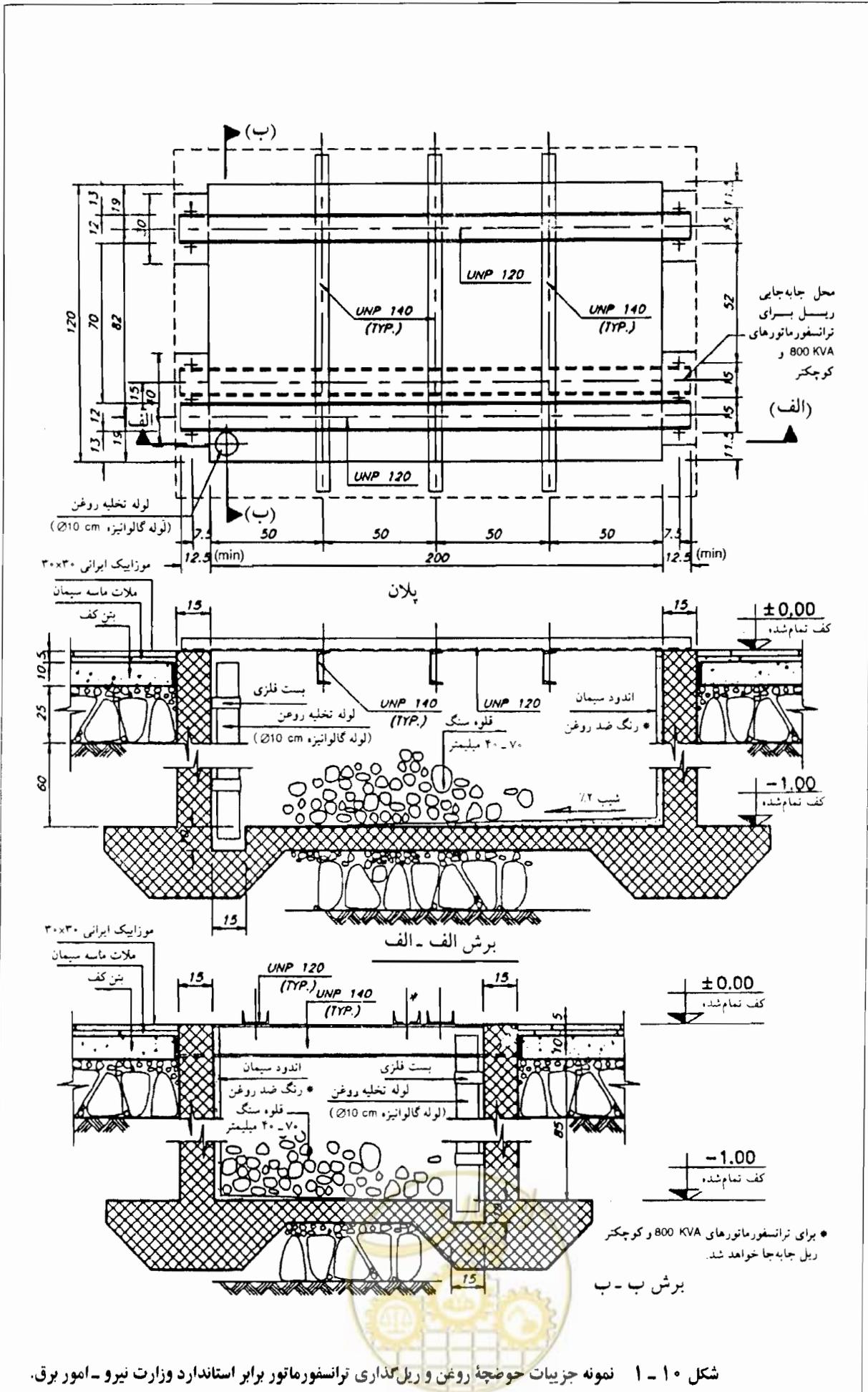
۱۰-۳-۱-۱۰ به منظور رعایت ضوابط ایمنی، بدنه اصلی ترانسفورماتور باید از طریق پیچ مخصوص اتصال زمین به طور محکم به چاه اتصال زمین واقع در نزدیکترین نقطه ممکن به آن متصل شود. با توجه به قابلیت جابجایی ترانسفورماتور بر روی چرخ و ریل، هادی اتصال زمین باید از نوع انعطاف پذیر و دارای طول کافی باشد. تجهیزات داخل پست اعم از بدنه ترانسفورماتورها، تابلوها، در، دریچه‌ها، نرده‌ها و درپوشهای فلزی باید به طور مؤثری به شبکه زمین پست اتصال داده شود.

### ۱۰-۳-۲ نصب ترانسفورماتور در خارج ساختمان (فضای آزاد)

ترانسفورماتور را می‌توان در خارج ساختمان بر روی زمین و یا روی تیر نصب نمود.

### ۱۰-۳-۱-۲ نصب ترانسفورماتور در خارج ساختمان و در روی زمین

الف - فضایی که برای نصب ترانسفورماتور در خارج ساختمان در نظر گرفته می‌شود باید حداقل



- دارای ابعاد ۴×۴/۵ متر بوده و کف آن حدود ۵۰ سانتیمتر از کف اطرافش بالاتر باشد.
- ب - برای نصب ترانسفورماتور در خارج ساختمان باید در محل نصب ترانسفورماتور حوضچه‌ای مستطیل شکل و با ابعادی حداقل برابر با ابعاد خارجی ترانسفورماتور مورد نظر و به عمق ۵۰ سانتیمتر پیش‌بینی و بر روی آن دو عدد ناودانی مناسب برای حرکت و قرارگرفتن چرخهای ترانسفورماتور نصب شده و لبه دورادور حوضچه با آهن نبشی ۴×۴ سانتیمتر مهار شود.
- پ - به منظور هدایت و دفع روغنهایی که به علل مختلف از ترانسفورماتور نشت و ریخته می‌شود و همچنین دفع آب باران و غیره، کف حوضچه باید دارای شیبی برابر یک درصد به طرف مرکز آن بوده و در مرکز به وسیله یک کف شور به چاهک جذب با عمق مناسب منتهی شود.
- ت - دیواره‌ها و کف حوضچه ممکن است به صورت آجری با اندود سیمان و یا با بتن مسلح ساخته شود.
- ث - برای نصب کابل‌های فشار متوسط و فشار ضعیف از تابلوها به ترانسفورماتور باید در طرفین حوضچه کانالهایی به ابعاد حداقل ۳۰×۵۰ سانتیمتر پیش‌بینی و تعبیه شود.
- ج - به منظور حفاظت ترانسفورماتور در برابر آسیب، و دسترسی افراد غیرمجاز باید دورادور محل نصب آن با حصار توری و یا نرده فلزی با درهای ورودی مناسب محصور شود.

#### ۱۰-۲-۳-۱ نصب ترانسفورماتور در روی تیر

- الف - ترانسفورماتورهای فشار متوسط با ولتاژ ۱۱ کیلوولت تا قدرت ۲۵۰ کیلوولت - آمپر، و با ولتاژ ۲۰ کیلوولت تا قدرت ۲۰۰ کیلوولت - آمپر را می‌توان در روی تیر نصب نمود.
- ب - برای نصب ترانسفورماتورهای فشار متوسط با ولتاژهای ۱۱ و ۲۰ کیلوولت در روی تیر باید جزییات و اصول نصب مندرج در استانداردهای شماره ۱۱-۴۴۲ و ۱۱-۴۴۳ و ۱۱-۴۴۴ و ۲۰-۴۴۲ و ۲۰-۴۴۳ و ۲۰-۴۴۴ وزارت نیرو - امور برق دقیقاً رعایت شود.

#### ۱۰-۴-۱ محافظت ترانسفورماتور در برابر ازدیاد جریان

- ۱۰-۴-۱ به منظور انتخاب نوع و قدرت فیوز برای ترانسفورماتورهای سه‌فاز نصب شده در روی تیر، جدول شماره ۱۰-۳ باید مورد استفاده قرار گیرد.
- ۱۰-۴-۲ به منظور انتخاب نوع و قدرت فیوز برای ترانسفورماتورهای سه‌فاز نصب شده در روی زمین در فضای باز، جدول شماره ۱۰-۴ باید ملاک عمل قرار گیرد.
- ۱۰-۵ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی مربوط به ترانسفورماتورهای فشار متوسط در جدول ۱۰-۵ ارائه شده است.





# فصل ۱۱

## خازنهای صنعتی

### ۱-۱۱ کلیات

- ۱-۱-۱۱ خازنهای صنعتی که به منظور کاهش توان راکتیو و اصلاح ضریب قدرت در مدارهای الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد، اغلب همفازکننده ساکن و یا جبران‌ساز ساکن نیز نامیده می‌شود. امروزه، استفاده از این‌گونه خازنها در شبکه‌ها و تأسیسات برقی جایگزین جبران‌سازهای دوار شده است زیرا علاوه بر این که فاقد مشکلات راه‌اندازی است، دارای تلفات بسیار ناچیزی نیز می‌باشد.
- ۲-۱-۱۱ در ساختمانها و کارخانه‌هایی که با ولتاژ فشار متوسط تغذیه شده ولی دارای بار متغیر فشار ضعیف است، برای تصحیح ضریب توان باید از خازنهای فشار ضعیف استفاده شود زیرا تجهیزات کنترل خودکار خازنهای ولتاژ پایین ضمن برخورداری از انعطاف‌پذیری مناسب، بسیار ارزاتر از وسایل مشابه فشار متوسط است.

### ۲-۱۱ تعاریف

#### ۱-۲-۱۱ عنصر خازنی

یک جزء غیر قابل تقسیم از یک خازن که شامل الکترودهای جداگانه‌ای بوده و به وسیله عایق از یکدیگر جدا شده باشد.

#### ۲-۲-۱۱ واحد خازن

مجموعه‌ای از یک یا چند عنصر خازن در یک محفظه منفرد با ترمینالهای خروجی

#### ۳-۲-۱۱ بانک خازن

یک گروه از واحدهای خازن که به صورت الکتریکی به یکدیگر متصل شده باشد، مانند یک بانک خازنی سه‌فاز که از سه واحد خازنی تک‌فاز تشکیل شده است.



## ۴-۲-۱۱ خازن

در این فصل، واژه خازن هنگامی به کار برده می‌شود که تأکید خاصی روی معانی مختلف خازن یا مجموعه خازن و یا واحد خازن نباشد.

## ۵-۲-۱۱ تجهیزات خازن

مجموعه‌ای از واحدهای خازنی و ابزار جانبی برای اتصال به مدار

## ۶-۲-۱۱ وسیله تخلیه خازن

وسیله‌ای که در بین ترمینالهای خازن و یا شینه‌ها و یا در داخل واحد خازنی قرار داده می‌شود تا هنگام قطع اتصال خازن از منبع، بار ذخیره شده در داخل خازن از راه آن تخلیه گردیده و ولتاژ خازن به صفر برسد.

## ۷-۲-۱۱ ترمینالهای خط

ترمینالهای خازن که به خطوط متصل می‌شود. در خازنهای چندفاز، ترمینالی که به خط نول یا زمین متصل می‌گردد جزو ترمینالهای خط محسوب نمی‌شود.

۸-۲-۱۱ ولتاژ نامی  $U_n$ 

مقدار ولتاژ مؤثری که بین ترمینالهای خازن برقرار می‌شود. برای خازنهایی که شامل یک یا چند مدار جداگانه باشد (مانند واحدهای تک‌فاز که در سیستم سه‌فاز استفاده می‌شود)،  $U_n$  مربوط به ولتاژ نامی هر مدار خواهد بود. برای خازنهای چندفاز با اتصالات الکتریکی داخلی بین فازها،  $U_n$  مربوط به ترمینالهای خطی است که بین آن بالاترین مقدار ولتاژ پدید می‌آید.

## ۹-۲-۱۱ میزان عایق‌بندی یا سطح عایقی

میزان عایق‌بندی یا سطح عایقی یک واحد خازنی عبارت است از ولتاژ ضربه با فرکانس مشخصی که هنگام انجام آزمون، عایق بین ترمینالهای خط و محفظه واحد خازنی بتواند آن ولتاژ را تحمل کند.

## ۱۰-۲-۱۱ توان اسمی

توان راکتیو طراحی شده خازن در ولتاژ و فرکانس نامی

## ۱۱-۲-۱۱ جریان نامی

مقدار مؤثر جریان عبوری از یک ترمینال خط، در ولتاژ، فرکانس و توان نامی



## ۱۱-۲-۱۲ تلفات خازن

توان اکتیو مورد مصرف خازن

## ۱۱-۲-۱۳ دمای محیط

دمای هوا در محل نصب خازن

## ۱۱-۲-۱۴ دمای هوای خنک کننده

دمای هوای خنک کننده‌ای که در گرمترین نقطه از یک بانک خازنی اندازه‌گیری می‌شود. این نقطه، در وسط دو واحد خازنی قرار دارد. اگر خازن شامل یک واحد باشد، دمای مذکور عبارت از دمای اندازه‌گیری شده، در نقطه‌ای به فاصله حدوداً ۳۰ سانتیمتر از محفظه خازن و در ارتفاعی برابر با  $\frac{2}{3}$  قد خازن بالاتر از کف آن خواهد بود.

## ۱۱-۳ استاندارد و مشخصات فنی خازنهای صنعتی

۱۱-۳-۱ خازنهای صنعتی فشار ضعیف با ولتاژ اسمی ۳۸۰ ولت و ۵۰۰ ولت و فرکانس نامی ۵۰ هرتز باید براساس استانداردهای IEC 70, 70 A ; VDE 0560 ; DIN 48500 و یا ۲۷۸۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

۱۱-۳-۲ مقررات استاندارد IEC 70, 70 A شامل خازنهایی است که در محدوده دمای محیط بین ۴۰- تا ۵۰+ درجه سانتیگراد و حداکثر ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا به کار می‌رود. (در مواردی که دمای محیط بیشتر از دمای نامبرده باشد و یا ارتفاع نصب بالاتر از ۱۰۰۰ متر باشد، خریدار باید این مراتب را به سازنده اعلام نماید)

براساس استاندارد یادشده، خازن‌ها از نظر دمای کار طبقه‌بندی شده و حدود دمای کار هر طبقه با تعیین یک حداقل و یک حداکثر مشخص می‌شود. حداقل دما شامل سه مقدار ۴۰- و ۲۵- و ۱۰- درجه سانتیگراد انتخاب گردیده و حداکثر آن طبق جدول ۱-۱۱ تعیین می‌شود.

جدول ۱-۱۱ رده‌بندی حداکثر حدود دمای کار خازن

حداقل دمای محیط (درجه سانتیگراد)			رده‌بندی بالاترین حد دما (درجه سانتیگراد)
میانگین دما در یک سال	میانگین دما در ۲۴ ساعت	میانگین دما در یک ساعت	
۲۰	۳۰	۴۰	۴۰
۳۰	۴۰	۴۵	۴۵
۳۵	۴۵	۵۰	۵۰

رده‌بندی خازنها از نظر حداقل و حداکثر دمای استاندارد محیط کار برحسب درجه سانتیگراد به‌قرار زیر است:

$$-۴۰/+۴۰ \text{ و } -۲۰/+۴۰ \text{ و } -۱۰/+۴۰ \text{ و } -۱۰/+۴۵$$

۱۱-۳-۳ خازنهای مورد استفاده باید برای کار عادی در شرایط مشخص شده مناسب بوده و حتی‌المقدور دارای حداقل تلفات باشد.

۱۱-۳-۴ اتصالات خازن باید با استفاده از مواد فسادناپذیر در برابر شرایط مختلف کار به‌صورت غیرقابل نفوذ آب‌بندی شود.

۱۱-۳-۵ محفظه خازن و تمامی اجزای فلزی آن که در معرض هوا قرار می‌گیرد مانند پیچها، مهره‌ها، ترمینالها و غیره باید در برابر زنگ‌زدگی و خوردگی و سایر عوامل فاسدکننده مقاوم باشد.

۱۱-۳-۶ محفظه فلزی خازن باید مجهز به وسیله مناسبی برای اتصال الکتریکی مطمئن به بدنه باشد تا بدان وسیله بتوان محفظه خازن را در پتانسیل ثابتی نگهداری کرد.

### ۱۱-۳-۷ پلاک مشخصات

هر واحد خازن باید دارای یک پلاک شناسایی از جنس فولاد گالوانیزه، یا دیگر مواد ضدآب و فسادناپذیر باشد. پلاک مزبور باید حاوی اطلاعات زیر به‌صورت حکاکی یا مشابه آن بوده و به‌گونه‌ای نصب شود که به‌آسانی قابل رویت باشد.

۱- نام سازنده خازن

۲- شماره سری

۳- توان اسمی برحسب کیلووار

۴- ولتاژ نامی  $U_n$  به‌ولت یا کیلوولت

۵- فرکانس نامی به‌هرتز

۶- حدود مجاز دما

۷- نوع اتصال برای خازنهای سه‌فاز

۸- میزان عایق‌بندی

۹- وسیله مورد استفاده برای تخلیه خازن (در صورتی که در داخل خازن نصب شده باشد)

۱۰- ارتفاع محل نصب از سطح دریا

۱۱- کاپاسیتانس اندازه‌گیری شده (در ولتاژ و فرکانس نامی)

۱۲- جریان اندازه‌گیری شده (در ولتاژ و فرکانس نامی) به‌آمپر

در مواردی که برای ایمنی افراد یا حفاظت تأسیسات اطلاعات حائز اهمیت دیگری مورد نیاز باشد، اطلاعات مزبور نیز باید در پلاک مشخصات یا در برگه راهنمای خازن درج شود. پلاک مشخصات باید حاوی راهنمایی لازم برای مراجعه به اطلاعات مندرج در برگه راهنما باشد.

۱۱-۳-۸ در خازنهای سه‌فاز، نوع اتصال فازها به یکدیگر باید به‌وسیله یکی از علائم زیر نشان داده شود:

مثلت: 

ستاره: 

ستاره با سیم خنثی: ✦

سه بخش بدون اتصالات داخلی III

توان واحدهای خازنی سه فاز باید به صورت مجموع توان سه فاز ارائه شود.

۹-۳-۱۱ میزان عایق‌بندی باید به وسیله دو عدد جداگانه نشان داده شود. عدد اول مقدار مؤثر ولتاژ آزمون به کیلوولت و عدد دوم حداکثر مقدار ولتاژ برای آزمون ضربه‌ای به کیلوولت خواهد بود (مانند 28/75). در مورد واحدهایی که برای نصب در فضای آزاد در نظر گرفته نشده است عدد دوم با یک خط تیره جایگزین می‌شود. (مانند -/28).

### ۱۰-۳-۱۱ اضافه بار مجاز

۱-۱۰-۳-۱۱ حداکثر ولتاژ مجاز

واحدهای خازن باید برای کار دراز مدت با ولتاژ مؤثر بین ترمینالها که مقدار آن از ۱/۱ برابر ولتاژ اسمی تجاوز نکند (به استثنای ولتاژهای گذرا) مناسب باشد.

۲-۱۰-۳-۱۱ حداکثر جریان مجاز

واحدهای خازن باید برای کار پیوسته در جریان خطی مؤثر که مقدار آن از ۱/۳ برابر جریانی که در ولتاژ اسمی سینوسی و فرکانس اسمی برقرار است (به جز در جریانهای گذرا) مناسب باشد.

### ۱۱-۳-۱۱ تابلو اتصال کابل

تابلوی اتصال کابل باید از ورق آهن با حداقل ضخامت ۱/۵ میلیمتر و ابعاد مناسب و مشابه سایر اجزای سیستم اصلاح ضریب قدرت ساخته شده و شامل سه عدد فیوز کاردی با قدرت متناسب با ظرفیت شدت جریان سیستم باشد.

### ۱۲-۳-۱۱ دستگاه رگولاتور

تابلوی دستگاه رگولاتور باید از ورق آهن با حداقل ضخامت ۱/۵ میلیمتر و ابعاد مناسب و مشابه سایر اجزای سیستم اصلاح ضریب قدرت ساخته شده و شامل رگولاتور نوع الکترونیکی با ولتاژ اسمی ۳۸۰/۲۲۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز و قدرت قطع حداقل ۲۵۰۰ ولت آمپر و مناسب برای اتصال به ترانسفورماتور جریان با جریان ثانویه ۵ آمپر و با تعداد مراحل لازم (۳ الی ۱۹ مرحله) به منظور زیر بار آوردن خازنها، به انضمام کلید سلکتور سه مرحله‌ای اتوماتیک - خاموش - دستی ۶ آمپری، چراغهای سیگنال و یک دستگاه کسینوس فی متر می‌باشد.

### ۱۳-۳-۱۱ تابلوی فرمان

تابلوی فرمان باید از ورق آهن با حداقل ضخامت ۱/۵ میلیمتر و ابعاد مناسب و مشابه سایر اجزای سیستم اصلاح ضریب قدرت به نحوی ساخته شود که بتوان خازنها را به سهولت در زیر آن نصب نمود.

این تابلو شامل کنتاکتور یک و یا سه پل خشک بوبین دار با ظرفیت قدرت مناسب، دکمه فشاری دوبل برای قطع و وصل کنتاکتور در حالت دستی، فیوزهای فشنگی نوع تابلویی، چراغهای سیگنال و ترمینالهای مربوط می باشد.

### ۱۱-۳-۱۴ وسیله تخلیه خازن

۱۱-۳-۱۴-۱ هر دستگاه خازن باید توسط یک وسیله تخلیه شارژ الکتریکی که مستقیماً به طور ثابت به آن وصل است مجهز باشد. چنانچه این وسیله مستقیماً به دستگاههای الکتریکی دیگر وصل باشد، یک مدار تخلیه را تشکیل می دهد. در مسیر مدار تخلیه خازن نباید کلید قطع کننده، فیوز کات اوت یا خازنهای سری قرار گیرد.

۱۱-۳-۱۴-۲ وسیله تخلیه باید به گونه ای باشد که ولتاژ خازن را پس از قطع اتصال از منبع تغذیه، در مدت زمان تعیین شده ای از مقدار نامی ولتاژ ( $U_n$ ) به ۵۰ ولت یا کمتر از آن برساند. این زمان برای خازنهای با ولتاژ نامی ۶۶۰ ولت و کمتر، یک دقیقه و برای خازنهای با ولتاژ نامی بیشتر از آن، ۵ دقیقه می باشد.

۱۱-۳-۱۴-۳ در صورتی که خازنها در فواصل کم کلیدزنی شود، وسایل حفاظتی باید طوری انتخاب گردد که هنگام وصل مجدد خازن به ولتاژ، ولتاژ ترمینالهای خازن، از ۱۰٪ ولتاژ نامی بیشتر نباشد.

۱۱-۳-۱۴-۴ وسیله تخلیه نباید به عنوان جانشین برای اتصال کوتاه نمودن ترمینالهای خازن به یکدیگر یا به زمین، که هنگام سرویس و قبل از دست زدن به آن باید انجام شود، مورد استفاده قرار گیرد، زیرا ممکن است به علت قطع اتصالات داخلی بین واحدهای خازنی سری شده و یا قطع فیوز آن، بار الکتریکی همچنان در واحدهای خازنی باقی مانده باشد.

### ۱۱-۴-۲ آزمونهای خازن

کلیه خازنهای مورد استفاده باید برابر مقررات و روشهای آزمون مندرج در نشریه شماره ۲۷۸۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران یا IEC 70 , 70 A، به شرح زیر مورد آزمونهای عادی و نوعی قرار گیرد:

#### ۱۱-۴-۱ آزمونهای عادی<sup>۱</sup>

این گونه آزمونها که برای هر خازن پس از اتمام کار ساخت در کارخانه انجام می شود شامل اندازه گیری ظرفیت خازن، تعیین تلفات خازن، ولتاژ مستقیم یا متناوب بین ترمینالها، ولتاژ متناوب بین ترمینالها و محفظه خازن (آزمون خشک)، و آزمون بین ترمینالها و زمین و بانکهای خازن می باشد.

#### ۱۱-۴-۲ آزمونهای نوعی<sup>۲</sup>

آزمونهای نوعی، که برای تأیید درستی طرح خازن و مطابقت آن در عمل با کلیه مشخصات ذکر شده در

مقررات استاندارد می باشد، شامل موارد زیر است:

- تلفات خازن در دمای بالا
  - آزمون پایداری حرارتی
  - آزمون ولتاژ متناوب با سطوح خشک بین ترمینالهای خازن و محفظه فلزی (برای خازنهای ویژه نصب در هوای آزاد این آزمون با سطوح تر انجام می شود)
  - آزمون ولتاژ ضربه ای بین ترمینالها و محفظه خازن (ویژه نصب در هوای آزاد)
  - آزمون یونیزاسیون
  - آزمون خازنهای خود ترمیم کننده (ویژه خازنهای خود ترمیم کننده با لایه فلزی)
- ۳-۴-۱۱ آزمونهای نوعی باید به وسیله کارخانه سازنده، قبل از تحویل خازنها انجام گرفته و نتایج جزئیات آن در صورت درخواست خریدار به صورت یک گواهی نامه به وی ارائه شود. این نوع آزمونها باید بر روی یک خازن نمونه که از بین یک سری از خازنها با مشخصات یکسان انتخاب شده باشد، انجام گیرد.

## ۵-۱۱ توان واحدهای خازنی فشار ضعیف و روش محاسبه خازن مورد نیاز

- ۱-۵-۱۱ توان واحدهای خازنی فشار ضعیف، با توجه به میزان خازن مورد نیاز، و تعداد پله های خازنی برای کلیدزنی اتوماتیک تعیین شده و آنگاه، با توجه به اندازه واحدهای خازنی که به وسیله سازندگان تولید می شود، خازن مورد نیاز مناسب انتخاب می گردد.

## ۲-۵-۱۱ روش محاسبه خازن مورد لزوم برای حذف توان راکتیو

- برای حذف مصرف راکتیو قدرت خازن باید به اندازه ای باشد که  $\cos \phi$  را به حدود ۰/۹۰ تا ۱/۰ برساند. از لحاظ تئوری وقتی  $\cos \phi = 1$  باشد مصرف راکتیو کاملاً از بین رفته است. بنابراین:
- الف -  $\cos \phi$  با استفاده از دو فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\frac{\text{مصرف راکتیو (کیلووات ساعت)}}{\text{مصرف اکتیو (کیلووات ساعت)}} = \tan \phi \Rightarrow \cos \phi = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \phi}}$$

ب - با احتساب  $\cos \phi$  قدرت اکتیو از فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$P_w = I \times \cos \phi \times U \times (\text{ولتاژ}) \times \sqrt{3} \quad (\text{قدرت اکتیو})$$

- پ - ضریب F با کمک جدول شماره ۱۱-۲ به این ترتیب پیدا می شود که مثلاً اگر بخواهیم  $\cos \phi$  را از ۰/۶۰ به حدود ۱ و یا به ۰/۹۴ برسانیم، در ردیف مربوط به ۰/۶۰ پیش می رویم، تا به ستون ۰/۹۴ برسیم. به این ترتیب ضریب F را برابر با ۰/۹۷ خواهیم یافت.

ت - با پیدا کردن ضریب F مقدار خازن از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$P_c = P_w \times F \quad (\text{قدرت اکتیو}) \quad (\text{قدرت خازن})$$



جدول ۱۱-۲ تعیین ضریب F و محاسبه قدرت خازن لازم (کیلووار) برای اصلاح ضریب قدرت

فاکتور F = کیلوولت آمپر مورد نیاز به صورت درصد بار مؤثر نصب شده به کیلووات																	
ضریب قدرت واقعی $\cos \phi_1$	ضریب قدرت مورد نیاز $(\cos \phi_2)$																
	۱	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۸۷۵	۰/۸۵	۰/۸۲۵	۰/۸	۰/۷۷۵	۰/۷۵	۰/۷	۰/۶۵	۰/۶	۰/۵۵	۰/۵
۰/۴	۲۳۰	۲۱۰	۲۰۱	۱۹۴	۱۸۷	۱۸۲	۱۷۵	۱۶۸	۱۶۱	۱۵۵	۱۴۹	۱۴۲	۱۳۸	۱۱۳	۹۶	۷۸	۵۷
۰/۴۵	۱۹۸	۱۷۷	۱۶۸	۱۶۱	۱۵۵	۱۴۹	۱۴۲	۱۳۶	۱۲۹	۱۲۳	۱۱۶	۱۱۰	۹۶	۸۱	۶۴	۴۶	۲۴
۰/۵	۱۷۳	۱۵۳	۱۴۴	۱۳۷	۱۳۰	۱۲۵	۱۱۸	۱۱۱	۱۰۴	۹۸	۹۲	۸۵	۷۱	۵۶	۴۰	۲۱	
۰/۵۵	۱۵۲	۱۳۲	۱۲۳	۱۱۶	۱۰۹	۱۰۴	۹۷	۹۰	۸۳	۷۷	۷۱	۶۴	۵۰	۳۵	۱۹		
۰/۶	۱۳۳	۱۱۳	۱۰۴	۹۷	۹۱	۸۵	۷۸	۷۱	۶۵	۵۸	۵۲	۴۶	۳۲	۱۶			
۰/۶۵	۱۱۷	۹۷	۸۸	۸۱	۷۴	۶۹	۶۲	۵۵	۴۸	۴۲	۳۶	۲۹	۱۵				
۰/۷	۱۰۲	۸۱	۷۳	۶۶	۵۹	۵۴	۴۶	۴۰	۳۳	۲۷	۲۰	۱۴					
۰/۷۲۵	۹۵	۷۵	۶۶	۵۸	۵۲	۴۶	۳۹	۳۳	۲۶	۲۰	۱۳	۷					
۰/۷۵	۸۸	۶۷	۵۹	۵۲	۴۵	۴۰	۳۳	۲۶	۱۹	۱۳	۶/۵						
۰/۷۷۵	۸۱	۶۱	۵۲	۴۵	۳۹	۳۳	۲۶	۱۹	۱۲	۶/۵							
۰/۸	۷۵	۵۴	۴۶	۳۹	۳۲	۲۷	۱۹	۱۳	۶								
۰/۸۲۵	۶۹	۴۸	۴۰	۳۳	۲۶	۲۱	۱۴	۷									
۰/۸۵	۶۲	۴۲	۳۳	۲۶	۱۹	۱۴	۷										
۰/۸۷۵	۵۵	۳۵	۲۶	۱۹	۱۳	۷											
۰/۹	۴۸	۲۸	۱۹	۱۲	۶												
۰/۹۲	۴۲	۲۲	۱۳	۶													
۰/۹۴	۳۶	۱۶	۷														
۰/۹۶	۲۹	۹															
۰/۹۸	۲۰																
۰/۹۹	۱۴																

قدرت خازن لازم (Kvar) برای تصحیح  $\cos \phi_1$  به  $\cos \phi_2$  برابر است با (قدرت آکتیو  $F \times$ )  
 مثال: برای اصلاح ضریب قدرت ۰/۶ ( $\cos \phi_1$ ) به ۰/۹۶ ( $\cos \phi_2$ ) در کارخانه‌ای با ۲۰۰ کیلوولت آمپر بار مؤثر -  
 طبق جدول فوق فاکتور  $F = ۱۰۴$  درصد خواهد بود.  
 $۲۰۰ \times ۰/۶ \times ۱۰۴\% = ۱۲۵ \text{ Kvar}$



## ۶-۱۱ وسایل قطع و وصل و حفاظت خازنهای فشار ضعیف

- ۱-۶-۱۱ در مواردی که بارهای خیلی کوچک الکتریکی با تغذیه فشار ضعیف مطرح باشد، برای تنظیم توان راکتیو ممکن است از سیستم کنترل دستی استفاده شود. وسایل کلیدی و حفاظت در این گونه سیستمها شامل کلیدهای هوایی قابل قطع در زیر بار<sup>۱</sup> همراه با فیوزهای نوع HRC<sup>۲</sup>، و یا کلید فیوز خواهد بود. در این گونه موارد ظرفیت کلید فیوز باید با احتساب ضریب ۱/۵ در جریان نامی خازن تعیین شود.
- ۲-۶-۱۱ در مواردی که از سیستم کنترل خودکار استفاده می شود، برای انتخاب کنتاکتور مناسب (به بند ۲-۱۳ رجوع شود)، باید پارامترهای حرارتی آن را، که در حداکثر جریان خازن به دست می آید، در ضریب ۰/۸ ضرب نمود تا در نتیجه پارامترهای لازم برای انتخاب کنتاکتور حاصل شود. در این صورت کنتاکتور قابلیت عبور جریان تا ۲۵ درصد بیشتر از جریان نامی خازن را خواهد داشت. همچنین برای حفاظت مطمئن در برابر اتصال کوتاه، باید کنتاکتور با استفاده از فیوز HRC به شبکه متصل شود. اندازه این نوع فیوزها نیز با اعمال ضریب ۱/۵ در جریان نامی خازن تعیین می گردد.
- ۳-۶-۱۱ در مواردی که تغذیه بارهای فشار ضعیف به وسیله چندین پست توزیع انجام می شود، استفاده از کنترل خودکار محلی در هر پست، برای خازنها، عموماً اقتصادی تر از به کار بردن یک سیستم کنترل مرکزی در ورودی برق مجموعه خواهد بود.

## ۷-۱۱ روشهای کنترل خودکار توان راکتیو

- ۱-۷-۱۱ کنترل و تنظیم خودکار میزان خازنهای فشار ضعیف در مدار، معمولاً با توجه به کاربرد ممکن است با استفاده از رله های حساس به توان راکتیو، رله های حساس به جریان و یا به وسیله کلیدهای زمانی صورت گیرد.
- ۲-۷-۱۱ در مواردی که تغییرات ضریب توان دایمی و ناگهانی بوده و در شرایط مختلف بار یک ضریب توان ثابت یا با اندک تغییرات مورد نظر باشد باید از رله های حساس به توان راکتیو استفاده شود. این نوع رله که در جبران سازهای مرکزی مورد استفاده قرار می گیرد، بهترین روش برای کنترل خودکار خازنهای فشار ضعیف می باشد.
- ۳-۷-۱۱ در مواردی که مصرف کننده های صنعتی کوچک یا جبران کننده های گروهی مورد نظر باشد استفاده از رله های جریان قابل توصیه است.
- ۴-۷-۱۱ در صورتی که بار یکنواخت و قابل پیش بینی مطرح باشد مانند برخی کارخانه های کوچکی که دارای این گونه مصرف کننده هایی است، رله های زمانی ممکن است به کار رود.



## ۱۱-۸ اصول و روشهای نصب

### ۱-۸-۱۱ دمای کار

۱-۱-۸-۱۱ دمای کار خازن تأثیر بسیاری در دوام و عمر آن دارد و عامل تعیین کننده، دمای گرمترین نقطه درون خازن است که اندازه گیری مستقیم آن در عمل ممکن نیست، بنابراین دمای هوای خنک کننده (بند فرعی ۱۱-۲-۱۴) باید ملاک تعیین دمای مطلوب خازن قرار گیرد، به این ترتیب که میانگین آن در طول یک ساعت نباید ۵ درجه سانتیگراد بیش از دمای محیط (ستون دوم جدول ۱۱-۱) باشد.

۲-۱-۸-۱۱ خازنها باید به گونه ای نصب شود که حرارت ناشی از تلفات خازن به وسیله تابش و تبادل حرارتی انتقال یافته و در نتیجه دمای خازن از حد مشخصی بالاتر نرود، بنابراین نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:  
الف - تهویه اتاقی که خازنها در آن نصب می شود و نیز ترتیب گردش هوا در اطراف هر واحد خازن باید مدنظر قرار گیرد. این امر به ویژه هنگامی که واحدهای خازن بر روی یکدیگر قرار می گیرد از اهمیت خاصی برخوردار است.

ب - در مواردی که دمای خازنها بر اثر تابش خورشید یا هر منبع حرارتی دیگر افزایش می یابد، برای کنترل دما باید با توجه به دمای هوای خنک کننده و همچنین شدت و مدتی که خازنها در برابر تابش قرار می گیرد، یکی از روشهای زیر مورد استفاده قرار گیرد:  
- حفاظت خازنها در برابر تابش خورشید یا منبع حرارتی.  
- انتخاب خازنهایی که برای دمای محیط بالاتر طراحی شده باشد.  
- استفاده از خازنهایی با ولتاژ نامی بالاتر (در این حالت کاهش توان راکتیو خازنها نیز باید منظور شود).

### ۲-۸-۱۱ شرایط محل نصب

۱-۲-۸-۱۱ محل نصب خازنهای طراحی شده برای فضاها داخلی باید تمیز و خشک بوده و دارای تهویه مناسب باشد. خازنهای مورد استفاده در فضاها باز باید از نوع مناسب برای فضای آزاد باشد.

۲-۲-۸-۱۱ در مناطق گرمسیری، علاوه بر دمای زیاد محیط، شرایط نامناسب دیگری مانند رطوبت نسبی زیاد و متناوب، امکان رشد سریع کپک، ایجاد خوردگی در اثر عوامل جوی موجود در مناطق صنعتی و ساحلی، و حمله حشرات موذی ممکن است وجود داشته باشد، در این گونه موارد خریدار باید هنگام سفارش خازنها و لوازم جانبی آن، شرایط نامبرده را به اطلاع سازندگان مربوط برساند.

۳-۲-۸-۱۱ در محیطهای مخاطره آمیز که به علت وجود گازها، بخارها، غبارها و مایعات قابل اشتعال، ایلاف و رشته های آتشگیر و مانند آن، امکان به وجود آمدن آتش سوزی و انفجار در اثر جرقه، قوس الکتریکی و دمای بیش از حد بسیار است، خازنها و دیگر لوازم و تجهیزات الکتریکی باید برابر یکی از استانداردهای شناخته شده بین المللی همچون NEC و IEC و مانند آن، از نوع تأیید شده و متناسب با مکان مورد استفاده، انتخاب و به کار گرفته شود.

### ۳-۸-۱۱ نصب مجموعه سیستم اصلاح ضریب قدرت

۱-۳-۸-۱۱ مجموعه یک سیستم اصلاح ضریب قدرت خودکار که شامل تابلوی اتصال کابل، تابلوی دستگاه رگولاتور، تابلوهای فرمان و خازنهای صنعتی می باشد به وسیله کارخانه سازنده روی یک شاسی نصب و به صورت یک واحد در محل نصب قرار داده می شود.

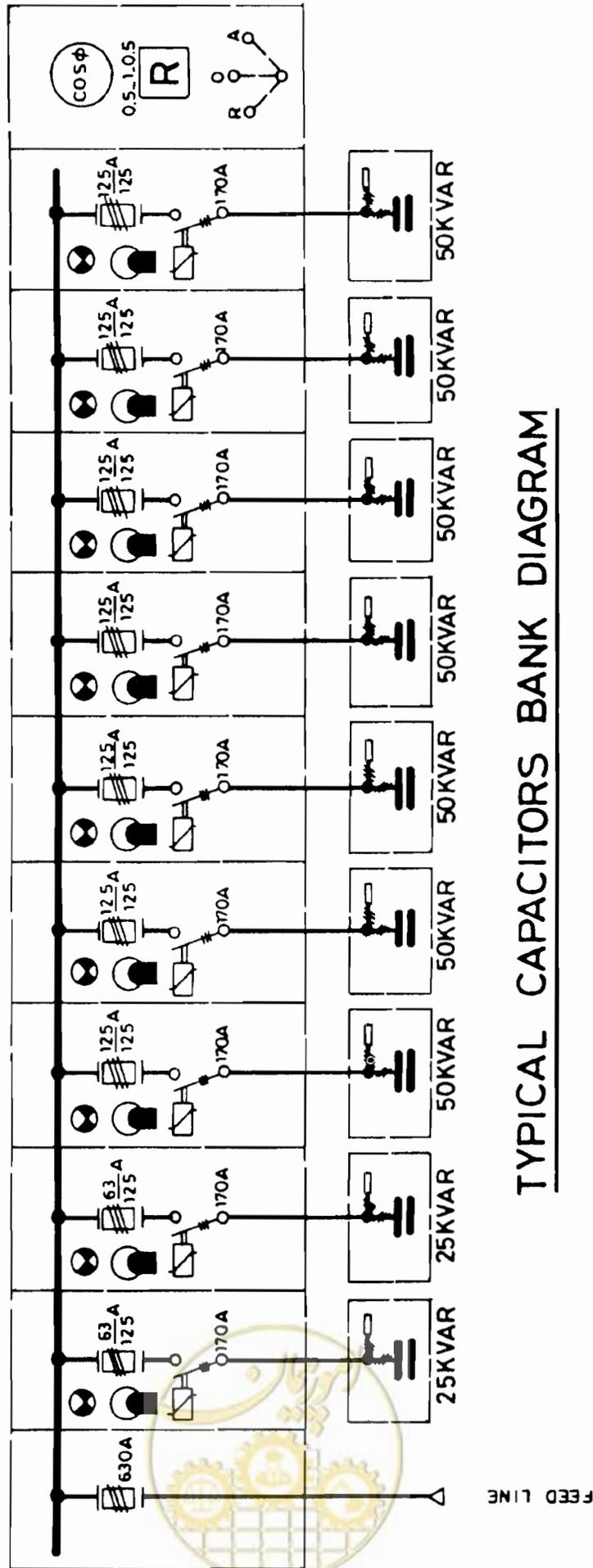
۲-۳-۸-۱۱ برای نصب مجموعه سیستم اصلاح ضریب قدرت مزبور روی زمین، باید در قسمت پایین شاسی مربوط (قسمتی که روی زمین قرار می گیرد) سوراخهایی پیش‌بینی و تعبیه شده و با استفاده از رول بولت (Roll bolt) به زمین متصل شود.

۳-۳-۸-۱۱ برای کابلکشی از تابلوی اصلی تا زیر تابلوی اتصال کابل سیستم اصلاح ضریب قدرت باید کانال مناسبی پیش‌بینی و تعبیه شود.

۴-۳-۸-۱۱ طرز استقرار یک مجموعه خازنهای اصلاح ضریب قدرت نمونه در شکل ۱۱-۱ نشان داده شده است.

۹-۱۱ نشانه‌های ترسیمی خازنهای صنعتی و یکسوسازها در جدول ۱۲-۱ ارائه شده است.





**TYPICAL CAPACITORS BANK DIAGRAM**

شکل ۱-۱ شماتیک تابلوی خازن‌های تصحیح ضریب قدرت.

## فصل ۱۲

# منابع تغذیه جریان مستقیم یا یکسوسازها

<b>کلیات</b>	۱-۱۲
یکسوسازها برای یکسوکردن جریان متناوب و تبدیل آن به جریان مستقیم به منظور استفاده مستقیم و یا شارژ باطری سیستمهای مختلف به کار می‌رود.	۱-۱-۱۲
منابع تغذیه برق مستقیم که در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرد عمدتاً یکسوسازهایی است که در ساختمانها و ابنیه برای شارژ باتریها و منابع مستقل تأمین‌کننده نیروی برق مستقیم مورد نیاز سیستم‌های اعلام و اطفای حریق، ساعت مرکزی، وسایل ارتباطی، سیستمهای حفاظتی و روشنایی اضطراری به کار می‌رود.	۲-۱-۱۲
یکسوکندها ممکن است به صورت مجموعه‌ای از ورقه‌های سلنیوم و یا به صورت دیود از جنس سیلیکون ساخته شده باشد.	۳-۱-۱۲
<b>تعاریف</b>	۲-۱۲
<b>سلول یکسوساز نیمه‌هادی<sup>۱</sup></b>	۱-۲-۱۲
وسیله یکسوسازی اولیه شامل ترکیبی از نیمه‌هادیها، یا یک نیمه‌هادی و یک فلز در تماس با یکدیگر، که برحسب قطبهای ولتاژ اعمال شده، دارای رسانایی نامتقارن باشد.	
<b>پشته یکسوساز<sup>۲</sup></b>	۲-۲-۱۲
ساختار واحدی از یک یا چند سلول یکسوساز با پایه‌ها، امکانات خنک‌ساز (در صورت وجود)، و اتصالات الکتریکی و مکانیکی لازم.	
<b>مجموعه پشته یکسوساز<sup>۳</sup></b>	۳-۲-۱۲
ساختاری الکتریکی و مکانیکی مرکب از یک یا چند پشته یکسوساز، با کلیه اتصالات لازم، همراه با	

1- Semiconductor rectifier cell

2- Rectifier stack

3- Rectifier stack assembly

امکانات خنک‌سازی (در صورت وجود) در ساختمان مکانیکی آن.

### ۴-۲-۱۲ دستگاه یکسوساز<sup>۱</sup>

یک مجموعه آماده کار شامل یک یا چند پشته یکسوساز همراه با ترانسفورماتورها و سایر وسایل لازم (در صورت وجود)، برای تبدیل جریان متناوب به جریان مستقیم.

### ۵-۲-۱۲ تهویه طبیعی

خنک‌سازی به وسیله جابه‌جایی طبیعی هوای محیط.

### ۶-۲-۱۲ تهویه اجباری

خنک‌سازی به وسیله ترتیبات تهویه فشاری مانند تهویه با فشار پروانه، در این نوع سیستم هوا ممکن است از مجاورت دستگاه و یا از محلی با حرارت متفاوت گرفته شود.

### ۷-۲-۱۲ شرایط بهره‌برداری

شرایط بهره‌برداری عبارت از تمامی عوامل خارجی مؤثر بر کارایی یکسوساز نیمه‌هادی یا دستگاه یکسوساز می‌باشد، مانند حرارت محیط، رطوبت هوا، ویژگی بار و غیره.

### ۸-۲-۱۲ شرایط بهره‌برداری نامی

شرایط بهره‌برداری که ظرفیتهای نامی در آن به کار رود.

### ۹-۲-۱۲ بهره‌برداری نامی

بهره‌برداری از یک وسیله در شرایط بهره‌برداری نامی با مقادیر نامی جریان و ولتاژ.

## ۳-۱۲ استانداردها و مشخصات فنی یکسوسازها

### ۱-۳-۱۲ استاندارد ساخت

منابع تغذیه برق مستقیم باید برابر استانداردهای زیر یا یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی مشابه طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

۱-۱-۳-۱۲ دستگاهها و پشته‌های یکسوساز از نوع نیمه‌هادیهای کریستالی<sup>۲</sup> برابر استاندارد IEC 119.

۲-۱-۳-۱۲ ترانسفورماتورهای مورد مصرف در منابع تغذیه، برابر استاندارد IEC 76 و ضوابط اضافی مندرج در

استاندارد IEC 146.

- ۳-۱-۳-۱۲ مبدل‌های نیمه‌هادی<sup>۱</sup> برابر استاندارد IEC 146
- ۴-۱-۳-۱۲ تریتورهای مورد استفاده در منابع تغذیه برابر شرایط مندرج در استاندارد IEC 146
- ۵-۱-۳-۱۲ دستگاههای شارژ باتری برای کاربری عمومی (Utility) برابر استاندارد ANSI / NEMA PE5 1985
- ۶-۱-۳-۱۲ دستگاههای شارژ باتری برای کاربری مخابراتی برابر استاندارد ANSI / NEMA PE 7 1985
- ۷-۱-۳-۱۲ مشخصات مجموعه سیستم روشنایی اضطراری براساس استاندارد VDE 108

### ۲-۳-۱۲ مشخصات فنی دستگاههای یکسوساز

عمده‌ترین مشخصات فنی عمومی دستگاههای یکسوساز به‌قرار زیر است:

۱-۲-۳-۱۲ دستگاههای یکسوساز باید برای شرایط محیطی بهره‌برداری مانند حداقل و حداکثر حرارت محیط، ارتفاع از سطح دریا، درصد رطوبت نسبی، شرایط محیطی از نظر ایجاد خوردگی و آلودگیهای دیگر مناسب باشد.

۲-۲-۳-۱۲ میزان حرارت مرجع برای شرایط محیط کار عادی یکسوسازهای نیمه‌هادی براساس استاندارد IEC 119 برابر با ۳۵ درجه سانتیگراد تعیین شده است که ممکن است طی ۲۴ ساعت برای مدت حداکثر سه ساعت تا ۴۰ درجه سانتیگراد نیز افزایش یابد. در مواردی که حرارت محیط از مقادیر نامبرده تجاوز نماید، باید شرایط محیطی غیر عادی تلقی شده و برابر بند ۱۲-۳-۲-۳ عمل شود.

۳-۲-۳-۱۲ عمده‌ترین موارد شرایط غیر عادی که در صورت وجود، منبع تغذیه باید طی موافقت ویژه با سازنده سفارش داده شود به‌قرار زیر است:

- وجود تنشهای مکانیکی غیر عادی، مانند ضربه و لرزش
- وجود هوای آلوده به نمک (مانند نزدیکی به دریا)، رطوبت زیاد، قطرات ریز آب یا گازها و بخارهای مضر و خطرناک همچون بخار جیوه، کلر و گوگرد
- در معرض بخار یا بخار روغن قرار گرفتن
- در معرض مخلوط غبار یا گازهای انفجار آمیز قرار گرفتن
- در مواقعی که دستگاه خارج از سرویس کار باشد حرارت محیط به کمتر از ۳۰- درجه سانتیگراد برسد.

- حرارت محیط به کمتر از ۱۰- درجه سانتیگراد برسد (برای دستگاههایی که با هوا خنک می‌شود)
- وجود رطوبت نسبی و حرارت زیاد مانند مناطق گرمسیری
- ارتفاع بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا
- تغییرات زیاد و سریع حرارت و رطوبت
- نگهداری دستگاهها در انبار برای مدتی متجاوز از شش ماه
- فرکانسهای خارج از ۱۰ تا ۱۰۰ هرتز

۴-۲-۳-۱۲ با توجه به این‌که طبیعت بار، بر ویژگیهای کارایی یکسوسازها مؤثر است، دستگاههای یکسوساز باید برای نوع بار مورد نظر مانند بار مقاومتی، بار القایی، بار خازنی، بار باتری، بار ماشینی یا ترکیبی از

بارها مناسب باشد.

۱۲-۳-۵ منابع تغذیه برق مستقیم ممکن است از نوع یک فاز یا سه فاز، با ولتاژ اولیه ۲۲۰ ولت یا ۳۸۰/۲۲۰ ولت متناوب و با ولتاژ ثانویه ۱۲، ۲۴، ۶۰ و یا ۱۱۵ ولت مستقیم، با شدت جریان ۱۰ الی ۲۰۰ آمپر برحسب مورد، و اختلاف ولتاژ بین بی بار و بار کامل حدود ۸ درصد ساخته شده باشد.

۱۲-۳-۶ کلیه اجزای به کار رفته در منابع برق مستقیم باید در حدود ظرفیت طراحی مورد استفاده قرار گیرد.

۱۲-۳-۷ هر یکسوساز باید دارای جعبه مناسب با شرایط محیط نصب بوده و در آن کلیه وسایل حفاظتی و اندازه گیری از قبیل کلید خودکار و فیوز، ولت متر و آمپر متر جریان مستقیم و همچنین چراغهای سیگنال و سیستم آلارم صوتی لازم پیش بینی و تعبیه شده باشد.

۱۲-۳-۸ هر دستگاه یکسوساز باید در برابر ۱۱۰ درصد ولتاژ متناوب نامی مداوم به گونه ای مقاوم باشد که جریان مستقیم بین صفر تا جریان نامی آن را بدون صدمه و آسیب رسیدن به اجزا یا تجاوز از حرارت مجاز و نیز بدون ایجاد تغییرات دائمی در ویژگیهای دستگاه تحمل نماید.

۱۲-۳-۹ هر دستگاه یکسوساز نیمه هادی باید براساس استاندارد IEC 119 دارای یک پلاک شناسایی با دوام و مقاوم در برابر خوردگی و رطوبت باشد و اطلاعات زیر بر روی آن درج شده باشد:

- نام سازنده یا علامت تجاری آن

- نشانه شناسایی به عنوان دستگاه نیمه هادی

- اطلاعات تعیین کننده نوع نیمه هادی مورد مصرف در مجموعه اصلی یکسوساز

- ولتاژ مؤثر (r.m.s) نامی

- جریان مؤثر (r.m.s) نامی

- شمار فازها

- فرکانس نامی

- ولتاژ مستقیم نامی

- نوع منبع تغذیه (دائمی، متناوب با ذکر ضریب تناوب یا استفاده، مدت زمان بار، شرح مورد کاربرد مانند تغذیه کنتاکتور یا روش شارژ باطری)

- نوع بار

- نوع و حرارت ماده خنک کننده (در صورتی که هوای محیط نباشد)

- مقدار ماده خنک کننده و عایق کننده (در صورت وجود)

- شماره و تاریخ استاندارد مرجع

۱۲-۳-۱۰ شارژر باطری باید به گونه ای طراحی و ساخته شده باشد که جریان و ولتاژ برق متناوب را به جریان و ولتاژ برق مستقیم فیلتر شده و پایدار تبدیل نموده و به طور همزمان باطری و بار مورد لزوم را با ولتاژ ثابت تغذیه نماید.

۱۲-۳-۱۱ ظرفیت شارژ کننده باید برای تغذیه همزمان بار و پُر کردن باطری از وضعیت خالی (بدون شارژ) به حالت شارژ شده، برای کار در دوره های تعیین شده کافی باشد.

۱۲-۳-۱۲ شارژر باطری باید برحسب مورد با استفاده از تهویه طبیعی یا به وسیله پروانه خنک شود لیکن در هر صورت از کار افتادن پروانه، گرفتگی بازشوها یا فیلترها نباید وضعیت خطرناک یا مخرب ایجاد کند.

۱۲-۳-۱۳ تجهیزات یکسوساز شارژر باید در برابر اتصال معکوس قطبهای باطری به شارژر با استفاده

از وسیله‌ای که بتواند جریان برق مستقیم را قطع کند حفاظت شود.

۱۲-۳-۲-۱۴ دستگاه یکسوساز مورد مصرف برای شارژ باتری باید در برابر اتصال کوتاه و همچنین افزایش ولتاژ ورودی از مقدار اسمی که ناشی از قطع جریان مستقیم خروجی است حفاظت شود. این‌گونه تجهیزات باید مجهز به فیوزهای مناسب برای ورودی و خروجی دستگاه باشد. فیوزهای تندکار ممکن است برای پشته‌های یکسوساز مورد استفاده قرار گیرد.

۱۲-۳-۲-۱۵ دستگاههای شارژر باید مجهز به وسایل تنظیم میزان ولتاژ مستقیم در محدوده‌های مورد لزوم برای ولتاژ شناور<sup>۱</sup> و ولتاژ برابرکننده<sup>۲</sup> باشد.

## ۴-۱۲ آزمونهای دستگاههای یکسوساز

منابع تغذیه برق مستقیم باید براساس شرایط مندرج در استاندارد IEC 119، یا یکی از استانداردهای بین‌المللی مشابه، به شرح زیر مورد آزمون قرار گیرد:

### ۱۲-۴-۱ آزمونهای نوعی<sup>۳</sup>

آزمونهای نوعی، که برای تأیید مشخصات دستگاههای یکسوکننده از نظر مطابقت با مقررات استاندارد می‌باشد، باید طبق مفاد بخش ۳۵۲ از نشریه IEC 119 در زمینه‌های زیر انجام شود:

- الف - ترسیم ویژگیهای ولتاژ - جریان مستقیم
- ب - بررسی عملکرد تنظیم‌کننده‌های خودکار یا سایر وسایل جبران‌ساز به وسیله تغییر مقادیری که اثرات آن باید حذف شود.
- پ - اندازه‌گیری کارایی
- ت - اندازه‌گیری ضریب جابه‌جایی دستگاههای یکسوساز با قدرت بیش از ۱۰ کیلووات قدرت مستقیم
- ث - اندازه‌گیری اجزای متناوب در طرف برق مستقیم در موارد لازم
- ج - آزمون افزایش دما
- چ - آزمون عایق‌بندی
- ح - اندازه‌گیری سایر مقادیری که ممکن است تضمین شود همچون هارمونیک‌ها در جریان متناوب

### ۱۲-۴-۲ آزمونهای عادی<sup>۴</sup>

۱۲-۴-۲-۱ آزمونهای عادی سازنده، که برای حصول اطمینان از برابری کیفیت تولیدات با اندازه‌گیریهای مورد لزوم در آزمونهای نوعی صورت می‌گیرد، باید برابر بند ۳۵۳ از استاندارد IEC 119 به شرح زیر انجام شود:

- الف - بازرسی مکانیکی
- ب - آزمونهای عایق‌بندی



1- Floating voltage

2- Equalizing voltage

3- Type tests

4- Routine tests

پ - بررسی نقاطی از ویژگیهای ولتاژ - جریان مستقیم که انجام تضمینهای تنظیم ولتاژ را نشان می دهد.

ت - بررسی عملکرد لوازم کمکی مورد استفاده همچون کنتاکتورها، رله ها، پمپها و غیره  
۱۲-۲-۲-۲ انجام آزمونهای عادی زیر نیز توصیه شده است:

الف - بررسی جریان متناوب در بهره برداری نامی و در حالت بی بار  
ب - بررسی تقارن جریان مستقیم در دستگاههای چندفاز

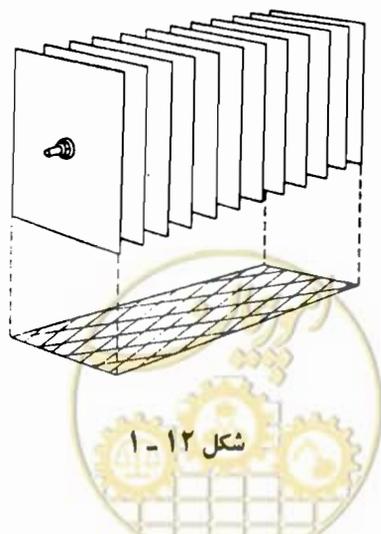
## ۱۲-۵ اصول و روشهای نصب

۱۲-۵-۱ برای نصب منابع تغذیه برق مستقیمی که دارای جعبه نوع دیواری (روکار یا توکار) می باشد، باید کلیه اصول و ضوابط مندرج در بخش مربوط به تابلوهای دیواری فشار ضعیف دقیقاً رعایت شود.

۱۲-۵-۲ برای نصب دستگاههای یکسوسازی که دارای جعبه نوع ایستاده می باشد، باید کلیه اصول و ضوابط مندرج در بخش مربوط به تابلوهای ایستاده فشار ضعیف دقیقاً به کار رود.

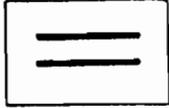
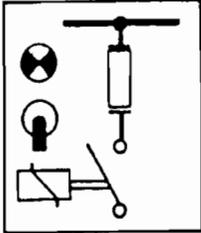
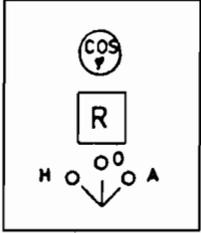
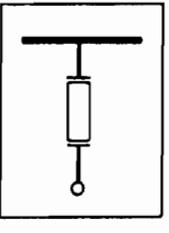
۱۲-۵-۳ برای نصب دستگاههای یکسوکنده در داخل یک و یا مجموعه ای از تابلوها باید، با توجه به وظیفه و عملکرد سیستم مورد نظر و ترکیب اجزای مختلف آن، محل و فضای مناسب، با پایه ها و نگاهدارنده های قابل اطمینان برای آن، پیش بینی شود.

۱۲-۵-۴ نصب دستگاههای یکسوساز باید با توجه به دستورالعملهای سازنده در زمینه خنک سازی آن صورت گیرد. در مواردی که پشته های یکسوساز به وسیله گردش هوا با فشار پروانه خنک می شود، سرعت گردش هوا بر سطح تصویر پشته یا پشته ها باید به وسیله سازنده ارائه شود. سطح تصویر عبارت از مساحت سطحی است که عمود بر جریان هوا در محیط پیرامونی پشته یا پشته ها قرار دارد (شکل ۱۲-۱).



۱۲-۶ نشانه های ترسیمی الکتریکی خازنهای صنعتی و یکسوسازها در جدول ۱۲-۱ ارائه شده است.

جدول ۱۲ - ۱ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای خازنهای صنعتی و یکسوکندها

نشانه	شرح
	خازن ضریب قدرت
	تابلوی فرمان خازن
	رگولاتور
	تابلوی انشعاب
	یکسوکنده





# فصل ۱۳

## وسایل شبکه

### ۱-۱۳ کلیات

- ۱-۱-۱۳ در این فصل مشخصات، استانداردها و اصول و روشهای نصب کلیه اقلام و تجهیزات مورد استفاده در شبکه‌های برقی هوایی با ولتاژ حداکثر ۳۳ کیلوولت بررسی و تعیین شده است.
- ۲-۱-۱۳ ولتاژهای مورد استفاده در شبکه‌های برقی هوایی عموماً به ترتیب ۳۸۰/۲۲۰ ولت، ۱۱، ۲۰ و ۳۰ کیلوولت می‌باشد.
- ۳-۱-۱۳ در مواردی که مشخصات و روشهای نصب برخی از اقلام تحت شرایط خاص، در این فصل پیش‌بینی و تصریح نشده باشد باید اصول و ضوابط مندرج در نشریات «استاندارد شبکه‌های توزیع نیروی برق» و «استاندارد خطوط هوایی شبکه توزیع»، که به وسیله وزارت نیرو - امور برق تهیه شده است، رعایت شود.

### ۲-۱۳ تعاریف

#### ۱-۲-۱۳ پایه‌های بتنی مسلح و پیش‌تنیده

- ۱-۱-۲-۱۳ پایه بتنی مسلح
- پایه بتنی است که به منظور افزایش استحکام مکانیکی آن، اسکلتی از میلگردهای فولادی درون آن قرار داده شده باشد.

#### ۲-۱-۲-۱۳ پایه بتنی پیش‌تنیده

- پایه بتنی است که میله‌ها یا سیمهای فولادی درون آن قبل از بتن‌ریزی مورد پیش‌تنش قرار گرفته باشد.

#### ۳-۱-۲-۱۳ مقاومت نرمال یا قدرت نامی

- میزان باری است که پایه به‌طور دائم و بدون ایجاد ترک در آن بتواند تحمل کند.

#### ۴-۱-۲-۱۳ مقاومت ارتجاعی

- میزان باری است که موجب از بین رفتن حالت ارتجاعی تیر و ایجاد تغییرشکلهای دائمی در آن شود.

#### ۵-۱-۲-۱۳ مقاومت نهایی

- میزان باری است که موجب شکسته شدن تیر می‌شود.



## ۲-۲-۱۳ پایه‌های چوبی

## ۱-۲-۲-۱۳ یقه تیر

فصل مشترک بین تیر چوبی و سطح زمین، یقه تیر نامیده می‌شود.

## ۲-۲-۲-۱۳ محیط سینه تیر

محیط آن قسمت از تیر که در ارتفاع ۱۸۳ سانتیمتر از ته تیر قرار دارد.

## ۳-۱۳ استانداردها و مشخصات فنی پایه‌های برق

## ۱-۳-۱۳ پایه‌های بتنی مسلح و پیش‌تنیده

## ۱-۱-۳-۱۳ پایه‌های بتنی مسلح و پیش‌تنیده باید برابر مشخصات فنی مندرج در جلد دوم از استاندارد خطوط

هوایی توزیع، زیر عنوان «استاندارد تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده»، که به وسیله وزارت نیرو - امور برق تهیه شده است، طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد. عمده‌ترین موارد مربوط به مشخصات فنی تیرهای مزبور برابر استاندارد فوق‌الذکر به‌قرار زیر است:

الف - مشخصات مصالح مورد مصرف برای ساخت پایه‌ها شامل سیمان، سنگدانه، آب و میلگرد باید برابر بند ۵ و مشخصات بتن و بتن‌ریزی تیرها برابر بند ۶ از استاندارد فوق انتخاب شود.

ب - در تیرهای پیش‌تنیده، بارهای پیش‌تنیدگی مجاز باید برابر بند ۸ تعیین شود.

پ - مقطع عرضی تیر باید به‌طور یکنواخت از پایین به‌بالا به‌ازای هر متر ۱۰ تا ۲۰ میلیمتر باریکتر شود.

ت - سطح خارجی تیر باید صاف و عاری از هرگونه ترک خوردگی بوده و در آن سوراخ‌های مورد لزوم با قطر و فواصل مندرج در بند ۳-۲ از استاندارد فوق برای نصب لوازم خطوط هوایی و میله‌های صعود از تیر پیش‌بینی شود.

ث - میزان انحراف از حالت مستقیم تیر به‌ازای هر سه متر از طول آن نباید از ۱۰ میلیمتر تجاوز کند.

ج - اطلاعات زیرین باید به‌طور خوانا و ماندنی بر روی تمامی پایه‌ها، در فاصله سه متری از انتهای تیر، با عمق حداقل سه میلیمتر حک شود.

سطر اول: علامت اختصاری یا نام پروژه مورد نظر

سطر دوم: طول حقیقی پایه برحسب متر و مقاومت نرمال آن برحسب کیلوگرم نیرو

سطر سوم: نام کارخانه سازنده

سطر چهارم: تاریخ ساخت (روز - ماه - سال)

چ - کلیه پایه‌ها باید علاوه بر بازرسیهای مقرر در بند ۱۳، به‌وسیله کارخانه سازنده و در حضور نماینده مهندسین مشاور طبق ضوابط و اصول مندرج در بند ۱۴ مورد آزمون قرار گرفته و مهر پذیرش که به‌وسیله مهندسین مشاور بدین منظور تخصیص داده شده روی تمام تیرها زده شود. پیمانکاران خطوط هوایی مجاز به استفاده از پایه‌هایی که فاقد مهر مذکور باشند نخواهند بود.

## ۲-۱-۳-۱۳ پایه‌های بتنی مسلح و پیش‌تنیده با توجه به طول، قدرت نامی، مقاومت در مرحله ارتجاعی، و مقاومت

نهایی آن، برابر استاندارد وزارت نیرو - امور برق در جدولهای ۱-۱۳ و ۲-۱۳ ارائه شده است. این‌گونه پایه‌ها برحسب وضعیت و شرایط محل نصب، فواصل بین دو تیر، شکل مقطع، و تعداد سیم‌های نصب شده بر روی آن از لحاظ ارتفاع و قدرت کشش ممکن است از جدولهای مزبور انتخاب شود.

جدول ۱۳-۱ طبقه‌بندی پایه‌های بتنی مسلح از نظر طول پایه، قدرت اسمی، مقاومت ارتجاعی و نهایی، برابر استاندارد وزارت نیرو - امور برق

طول تیر (متر)	قدرت اسمی (کیلوگرم نیرو)	مقاومت در مرحله ارتجاعی (کیلوگرم نیرو)	مقاومت نهایی (کیلوگرم نیرو)
۹	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۹	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۹	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۹	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۲	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۲	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۲	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۲	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۲	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰
۱۵	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۵	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۵	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۵	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰

جدول ۱۳-۲ طبقه‌بندی پایه‌های بتنی پیش‌تنیده از نظر طول تیر، قدرت اسمی، مقاومت ارتجاعی و نهایی، برابر استاندارد وزارت نیرو - امور برق

طول تیر (متر)	قدرت اسمی (کیلوگرم نیرو)	مقاومت در مرحله ارتجاعی (کیلوگرم نیرو)	مقاومت نهایی (کیلوگرم نیرو)
۸	۱۰۰	۱۵۰	۳۰۰
۸	۱۵۰	۲۲۵	۴۵۰
۸	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۹	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۹	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۹	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۹	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۹	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۵۰۰
۱۰/۵	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۰/۵	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۲	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۲	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۲	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۲	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۲	۱۲۰۰	۱۸۰۰	۳۰۰۰
۱۵	۴۰۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۱۵	۶۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰
۱۵	۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
۱۵	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۵۰۰

۱۳-۳-۱ برای مشخصات طرحهای نمونه پایه‌های بتنی مسلح با مقاطع H و مستطیل شکل برابر جدول ۱۳-۱-۳ به بند ۱۷-۱-۱ و برای مشخصات طرحهای نمونه پایه‌های بتنی پیش‌تنیده با مقطع گرد برابر جدول ۱۳-۲ به بند ۱۷-۲ از «استاندارد تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده» مصوب وزارت نیرو مراجعه شود.

### ۱۳-۳-۲ پایه‌های فلزی

۱۳-۳-۱-۲ پایه‌های فلزی به سه نوع کلی تقسیم می‌شود:

الف - مشبک: این نوع پایه دارای پایه‌های اصلی از آهن نبشی و یا ناودانی بوده و به وسیله بازوهای نبشی متقاطع به یکدیگر متصل می‌باشد.

ب - تیرآهن کشیده: این نوع پایه از تیرآهن با مقطع H که قسمت میانی آن در کارخانه با ابزار مخصوص به صورت زیگزاگ برش و کشش داده شده ساخته شده است.

پ - لوله‌ای: پایه لوله‌ای از قطعات لوله فلزی به نحوی تشکیل شده است که قطر قطعات پایین بیشتر بوده و به تدریج قطر قطعات بالا کاهش می‌یابد. این نوع پایه‌ها، که عموماً در روشنایی خیابانها به کار می‌رود ممکن است دارای بازو و یا بدون بازو باشد. پایه‌های بازو دار ممکن است دارای بازوی مستقیم و یا کمانی شکل (شلاقی) باشد.

۱۳-۳-۲-۲ پایه‌های فلزی مشبک، که به آن دکل نیز گفته می‌شود، با توجه به این که در شکل، انواع، و ابعاد مختلف بوده و برحسب موقعیت جغرافیایی محل نصب، طراحی و ساخته می‌شود، مشخصات فنی جداگانه‌ای برای آن در این فصل پیش‌بینی و تعیین نشده است. بنابراین مهندسین مشاور هر طرح موظفند دکل‌های موردنیاز را برحسب وضعیت جغرافیایی منطقه مربوط از قبیل فشار و سرعت وزش باد و سایر شرایط جوی و همچنین نوع و مقطع سیم مورد مصرف براساس ضوابط وزارت نیرو - امور برق طرح و اجرا کنند. ۱۳-۳-۲-۳ پایه‌هایی که از نوع تیرآهن کشیده شده می‌باشد نیز باید طبق شرایط مندرج در بند ۱۳-۳-۲-۲ طراحی و اجرا شود.

۱۳-۳-۲-۴ پایه‌های لوله‌ای، به طور کلی، از نظر ساخت به دو نوع تلسکوپی یک پارچه<sup>۱</sup> و تلکسکوپی جوشی یا پرسی<sup>۲</sup> تقسیم می‌شود که هر یک نیز ممکن است برحسب مورد مصرف در انواع مختلف مانند مستقیم بدون بازو یا بازو دار، شلاقی یکطرفه یا دوطرفه و در بعضی موارد چهار طرفه و یا بیشتر ساخته شود. ۱۳-۳-۲-۵ فولاد مورد مصرف در ساخت پایه‌های لوله‌ای باید حداقل برابر استاندارد EN 25-72، کلاس Fc 360 B بوده و برای گالوانیزه شدن و جوش مناسب باشد. این گونه لوله‌ها باید از نوع سراسر درز جوش و یا بی درز و کاملاً سالم و همچنین بدون هیچ نوع خوردگی باشد.

۱۳-۳-۲-۶ آلیاژ آلومینیوم مورد مصرف برای ساخت پایه‌های آلومینیومی باید با شرایط مندرج در استانداردهای ISO/R 827, ISO/TR 2136, ISO/R 209, ISO/R 164 منطبق بوده و در برابر خوردگی مقاوم باشد. در مواردی که در محل نصب پایه‌ها شرایط خوردندگی ویژه‌ای وجود داشته باشد. پیمانکار موظف است آلیاژ پایه‌ها را با توافق دستگاه نظارت تعیین نماید.

۱۳-۳-۲-۷ میله یا تسمه‌های پرکننده که برای جوشکاری قوس الکتریک تحت گاز محافظ برای آلومینیوم یا آلیاژهای آن به کار می‌رود باید دارای شرایط مندرج در بخش چهارم از استاندارد BS 2901 باشد.

- ۱۳-۲-۳-۸ آماده‌سازی و اجرای جوشکاری قوس الکتریک باید حسب مورد، برطبق بخش اول از استاندارد BS 3019 و یا بخش اول از استاندارد BS 3571 انجام شود.
- ۱۳-۲-۳-۹ پایه‌های تلسکوپی یکپارچه باید از لوله یک‌تکه بوده و در کارخانه به‌وسیله دستگاه مخصوص تغییر قطر به شکل پله‌ای ساخته شود.
- ۱۳-۲-۳-۱۰ پایه‌های تلسکوپی پرسی باید از لوله‌هایی که دارای قطرهای مختلف و طولهای مناسب است به‌وسیله دستگاهها و پرس‌های ویژه تولید این نوع پایه‌ها ساخته شود. نحوه ساخت به‌وسیله دستگاههای یاد شده بدین ترتیب است که ابتدا لوله دارای قطر بزرگتر کاملاً گرم و سپس لوله دارای قطر کوچکتر در داخل آن پرس می‌شود و کار به‌همین ترتیب تا تکمیل پایه ادامه می‌یابد.
- ۱۳-۲-۳-۱۱ پایه‌های تلسکوپی جوشی نیز باید از لوله‌هایی با قطرهای مختلف و با طولهای مناسب در داخل یکدیگر قرار داده شده و دورادور آن حداقل دوبر مرتب با شرایط مندرج در استاندارد BS 5135 جوشکاری شده و سطح آن با سنباده کاملاً صاف شود.
- ۱۳-۲-۳-۱۲ طراحی و ساخت پایه‌های فلزی روشنایی باید با محاسبه وزن بازو و چراغ و سایر لوازم مربوط به آن، و ضرایب مربوط به فشار باد و شکل پایه و بازو انجام شود.
- ۱۳-۲-۳-۱۳ برای طرحهای نمونه پایه‌های فولادی روشنایی معابر و همچنین سایر مشخصات فنی و استانداردهای مربوط به پایه‌ها همچون جعبه تقسیم پایه، مسیر کابل ورودی و یا خروجی، ترمینالهای زمین و اتصال چراغ به پایه به‌نشریه «مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راههای شهری» رجوع شود.

### ۱۳-۲-۳-۱۴ حفاظت پایه‌های فلزی در برابر خوردگی

- حفاظت پایه‌های فلزی در برابر خوردگی شامل سه بخش به‌شرح زیر خواهد بود:
- سطح اول: سطح خارجی پایه از بالاترین قسمت آن تا ۰/۲۵ متر از سطح زمین یا در مورد پایه‌های فلنج‌دار تمامی سطح خارجی پایه
- سطح دوم: سطح خارجی قسمت زمینی پایه تا ارتفاع ۰/۲۵ متر از سطح زمین
- سطح سوم: سطح داخلی پایه (در صورت وجود)

### ۱۳-۲-۳-۱۵ حفاظت پایه‌های فولادی در برابر خوردگی

- پایه‌های فولادی باید براساس یکی از روشهای زیر، برحسب مورد، در برابر خوردگی حفاظت شود:
- الف - در مواردی که از پایه‌های فولادی گالوانیزه استفاده می‌شود، تمامی سطوح پایه باید برابر استانداردهای ISO 1459، ISO 1460 و ISO 1461 گالوانیزه گرم شده باشد. حداقل ضخامت پوشش روی برای پایه‌های فولادی گالوانیزه با ضخامت بین ۱ تا ۵ میلیمتر در جدول ۱۳-۳ ارائه شده است.

جدول ۱۳-۳ حداقل ضخامت پوشش روی برای پایه‌های فولادی گالوانیزه با ضخامت بین ۱ تا ۵ میلیمتر

ضخامت پایه فولادی (میلیمتر)	حد اقل پوشش روی (در یک طرف) g/m <sup>2</sup>	حد اقل پوشش روی μm
۱ تا ۲	۵۰	۳۵۰
بیش از ۲ تا ۵	۶۵	۴۵۰

ب - در مواردی که پایه‌های فلزی به وسیله روش دمایی فلزپاشی و رنگ آمیزی<sup>۱</sup> در برابر خوردگی حفاظت می‌شود، ابتدا باید سطوح اول و دوم پایه با استفاده از روش زنگ زدایی با فشار باد و مواد ساینده<sup>۲</sup> برابر استاندارد سوئد (SIS 05 5900) آماده‌سازی شود و سپس سطوح سه‌گانه آن به شرح زیر رنگ آمیزی و قیراندود گردد:

سطح اول: پوشش آستری با رنگ مقاوم در برابر خوردگی - غیر الزامی

سطح دوم: پوشش آستری با رنگ مقاوم در برابر خوردگی یا یک لایه پوشش قیر

سطح سوم: یک لایه پوشش قیر

پ - در مواردی که برای حفاظت پایه‌های فولادی از روش فسفات و رنگ کردن استفاده می‌شود، ابتدا باید سطوح سه‌گانه تا زدوده شدن تمامی زنگ از سطح فلز نمک سود شده و سپس یک لایه فسفات بر روی آن ایجاد شود و آنگاه در مدت ۲۴ ساعت به شرح زیر رنگ آمیزی و قیراندود گردد:

سطح اول: پوشش آستری با رنگ مقاوم در برابر خوردگی

سطح دوم: پوشش آستری با رنگ مقاوم در برابر خوردگی یا یک لایه پوشش قیر

سطح سوم: یک لایه پوشش قیر

ت - در مواردی که برای حفاظت پایه‌های فولادی از روش رنگ آمیزی استفاده می‌شود، ابتدا باید سطوح اول و دوم پایه طبق استاندارد سوئد (SIS 05 5900) زنگ زدایی و سپس به شرح زیر رنگ آمیزی و قیراندود شود:

سطح اول: پوشش آستری با رنگ مقاوم در برابر خوردگی

سطح دوم: پوشش آستری با رنگ مقاوم در برابر خوردگی و (یا) یک لایه پوشش قیر

سطح سوم: یک لایه پوشش قیر

### ۱۳-۲-۳-۱۶ حفاظت پایه‌های آلومینیومی در برابر خوردگی

حفاظت سطوح سه‌گانه پایه‌های آلومینیومی در برابر خوردگی به شرح زیر خواهد بود:

سطح اول: حفاظت ضرورت ندارد

سطح دوم: سطح مورد نظر باید پس از چربی‌گیری و پرداخت اولیه به وسیله حداقل ۲۵۰ میکرومتر قیر پوشیده شود.

سطح سوم: چربی‌گیری و پوشش قیر همانند سطح دوم باید انجام شود لیکن پرداخت اولیه سطح مورد لزوم نخواهد بود.

### ۱۳-۳-۳ پایه‌های چوبی

پایه‌های چوبی باید از چوب سرو مخصوص مطابق استاندارد BS 1990/1984 بوده و با مواد کربنوزوت براساس روش روپینگ<sup>۳</sup> و استاندارد BS 913/1954 اشباع شده باشد. کیفیت کربنوزوت مذکور باید براساس استاندارد BS 144/1954 بوده و حداقل کشش الیاف پایه‌های چوبی (Fiber stress) باید

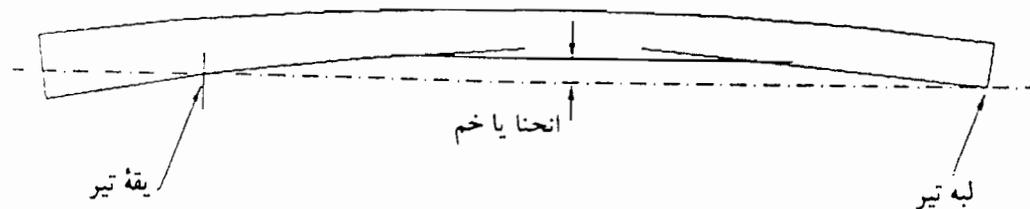
$560 \text{ kg/cm}^2$  باشد. پایه‌های چوبی همچنین باید با مشخصات مندرج در جلد سوم از استاندارد خطوط هوایی توزیع زیر عنوان «تیرهای چوبی و مشخصات کراس آرمهای چوبی به کاررفته در شبکه توزیع» منطبق باشد. عمده‌ترین موارد مربوط به مشخصات فنی پایه‌های چوبی براساس استاندارد نامبرده به‌قرار زیر است:

- ۱۳-۳-۳-۱ چوب داخلی مناسب برای ساخت پایه‌های چوبی شامل درختان کاج تدا، کاج تهران، کاج زربین، ممرز، تبریزی، صنوبر، افرا، اکالیپتوس و انجیلی می‌باشد. چوب درختان یادشده باید از نظر تعداد حلقه‌های رویش سالانه، طول ترکها و شکافهای ظاهرشده در سر یا ته تیر، وجود علایم فشاری (یا کششی) در ابتدا یا انتهای چوب، اثر زخم و فرورفتگی، وجود پوسیدگی یا مغز پوک در چوب، محدودیت تکان خوردگی، و مانند آن برابر ضوابط مندرج در استاندارد مزبور باشد.
- ۱۳-۳-۳-۲ حداکثر پیچش مجاز رگه در تیرهای مورد مصرف به‌قرار جدول زیر خواهد بود:

طول تیر	حداکثر پیچش مجاز
۹ متر و کمتر	یک دور کامل در هر ۳ متر
۱۰ تا ۱۴ متر	یک دور کامل در هر ۵ متر
بیش از ۱۵ متر	یک دور کامل در هر ۶ متر

### ۱۳-۳-۳-۳ انحناى تیر

الف - انحنا در یک جهت: تیرهای مورد مصرف با حداکثر ارتفاع ۱۵ متر و انحنا در یک جهت، نباید به‌ازای هر سه متر طول از محل یقه تیر به‌بالا دارای انحناى بیش از  $2/5$  سانتیمتر باشد. (شکل ۱۳-۱).



شکل ۱۳-۱ انحنا یا خمیدگی تیر در یک جهت.

ب - انحنا در دو جهت: خط مستقیمی که از وسط سر و ته تیر می‌گذرد باید در فاصله این دو نقطه در محل‌های انحنا حداقل با سطح تیر مماس باشد (شکل ۱۳-۲).

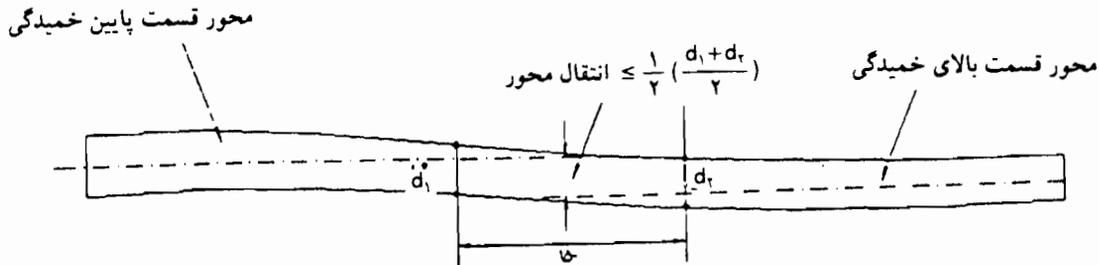


شکل ۱۳-۲ انحنا یا خمیدگی تیر در دو جهت.

## ۱۳-۳-۲ خمیدگی کوتاه

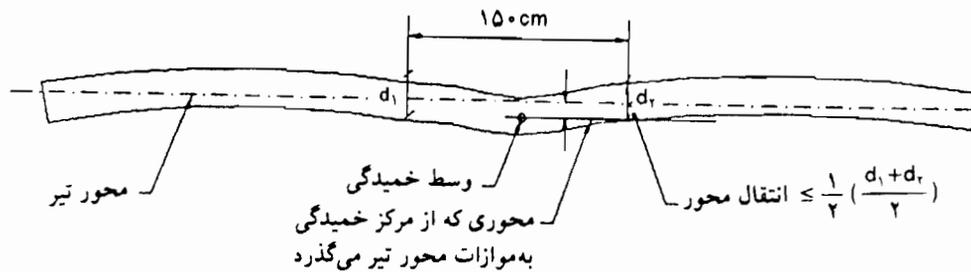
تیر باید فاقد خمیدگیهای کوتاه باشد. اندازه گیری خمیدگیهای کوتاه ۱۵۰ سانتیمتری یا کمتر به شرح زیر است:

حالت اول: در صورتی که محورهای مینا تقریباً با هم موازی باشد، فاصله دو محور، نباید از نصف متوسط قطرهای بالا و پایین خمیدگی، بیشتر باشد (شکل ۱۳-۳).



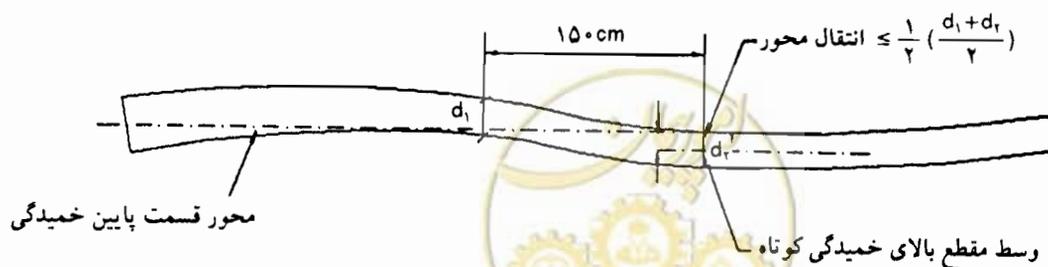
شکل ۱۳-۳ خمیدگی کوتاه تیر، حالت اول.

حالت دوم: در صورتی که محورهای بالا و پایین خمیدگی کوتاه برهم منطبق باشد، فاصله محور تیر از محوری که از مرکز قسمت خمیدگی به موازات محور تیر می‌گذرد، نباید از نصف متوسط قطرهای بالا و پایین خمیدگی بیشتر باشد (شکل ۱۳-۴).



شکل ۱۳-۴ خمیدگی کوتاه تیر، حالت دوم.

حالت سوم: در صورتی که محور بالا و پایین قسمت خمیدگی برهم منطبق نبوده و موازی نیز نباشد، فاصله محور پایین تیر و خطی که از مرکز مقطع عرضی بالای خمیدگی و موازی پایین کشیده شده نباید بیشتر از نصف متوسط قطرهای بالا و پایین خمیدگی باشد (شکل ۱۳-۵).



شکل ۱۳-۵ خمیدگی کوتاه تیر، حالت سوم.

۱۳-۳-۵ قطر هر گره و مجموع قطرهای گره‌های موجود در یک فاصله ۳۰ سانتیمتری در طول پایه نباید از حدود جدول ۱۳-۴ تجاوز کند.

جدول ۱۳-۴ قطر مجاز گره و مجموع گره‌ها برای تیرهای مختلف

طول تیر	محل گره‌ها	کلاس ۱، ۲ و ۳	کلاس ۴، ۵، ۶ و ۷
۸ تا ۱۵ متر	نیمه اول از ته تیر	قطر هر گره، ۷/۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۰ سانتیمتر	قطر هر گره، ۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۰ سانتیمتر
۸ تا ۱۵ متر	نیمه دوم از ته تیر	قطر هر گره، ۱۲/۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۰ سانتیمتر	قطر هر گره، ۱۰ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۰ سانتیمتر
بیش از ۱۵ متر	نیمه اول از ته تیر	قطر هر گره، ۱۰ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۵ سانتیمتر	قطر هر گره، ۱۰ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۵ سانتیمتر
بیش از ۱۵ متر	نیمه دوم از ته تیر	قطر هر گره، ۱۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۵ سانتیمتر	قطر هر گره، ۱۵ سانتیمتر مجموع قطر گره‌ها، ۲۵ سانتیمتر

۱۳-۳-۶ پایه‌های چوبی برق از نظر مشخصات به هفت گروه یا کلاس تقسیم می‌شود. مشخصات و گروه‌بندی پایه‌های مذکور شامل حداقل محیط سر تیر، حداقل قطر سر تیر و نیروی شکست پایه در جدول ۱۳-۵، و حداقل محیط سینه تیر در فاصله ۱۸۳ سانتیمتر از انتهای تیر در جدول ۱۳-۶ ارائه شده است.

جدول ۱۳-۵ حداقل محیط و قطر سر تیر و نیروی شکست پایه برای کلاسهای مختلف تیر

کلاس یا گروه تیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
حداقل محیط سر تیر (سانتیمتر)	۶۸	۶۳	۵۸	۵۳	۴۸	۴۳	۳۸
حداقل قطر سر تیر (سانتیمتر)	۲۲	۲۰	۱۹	۱۷	۱۵	۱۴	۱۲
نیروی شکست (کیلوگرم نیرو)	۲۰۰۰	۱۷۰۰	۱۳۵۰	۱۱۰۰	۹۰۰	۷۰۰	۵۵۰

جدول ۱۳-۶ حداقل محیط سینه در فاصله ۱۸۳ سانتیمتر از انتهای تیر

کلاس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
طول تیر (متر)	حداقل محیط سینه تیر در فاصله ۱۸۳ سانتیمتر از انتهای تیر (سانتیمتر)						
۸	۸۵	۸۰	۷۵	۷۰	۶۵	۵۸/۵	۵۵
۹	۹۰	۸۶	۸۱	۷۳/۵	۷۰	۶۲	۵۸/۵
۱۱	۹۶/۵	۹۰	۸۴	۷۸/۵	۷۳/۵	۶۷	۶۲
۱۲	۱۰۱/۵	۹۵	۹۱/۵	۸۲/۵	۷۷/۵	۷۱	۶۶
۱۴	۱۰۷	۱۰۳	۹۳	۸۶	۸۲/۵	۷۳/۵	۶۸/۵
۱۵	۱۱۲	۱۰۷	۹۵	۹۰	۸۶	۷۷/۵	۷۲
۱۷	۱۱۵	۱۱۱	۱۰۱/۵	۹۶/۵	۸۹	۸۰	-
۱۸	۱۱۹	۱۱۴	۱۰۴	۹۹	۹۱/۵	۸۴	-

## ۱۳-۳-۷ علامت‌گذاری روی پایه‌های چوبی

هر پایه باید دارای یک علامت (نشان) به طول حداقل ۵۰ میلیمتر، به عرض حداقل ۵ میلیمتر و به عمق حداقل ۳ میلیمتر در فاصله ۳ متری از انتهای آن باشد. در بالا و پایین نشان مزبور مشخصات زیر باید حک شود:

الف - مشخصاتی که باید در بالای نشان حک شود:

۱- طول پایه (متر)

۲- کلاس پایه در فاصله ۱/۵ متری از انتهای آن (میلیمتر)

ب - مشخصاتی که باید در زیر نشان درج شود:

۱- کد نوع چوب

۲- کشور تولیدکننده چوب

۳- دورقم آخر سال تولید چوب

حروف مورد استفاده برای درج مشخصات باید دارای ارتفاع حداقل ۲۵ میلیمتر، عرض حداقل ۵ میلیمتر و عمق حداقل ۳ میلیمتر باشد. فاصله بین درج مشخصات مختلف باید بین ۲۰ تا ۳۰ میلیمتر باشد.

## ۱۳-۲ اصول و روشهای نصب پایه‌های برق

## ۱۳-۴-۱ ضوابط کلی

۱۳-۴-۱-۱ به‌طور کلی پایه‌های برق باید کاملاً در امتداد نیروی ثقل زمین و با استحکام کافی در زمین نصب شود به‌طوری که نیروی وارده از جانب سیمها یا باد و مانند آن سبب خمش پایه نشود.

۱۳-۴-۱-۲ برای نصب پایه‌های برق در مواردی که خطوط برق به‌طور مستقیم و در زمینهای معمولی کشیده می‌شود قاعده کلی آن است که عمق گودال مورد لزوم برابر یک ششم طول کل پایه در نظر گرفته شود. برای تعیین عمق گودال در موارد مختلف (خط مستقیم و غیر مستقیم)، در زمینهای معمولی جدول شماره ۱۳-۷ ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۱۳-۷ تعیین عمق گودال در زمینهای معمولی برای موارد مختلف

طول کل پایه (متر)	عمق گودال (متر)		طول کل پایه (متر)	عمق گودال (متر)	
	خط مستقیم	انحنایها، گوشه‌ها و نقاط دارای کشش اضافی		خط مستقیم	انحنایها، گوشه‌ها و نقاط دارای کشش اضافی
۹	۱/۶۷	۱/۸۲	۱۷	۲/۱۲	۲/۲۷
۱۱	۱/۸۲	۲/۰	۱۸	۲/۲۷	۲/۴۲
۱۲	۱/۸۲	۲/۰	۲۰	۲/۴۲	۲/۵۸
۱۴	۲/۰	۲/۱۲	۲۱	۲/۴۲	۲/۵۸
۱۵	۲/۱۲	۲/۲۷	۲۲	۲/۵۸	۲/۷۳

۳-۱-۴-۱۳ در خاکهای سست پایه‌هایی که دارای طول حداکثر ۱۷ متر می‌باشد، باید ۵۰ سانتیمتر عمیق‌تر از زمینهای سفت جایگذاری شود و برای پایه‌های بیش از ۱۷ متر طول، عمق جایگذاری پایه نظیر عمق تعیین شده برای زمینهای سفت می‌باشد.

### ۲-۴-۱۳ اصول و روشهای نصب پایه‌های بتنی

- ۱-۲-۴-۱۳ ابعاد گودال برای نصب پایه‌های بتنی در زمینهای معمولی باید به شرح زیر باشد:  
عمق گودال: به طور معمول یک ششم طول کل تیر  
عرض و طول گودالهای با مقطع چهارگوش: حدود ۶۰ سانتیمتر  
قطر گودالهای با مقطع دایره‌ای: حدود ۷۰ سانتیمتر
- ۲-۲-۴-۱۳ کف گودال باید با ریختن بتون مگر به ضخامت ۵ الی ۱۰ سانتیمتر بتن‌ریزی و کف بالای بتن‌ریزی در کلیه گودالها همسطح باشد.
- ۳-۲-۴-۱۳ پایه‌ها باید در وسط گودال و عمود بر سطح افقی و در یک امتداد مسیر مستقیم قرار گرفته و پایه تیر با قله و یا لاشه سنگهای بزرگ (به ابعادی مشابه ابعاد مقطع تیر) تا یک سوم ارتفاع گودال کاملاً مستحکم و سپس بتن غیر مسلح با حداقل عیار ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب تا ارتفاع ۱۰ سانتیمتر به کف تمام شده زمین ریخته شود. فاصله باقیمانده تا کف تمام شده (۱۰ سانتیمتر) باید با مصالحی مشابه آنچه در اطراف تیر وجود دارد (خاک، اسفالت، موزایک، سیمان و غیره) پر و تسطیح شود.
- ۴-۲-۴-۱۳ صعود از پایه‌های نصب شده بتنی و انجام هرگونه عملیات نصب و وسایل و تجهیزات روی پایه‌ها باید حداقل ۲۴ ساعت بعد از بتن‌ریزی گودال پایه‌های مذکور صورت پذیرد.
- ۵-۲-۴-۱۳ به منظور جلوگیری از آسیب دیدگی بدنه پایه‌ها و آرماتورها، توصیه می‌شود در هنگام بلند کردن و نصب پایه‌های بتنی در گودالهای مربوط از وسایل مکانیکی مانند جراثقال و مانند آن به جای نیروی انسانی استفاده شود.
- ۶-۲-۴-۱۳ در تیرهای پیش‌تنیده (که دارای مقطع توخالی است) هنگامی که از مهار استفاده می‌شود نیروی محوری زیادی در تیر به وجود می‌آید لذا باید به چگونگی انتقال این نیرو به زمین در کف تیر توجه ویژه‌ای شود. برای مقابله با تنشهای لهیدگی در این ناحیه می‌توان صفحات بزرگتری در زیر تیر تعبیه نمود. این موضوع به‌ویژه در خاکهای سست باید مورد توجه قرار گیرد.

### ۳-۴-۱۳ اصول و روشهای نصب پایه‌های فلزی

- ۱-۳-۴-۱۳ پایه‌های فلزی مورد استفاده برای نصب در زمین باید برابر بند ۱۳-۳-۲-۱۴ در برابر خوردگی محافظت شود.
- ۲-۳-۴-۱۳ در صورتی که پایه‌های فلزی به منظور ایجاد شبکه هوایی توزیع نیرو به کار رود، اصول و روشهای نصب پایه‌های بتنی مندرج در بند ۱۳-۲-۴ از قبیل گودبرداری، ابعاد گودال و جزئیات نصب باید عیناً در مورد پایه‌های فلزی نیز رعایت شود.
- ۳-۳-۴-۱۳ در مواردی که پایه‌های فلزی روشنائی معابر و خیابانها به وسیله کابل زمینی تغذیه می‌شود، عمق نصب پایه در داخل زمین باید براساس محاسبات لازم و با توجه به نوع خاک تعیین شود. حداقل عمق دفن پایه‌های مزبور در خاکهای سفت، معمولی یا سست در جدول ۱۳-۸ ارائه شده است. برای نصب

پایه‌های فلزی روشنایی راه‌های شهری یکی از روشهای مندرج در بندهای ۱۳-۴-۳ تا ۴-۳-۶ ممکن است مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۱۳-۸ حداقل عمق دفن پایه چراغهای روشنایی در زمین با توجه به نوع خاک

عمق دفن (سانتیمتر)			ارتفاع نامی (متر)
خاک سست	خاک معمولی	خاک سفت	
۱۰۰	۸۰	۶۰	< ۵
۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶
۱۵۰	۱۲۰	۱۰۰	۸
۱۷۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۰
۲۰۰	۱۷۰	۱۵۰	۱۲
۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰	۱۵
-	۲۰۰	۱۵۰	۱۸
-	-	۱۸۰	۲۰

#### ۱۳-۴-۳ نصب مستقیم پایه‌های فلزی روشنایی در زمین

در این روش ابتدا باید گودالی با عمق لازم در زمین حفر شود و سپس با نصب پایه در مرکز آن و قراردادن لوله‌های مخصوص ورود و خروج کابل، بتن‌ریزی با عیار حداقل ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب صورت گیرد و پس از خشک شدن بتن سطح آن با خاک و ماسه انباشته شده و کاملاً کوبیده شود. پوشش نهایی گودال مشابه سطح خیابان یا معابر مورد نظر خواهد بود.

#### ۱۳-۴-۵ نصب پایه‌های فلزی روشنایی با استفاده از لوله سیمانی

نصب پایه با استفاده از لوله سیمانی شامل مراحل زیر خواهد بود:

- الف - حفر گودال با عمق لازم و قراردادن یک عدد لوله سیمانی با قطر داخلی ۶ تا ۱۰ سانتیمتر بیش از قطر خارجی پایه فلزی و ارتفاع ۱۰ سانتیمتر کمتر از عمق گودال در داخل آن.
- ب - نصب لوله‌های فلزی برای عبور کابل یا کابل‌های ورودی و خروجی به درون پایه با ایجاد سوراخ یا سوراخهای لازم در بدنه لوله سیمانی همسطح با کف کانال کابلکشی به گونه‌ای که پس از بتن‌ریزی، عبور کابل از طریق لوله‌های مزبور به داخل پایه فلزی به آسانی انجام شود.
- پ - بتن‌ریزی اطراف لوله سیمانی با بتن غیر مسلح و عیار سیمان حداقل ۲۰۰ کیلوگرم در متر مکعب.
- ت - پس از خشک شدن بتن، قرار دادن پایه فلزی دقیقاً در مرکز لوله سیمانی، و پر کردن اطراف پایه با ماسه نرم و مرطوب تا ارتفاع ۱۰ سانتیمتر پایین‌تر از لبه فوقانی لوله سیمانی و ایجاد فشردگی لازم.

- ث - ماسه و سیمان کردن ۱۰ سانتیمتر فاصله باقیمانده از ارتفاع لوله سیمانی و پر کردن و تسطیح ۱۰ سانتیمتر باقیمانده گودال (از لبه لوله سیمانی تا سطح زمین) با مصالحی مشابه آنچه در اطراف تیر وجود دارد (خاک، آسفالت، موزاییک، بتن و غیره).

### ۱۳-۴-۶- نصب پایه‌های فلزی روشنایی بر روی فونداسیون بتنی پیش ساخته

در زمینهایی که پایه‌ها در معرض عوامل خوردگی شدید قرار می‌گیرد، استفاده از روش نصب پایه‌ها بر روی فونداسیون بتنی مسلح پیش ساخته به شرح زیر توصیه می‌شود:

الف - فونداسیون پیش ساخته باید از بتن مسلح با ابعادی متناسب با شکل، ارتفاع و وزن پایه ساخته شده و در آن مسیرهای عبور کابل و لوله‌های فلزی لازم پیش‌بینی و تعبیه شده باشد (شکل‌های ۱۳-۶ و ۱۳-۷).

ب - در طراحی و تعیین ابعاد فونداسیون بتنی پیش ساخته (تعیین مقادیر a, b, c, d و e در شکل‌های ۱۳-۶ و ۱۳-۷)، عوامل زیر باید در نظر گرفته شود:

- ارتفاع پایه

- مقاومت فشاری بتن

- وزن مخصوص بتن

- وزن مخصوص خاک

- تنش مجاز خاک

- تنش تسلیم آرماتورهای مصرفی

- انتخاب آرماتورهای سالم از نوع آجدار

- تناسب نوع سیمان مصرفی با نوع خاک محل نصب پایه

- میزان تراکم لازم خاک بر روی فونداسیون

پ - پس از دفن فونداسیون در زمین، پایه باید به کمک صفحه متصل به آن<sup>۱</sup> و میل مهارهای مستقر در داخل بتن و یک صفحه پایه<sup>۲</sup> بر روی آن نصب شود (شکل ۱۳-۸).

ت - برای اطلاع از مشخصات فنی ساخت و نصب پایه‌های فولادی روشنایی نمونه به فصل سیزدهم از نشریه «مشخصات فنی عمومی و اجرایی روشنایی راه‌های شهری» رجوع شود.

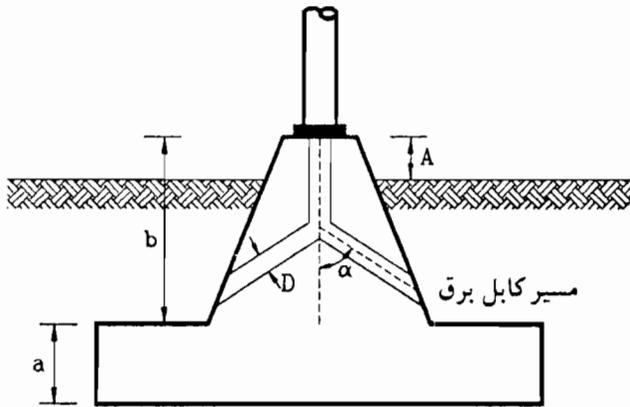
### ۱۳-۴-۲- اصول و روشهای نصب پایه‌های چوبی

۱۳-۴-۱- گودال محل نصب پایه‌های چوبی باید دارای مقطع دایره‌ای بوده و کاملاً به شکل استوانه‌ای حفر و برای گودبرداری حتی الامکان از مته‌های مخصوص استفاده شود. در صورت عدم دسترسی به وسایل مذکور ممکن است از نیروی انسانی استفاده شود.

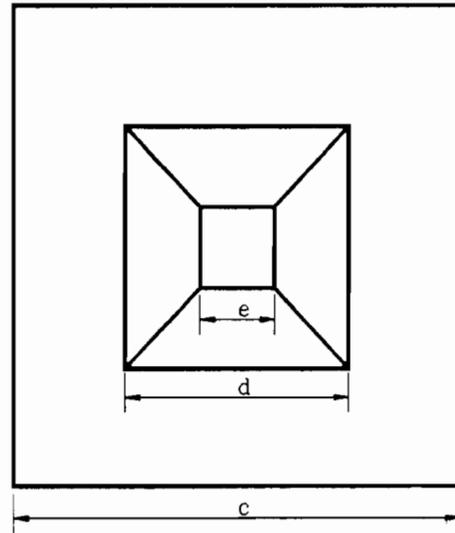
۱۳-۴-۲- قطر گودال باید با توجه به قطر انتهایی پایه به گونه‌ای انتخاب شود که تیر در هنگام نصب به آسانی در گودال قرار داده شده و عملیات سنگ‌ریزی، خاکریزی و کوبیدن آن به سهولت امکان‌پذیر باشد.

۱۳-۴-۳- عمق گودال نصب پایه‌های چوبی بستگی به طول و وزن پایه، نوع خاک و شرایط آب و هوایی محل نصب آن دارد. حداقل عمق دفن انواع پایه‌ها با توجه به شرایط مذکور برابر استاندارد وزارت نیرو در جدول ۱۳-۹ ارائه شده است.

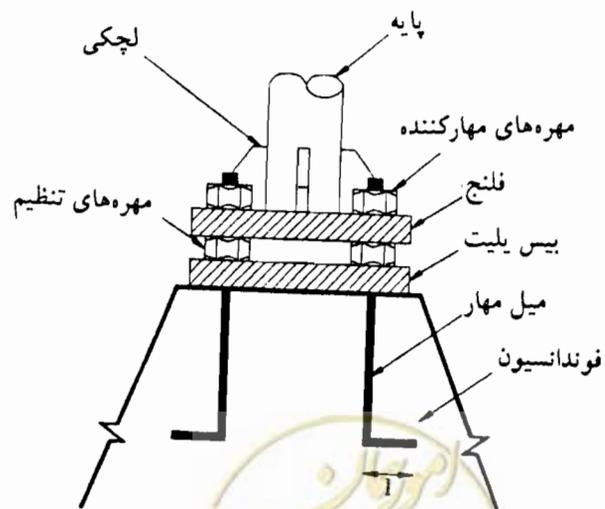




نمای نمونه فونداسیون بتنی پیش ساخته  
شکل ۷-۱۳



پلان نمونه فونداسیون بتنی پیش ساخته  
شکل ۶-۱۳



جزئیات نصب پایه بر روی فونداسیون بتنی پیش ساخته  
شکل ۸-۱۳

جدول ۱۳- ۹ حداقل عمق دفن پایه‌های چوبی

نوع خاک	معمولی			سست			خوب			سنگ‌دار		
	شرايط آب و هوايي نوع پايه (متر)	۱/۴	۱/۵	۱/۷	۱/۶	۱/۹	۲/۰	۱/۳	۱/۴	۱/۵	۱/۱	۱/۱
۸	۱/۴	۱/۵	۱/۷	۱/۶	۱/۹	۲/۰	۱/۳	۱/۴	۱/۵	۱/۱	۱/۱	۱/۲
۹	۱/۵	۱/۷	۱/۸	۱/۷	۱/۹	۲/۱	۱/۳	۱/۴	۱/۵	۱/۱	۱/۲	۱/۳
۱۰	۱/۵	۱/۷	۱/۸	۱/۸	۲/۰	۲/۲	۱/۴	۱/۵	۱/۶	۱/۱	۱/۲	۱/۳
۱۱	۱/۶	۱/۷	۱/۹	۱/۸	۲/۱	۲/۲	۱/۴	۱/۵	۱/۶	۱/۱	۱/۲	۱/۳
۱۲	-	۱/۷	۱/۹	-	۲/۱	۲/۳	-	۱/۶	۱/۷	-	۱/۳	۱/۴
۱۳	-	۱/۸	۲/۰	-	۲/۲	۲/۴	-	۱/۶	۱/۷	-	۱/۳	۱/۴
۱۴	-	۱/۹	۲/۱	-	۲/۳	۲/۴	-	۱/۷	۱/۷	-	۱/۴	۱/۵
۱۵	-	-	۲/۱	-	-	۲/۵	-	-	۱/۸	-	-	۱/۵
۱۶	-	-	-	-	-	-	-	-	۱/۸	-	-	۱/۶
۱۷	-	-	-	-	-	-	-	-	۱/۹	-	-	۱/۶
۱۸	-	-	-	-	-	-	-	-	۱/۹	-	-	۱/۷
۱۹	-	-	-	-	-	-	-	-	۲/۰	-	-	۱/۷

مشخصات انواع مختلف خاک که در جدول ۱۳- ۹ ذکر گردیده به شرح زیر است:

**خاک معمولی:** عبارت است از گل خشک و سفت، شنزار خشک و سفت و شن به هم فشرده و سفت.

**خاک سست:** عبارت است از گل نرم و تر و شن نرم و تر، گل خشک مخلوط با ماسه نرم و طبقات گل و ماسه

**خاک خوب:** عبارت است از شن درشت به هم فشرده، سنگ و گل طبقه طبقه شده، سنگ سست و شن و ماسه که خوب پهن شده باشد.

**خاک سنگ‌دار:** عبارت است از خاکی که محتوی سنگهای با حجم متوسط و سخت باشد.

۱۳- ۴- ۴- ۴ پایه‌ها باید در وسط گودال قرار گرفته و پایه تیر با قلوه یا لاشه سنگهای بزرگ (به ابعادی مشابه ابعاد مقطع پایه) تا یک سوم ارتفاع گودال کاملاً مستحکم شود. در صورتی که زمین سفت باشد باقیمانده ارتفاع گودال را می‌توان از خاک حاصله از گودبرداری پر کرد مشروط بر آنکه خاکریزی در لایه‌های مختلف انجام شده و پس از هر لایه کاملاً کوبیده شود. چنانچه زمین سست و نرم باشد باقیمانده ارتفاع گودال باید با بتنی با نسبتهای یک قسمت سیمان، سه قسمت ماسه و سه قسمت سنگ شکسته یا شن درشت بتن‌ریزی شود.

۱۳- ۴- ۴- ۵ در شرایطی که زمین محل دفن پایه سست بوده و یا به دلایلی نتوان عمق دفن پایه را به اندازه لازم پیش‌بینی کرد، پایه باید در داخل زمین کلاف‌بندی شود.

۱۳- ۴- ۴- ۶ در مواردی که زمین محل دفن پایه سست باشد می‌توان با استفاده از بلوک سیمانی در کف گودال دفن پایه، استحکام لازم را برای پایه تامین نمود.

۱۳- ۴- ۴- ۷ در یک مسیر مستقیم کلیه پایه‌های چوبی باید عمود بر سطح افقی و در یک امتداد باشد. در صورتی که

مسیر انحنادار باشد در نقاط انحناء، پایه‌ها باید کمی در جهت خارج انحناء متمایل شود به نحوی که پس از نصب سیمها، در اثر کشش حاصل از آن، پایه‌ها به حالت عمودی در آید.

۱۳-۴-۴-۸ پایه‌های ابتدایی و انتهایی هر خط و همچنین پایه‌هایی که در نقاط انحناء با زاویه شکست کوچکتر از ۱۵۰ درجه قرار می‌گیرد باید به وسیله مهار کششی و یا حایل اتکایی مهار شود.

### ۱۳-۴-۵- حریم مجاز نصب تیر یا سیم

۱۳-۴-۵-۱ حریم مجاز نصب تیرهای برق تا درختهای اطراف با ولتاژ حداکثر ۲۰ کیلوولت باید براساس نقشه استاندارد شماره ۰۰۵-۰۰۰ وزارت نیرو- امور برق باشد.

۱۳-۴-۵-۲ فاصله آزاد سیمها از ساختمانها و اسکلت‌های فلزی تا ولتاژ ۲۰ کیلوولت باید براساس نقشه استاندارد شماره ۰۰۶-۰۰۰ وزارت نیرو- امور برق باشد.

۱۳-۴-۵-۳ ضوابط عبور سیمهای برق تا ولتاژ ۲۰ کیلوولت از روی راه آهن و راههای اصلی باید براساس نقشه‌های استاندارد شماره ۰۰۷-۰۰۰ و ۰۰۸-۰۰۰ وزارت نیرو- امور برق باشد.

۱۳-۴-۵-۴ حداقل فاصله آزاد سیمها از یکدیگر و از زمین باید براساس نقشه‌های استاندارد شماره ۰۰۹-۰۰۰ و ۰۱۰-۰۰۰ و ۰۱۲-۰۰۰ وزارت نیرو- امور برق باشد.

۱۳-۴-۵-۵ طرز برش و چیدن شاخه‌های درختان زیر خطوط هوایی و حفظ فاصله مجاز تا سیمهای برق با ولتاژ ۲۰ کیلوولت باید برطبق نقشه استاندارد شماره ۰۴۱-۰۰۰ وزارت نیرو- امور برق باشد.

### ۱۳-۵- کنسول‌ها و براکت‌ها

برای نصب انواع مختلف مقره‌ها در شبکه خطوط هوایی باید کلیه تیرها مجهز به کنسول یا براکت‌های مناسب با نوع مقره مربوط باشد. کنسولها و براکت‌ها با توجه به شرایط محیط نصب و نیز نوع شبکه انتخاب می‌شود ولی به‌طور کلی انواع آن عبارت است از:

۱۳-۵-۱ کنسولهای فلزی باید از پروفیل نبشی و یا ناودانی گالوانیزه ساخته شده و تسمه حایل آن نیز از آهن تسمه گالوانیزه باشد. مشخصات و ابعاد کنسولهای فلزی باید براساس نقشه‌های استاندارد شماره ۲۱۲-۲۰ و ۲۱۲-۱۱ وزارت نیرو- امور برق باشد.

۱۳-۵-۲ کنسولهای چوبی باید از چوب اشباع شده مخصوص ساخته شده و تسمه حایل آن نیز از آهن تسمه گالوانیزه باشد. مشخصات فنی کراس‌آرمهای چوبی از نظر نوع چوب، شرایط ساخت، رطوبت چوب در موقع اشباع و شرایط انتخاب چوب باید مطابق بند ۳-۲ از جلد سوم «استاندارد خطوط هوایی توزیع» باشد.

۱۳-۵-۳ براکت جلوبر از پروفیل نبشی گالوانیزه و به‌صورت دو، سه، چهار و پنج مقره‌ای ساخته می‌شود. بر روی براکت مذکور اتریه‌ها به‌تعداد مورد لزوم با پیچ و مهره نصب می‌شود. مشخصات و ابعاد براکت‌های جلوبر باید براساس نقشه استاندارد شماره ۳۰۳-۰۴ وزارت نیرو- امور برق باشد.

## ۱۳-۵-۲ اتریه و جامقره

- ۱۳-۵-۴ اتریه که مقره چرخی در داخل آن قرار داده می شود، از تسمه آهنی گالوانیزه به شکل U ساخته شده و مستقیماً بر روی پایه های بتنی و یا چوبی قابل نصب است.
- ۱۳-۵-۲ جامقره<sup>۱</sup> از تعدادی پایه نگاهدارنده اتریه و خود اتریه که به پایه مذکور جوشکاری یا پرچ شده تشکیل یافته است. جامقره به طور کلی به صورت دو، سه و یا پنج مقره ای ساخته شده و باید از جنس آهن گالوانیزه گرم باشد. مشخصات اتریه و جامقره ها باید براساس نقشه استاندارد شماره ۰۴-۳۰۴ وزارت نیرو-امور برق باشد.

## ۱۳-۵-۵ اصول و روشهای نصب کنسولها و براکتها

- اصول و روشهای نصب کنسولهای فلزی و چوبی و براکتها باید براساس نقشه های استاندارد شماره ۰۴-۳۰۳ و ۰۴-۳۰۴ و ۱۱-۲۱۱ و ۱۱-۲۱۲ و ۱۱-۲۱۱ و ۲۰-۲۱۱ و ۲۰-۲۱۲ وزارت نیرو-امور برق باشد.

## ۱۳-۶ مقره ها

- مقره ها باید با توجه به ولتاژ شبکه و نوع استقرار سیم انتخاب شود. مقره ها به طور کلی به چهار گروه به شرح زیر تقسیم می شود:

الف - مقره چرخی

ب - مقره سوزنی

پ - مقره بشقابی برای سیمکشی شبکه

ت - مقره مهار برای عایق کردن سیم مهار

- ۱۳-۶-۱ مقره چرخی برای نصب در داخل اتریه در سیستم شبکه فشار ضعیف به کار برده می شود.
- ۱۳-۶-۲ مقره سوزنی در شبکه های فشار ضعیف و فشار متوسط ۱۱ و ۲۰ و ۳۰ کیلوولت به کار رفته و با پایه مربوط در رأس تیر و یا روی کنسولهای فلزی و یا چوبی نصب می شود. مشخصات و ابعاد این نوع مقره باید براساس نقشه های استاندارد شماره ل.م. ۰۰۵، ل.م. ۰۰۶، ل.م. ۰۰۹، ل.م. ۰۱۰، ل.م. ۰۱۱، ل.م. ۰۱۴، و ل.م. ۰۱۵ وزارت نیرو-امور برق باشد.
- ۱۳-۶-۳ مقره بشقابی در شبکه های فشار متوسط ۱۱ و ۲۰ و ۳۰ کیلوولت مورد استفاده واقع شده و زیر کنسولهای چوبی و یا فلزی به حالت آویز نصب می شود. مشخصات و ابعاد این نوع مقره باید بر طبق نقشه های استاندارد شماره ل.م. ۰۰۷، ل.م. ۰۰۸، ل.م. ۰۱۲، و ل.م. ۰۱۳ وزارت نیرو-امور برق باشد.
- ۱۳-۶-۴ مقره مهار برای عایق کردن سیم مهار و پایه های شبکه های فشار متوسط ۱۱ و ۲۰ و ۳۰ کیلوولت به کار رفته و در قسمت بالای سیم مهار نصب می شود. مشخصات و ابعاد این مقره ها باید براساس نقشه های استاندارد شماره ل.م. ۰۲۹، و ل.م. ۰۳۰ وزارت نیرو-امور برق باشد.

### ۱۳-۶-۵ اصول و روشهای نصب مقره‌ها

اصول و روشهای نصب مقره‌های چرخشی، سوزنی، بشقابی و مهار باید بر طبق نقشه‌های استاندارد شماره ل.م. - ۰۰۴، ل.م. - ۰۰۵، ل.م. - ۰۰۶، ل.م. - ۰۰۷، ل.م. - ۰۰۸، ل.م. - ۰۰۹، ل.م. - ۰۱۰، ل.م. - ۰۱۱، ل.م. - ۰۱۲، ل.م. - ۰۱۳، ل.م. - ۰۱۴، ل.م. - ۰۱۵، ل.م. - ۰۲۴، ل.م. - ۰۲۵، ل.م. - ۰۲۶، ل.م. - ۰۲۷، ل.م. - ۰۲۸، ل.م. - ۰۲۹، ل.م. - ۰۳۰، ل.م. - ۰۳۱، ل.م. - ۰۳۲، ل.م. - ۰۳۳، ل.م. - ۰۳۶، ل.م. - ۰۳۷، ل.م. - ۰۳۸، ل.م. - ۰۳۹، وزارت نیرو - امور برق باشد.

### ۱۳-۷-۲ بست‌ها

بستهای سیمهای شبکه هوایی به‌طور کلی براساس کاربرد به‌گروههای اتصالی، انشعابی و انتهایی تقسیم می‌شود. بستهای هوایی از نظر جنس باید دقیقاً با جنس سیمهای مربوط یکسان باشد.

### ۱۳-۷-۱ بستهای اتصالی

این‌گونه بستها برای اتصال دو سیم به یکدیگر در فاصله بین دو پایه به‌کار می‌رود و در انواع کششی پیچی، کششی مهاری خودکار، و پرسی ساخته می‌شود. در بستهای اتصالی قطر داخلی شیار بست باید کاملاً با قطر خارجی هادیها یکسان و هم‌نام باشد. در نقطه اتصال دو سیم، هادیها باید کاملاً هم محور در امتداد یکدیگر قرار داده شود. از قراردادن دو سیم بر روی یکدیگر و استفاده از بستهای دو شیاره یک و یا دو پیچه و یا بستهای تیپ U، به‌استثنای بست لوله‌ای پیچی<sup>۱</sup> باید جداً خودداری شود.

### ۱۳-۷-۲ بستهای انشعابی

برای گرفتن انشعاب از خط اصلی باید از بستهای انشعابی استفاده شود. بستهای انشعابی به‌صورت یک شیاره یک پیچه، یک شیاره دو پیچه، دو شیاره یک پیچه و دو شیاره دو پیچه در انواع مختلف و همچنین بست انشعابی مخصوص گرفتن انشعاب از خطوط برقدار (منظور از خط برقدار خطی است که بدون قطع جریان برق از آن انشعاب گرفته‌شده و یا هر نوع عملیات تعمیراتی و نگاهداری روی آن انجام می‌شود) می‌باشد. در مواردی که از بستهای انشعابی استفاده می‌شود باید کاملاً دقت شود که شیارهای سیم اصلی و سیم انشعابی دارای قطر کاملاً یکسان و هم‌نام با قطر خارجی سیم مربوط باشد. در موارد استثنایی می‌توان از بستهای انشعابی نوع فشاری متناسب با سطح مقطع سیمهای مربوط استفاده کرد.

### ۱۳-۷-۳ بست‌های انتهایی

در دو انتهای خط یک قطعه از شبکه، برای نگاهداری و مهار سیم به‌مقره از بستهای انتهایی استفاده



می‌شود. در خطوط فشار ضعیف از بستهای انتهایی به دو صورت دو شیاره یک پیچه و دو پیچه و یا U شکل استفاده می‌شود. در شبکه فشار متوسط باید از بستهای انتهایی مخصوص سه و چهار و پنج پیچه و یا نوع حلزونی توأم با مقره استفاده شود. در موارد استثنایی در خطوط فشار ضعیف ممکن است از بستهای انتهایی نوع فشاری استفاده شود.

### ۱۳-۷-۴ اصول و روشهای نصب بستها

- ۱۳-۷-۴-۱ کلیه بستها باید قبل از بسته شدن کاملاً تمیز شود به گونه‌ای که سطوح اتکاء آن با سیم فاقد هر نوع چربی و یا مواد زائد دیگر باشد.
- ۱۳-۷-۴-۲ پیچهای کلیه بستهای پیچی باید به وسیله آچار مناسب کاملاً محکم شود.
- ۱۳-۷-۴-۳ بستهای بررسی باید به وسیله انبر متناسب با مقطع و نوع بست پرس شود. برای پرس بستهای بررسی توصیه می‌شود حتی الامکان از انبرهای بررسی نوع هیدرولیکی استفاده شود.

### ۱۳-۸ هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع

- در شبکه‌های برق فشار ضعیف و متوسط به طور کلی از هادیهای مسی لخت یا هادیهای هوایی آلومینیومی با و یا بدون مغز فولادی استفاده می‌شود.
- ۱۳-۸-۱ سیم مسی لخت مورد مصرف در شبکه‌های برق باید از مس با درجه خلوص ۹۹/۹ درصد ساخته شده و تا مقطع ۱۰ میلیمتر مربع از نوع یک‌لا (مفتولی) و مقطع ۱۶ میلیمتر مربع از نوع یک‌لا (مفتولی) و یا چندلا (افشان) و از مقطع ۲۵ میلیمتر مربع به بالا از نوع چندلا (افشان) باشد.
- ۱۳-۸-۲ هادیهای مسی لخت باید برابر استانداردهای DIN 48200، DIN 40500، DIN 57001 و DIN 48201 یا ASTM B258 و یا جلد پنجم از استاندارد خطوط هوایی توزیع زیر عنوان «هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع» ساخته شده و مورد آزمون قرار گرفته باشد.
- ۱۳-۸-۳ سیم هوایی آلومینیومی با و یا بدون مغز فولادی مورد مصرف در شبکه‌های برق باید از نوع چندلا (افشان) بوده و از لحاظ ساخت و مشخصات فنی مطابق استانداردهای DIN 57202، DIN 40501، DIN 48204، DIN 177 یا BS215 یا ASTM B232-50T و یا جلد پنجم از استاندارد خطوط هوایی توزیع زیر عنوان «هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع» تولید شده و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

### ۱۳-۸-۴ اصول و روشهای نصب سیمهای لخت

- ۱۳-۸-۴-۱ فاصله مجاز سیمها از ساختمانها، راه آهن، از یکدیگر و یا جاده باید براساس نقشه‌های استاندارد شماره ۰۰۶-۰۰۷ و ۰۰۸-۰۰۹ و ۰۰۰-۰۱۰ و ۰۰۰-۰۱۲ و وزارت نیرو-امور برق رعایت شود.

- ۱۳-۸-۴-۲ برای محاسبه فلش (Sag) خطوط با سیم مسی باید نقشه‌های استاندارد شماره ۰۹۱-۰۹۳ و ۰۹۶-۰۹۸ و ۰۰۰-۱۰۲ و ۰۰۰-۱۰۳ و ۰۰۰-۱۱۱ و ۰۰۰-۱۱۳ و ۰۰۰-۱۱۷ و ۰۰۰-۱۱۸ و وزارت



براساس نقشه استاندارد شماره ۰۸۶ - ۰۰ وزارت نیرو - امور برق شامل اجزاء و وسایل زیر می باشد:

الف - سیم مهار

ب - پیچ خمیده برای نصب سیم مهار روی پایه

پ - بست‌ها و گیره‌های سه پیچه و یا فشاری سیم مهار

ت - مقره یا عایق سیم مهار

ث - مهارکش

ج - گوشواره

چ - میله مهار

ح - کنده یا صفحه مهار

۱۳-۹-۱-۲ به طور کلی مهارها به انواع زیر تقسیم بندی می شود:

الف - مهار ساده فشار ضعیف و متوسط

ب - مهار پیاده روی فشار ضعیف و متوسط

پ - مهار حایل فشار ضعیف و متوسط

ت - مهار مشترک فشار ضعیف و متوسط با یک لنگر

ث - مهار وسط خط فشار متوسط

۱۳-۹-۳ برای شکل‌های شماتیک انواع مهارها به نقشه‌های استاندارد ۰۵۱ - ۰۰ وزارت نیرو - امور برق مراجعه شود.

۱۳-۹-۲ **حایلها**

۱۳-۹-۱-۲ عمده‌ترین نوع حایلها که در صورت عدم امکان استفاده از مهار به کار می رود حایل استحکام و حایل فشاری می باشد.

۱۳-۹-۳ **اصول و روشهای نصب مهارها و حایلها**

۱۳-۹-۱-۳ اصول و روشهای نصب مهارها و همچنین مشخصات اجزا و وسایل متشکله آن باید برطبق نقشه‌های استاندارد شماره ۰۶۳ - ۰۰ الی ۰۶۸ - ۰۰ برای مهار خطوط فشار متوسط و مشترک، و شماره ۰۷۱ - ۰۰ الی ۰۷۳ - ۰۰ برای مهار خطوط فشار ضعیف وزارت نیرو - امور برق باشد.

۱۳-۹-۲-۲ انتخاب ساختمان خط و مهار لازم تا ۲۰ کیلوولت باید براساس جدول مندرج در نقشه استاندارد شماره ۰۸۱ - ۰۰ وزارت نیرو - امور برق انجام پذیرد.

۱۳-۹-۳-۳ مشخصات، اصول و روشهای نصب لنگرهای مهار باید برطبق نقشه‌های استاندارد شماره ۰۸۲ - ۰۰ الی ۰۸۵ - ۰۰ وزارت نیرو - امور برق باشد.

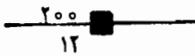
۱۳-۹-۴-۳ مشخصات، اصول و روشهای نصب حایلها باید براساس نقشه‌های استاندارد شماره ۰۶۱ - ۰۰ و ۰۶۲ - ۰۰ وزارت نیرو - امور برق باشد.

## ۱۰-۱۳ بر فگیر حفاظتی

- برای محافظت کابل در نقاط تبدیل شبکه زیرزمینی به شبکه هوایی و برعکس باید از بر فگیرهای قابل نصب بر روی دیوار، تیر و یا از نوع آویز، متناسب با مورد مصرف استفاده شود.
- ۱-۱۰-۱۳ بر فگیرهای قابل نصب بر روی دیوار یا تیر باید دارای پایه‌ای باشد که بتوان آن را به آسانی روی دیوار و یا کنسول تیر و یا خود تیر نصب کرد.
- ۲-۱۰-۱۳ ساختمان بر فگیر از نوع آویز باید به گونه‌ای باشد که بتوان آن را به سهولت روی خط و در مجاورت مقره به طور آویز نصب کرد.
- ۳-۱۰-۱۳ اصول و روشهای نصب بر فگیرهای حفاظتی باید بر اساس نقشه‌های استاندارد شماره ۴۰۱-۱۱ الی ۴۰۴-۱۱ و ۴۴۲-۱۱ الی ۴۴۵-۱۱ و ۴۰۱-۲۰ الی ۴۰۴-۲۰ و ۴۴۲-۲۰ الی ۴۴۵-۲۰ وزارت نیرو- امور برق باشد.
- ۱۱-۱۳ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای وسایل شبکه در جدول ۱۳-۱۰ ارائه شده است.



جدول ۱۳ - ۱۰ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای وسایل شبکه

علامت	شرح
	پست توزیع ساختمان
	پست توزیع کیوسک
	پست توزیع هوایی
	تیر چوبی
	تیر فولادی
	تیر بتنی ۱۲ متری، قدرت کشش ۲۰۰ کیلوگرم
	برج
	مهار پیاده‌رو
	مهار کششی (ساده)
	حایل (فشاری)
	برقگیر خطوط هوایی





## فصل ۱۴

### سیستم حفاظت در برابر آذرخش (برقگیر حفاظتی)

#### کلیات ۱-۱۴

۱-۱-۱۴ به منظور حفاظت ساختمانهای بلند، بناهای تجمعی، بناهای درمانی / مراقبتی، بناهای صنعتی و سازه‌هایی از قبیل برجها، دودکشها، مناره‌ها، خطوط انتقال نیرو، پالایشگاهها و مانند آن در برابر آذرخش، باید با توجه به ارزیابی خطر صاعقه در طرح و اجرای کلیه بناهای مرتفع و تأسیسات مزبور سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش (برقگیر حفاظتی) متناسب با مورد کاربرد پیش‌بینی و اجرا شود.

۲-۱-۱۴ ارزیابی میزان خطر آذرخش برای هر بنا یا سازه، بستگی به عواملی همچون نوع بنا یا سازه (برج، مسکونی، تجمعی، درمانی، صنعتی و مانند آن)، ساختار و مصالح به کار رفته در بنا (چوب، آجر، بتن، فولاد و مانند آن)، ارتفاع ساختمان و موقعیت نسبی آن نسبت به بلندی سایر بناها، موقعیت توپوگرافی محل (زمین مسطح، تپه ماهور، کوهستانی)، محتوای تصرف از نظر آتشگیری و نیز دفعات رعد و برق در منطقه مورد نظر خواهد داشت.

۳-۱-۱۴ اصول محافظت ساختمانها و دیگر تأسیسات مورد نظر، در برابر آذرخش براساس جذب، هدایت و دفع بار الکتریکی به زمین از طریق مسیر عبور جریان برق جداگانه با حداقل مقاومت و بدون این که خطری ایجاد کند استوار می‌باشد، که ممکن است شامل سیستمهای حفاظت بیرونی و درونی باشد. مسیر مذکور شامل پایانه‌های هوایی<sup>۱</sup>، شبکه هادیها از تسمه و یا سیم مسی رابط و پایانه‌های زمینی<sup>۲</sup> یا چاههای اتصال زمین می‌باشد. ساده‌ترین نوع برقگیر که در سال ۱۷۵۳ به وسیله بنجامین فرانکلین طرح و ساخته شد میله فرانکلین است.

۴-۱-۱۴ به طور کلی برقگیرهایی که معمولاً برای محافظت خارجی ساختمانها و دیگر تأسیسات یاد شده ممکن است به کار برده شود به قرار زیر است:

الف: برقگیر قفس فاراده یا شکلی از آن

ب: برقگیر مولد برق اولیه (ESE)<sup>۳</sup> موسوم به الکترونیک

۵-۱-۱۴ برقگیر قفس فاراده شامل تعدادی پایانه‌های هوایی (میله‌های برقگیر فرانکلین) می‌باشد که بر روی سطوح مرتفع پشت‌بام ساختمانهای مختلف و یا در بلندترین قسمت برج و دیگر تأسیسات 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

برقگیر قفس فاراده شامل سیستم پایانه‌های هوایی متشکل از هر ترکیبی از میله‌ها، سیمهای کشیده شده و شبکه هادیها می‌باشد.

۶-۱-۱۴ برقگیر الکترونیک شامل یک یا تعدادی پایانه هوایی الکترونیک با ملحقات و اتصالات مربوط می‌باشد، که برحسب مورد ممکن است در مرکز بلندترین قسمت پشت‌بام، برج، دودکش و دیگر تأسیسات 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 محافظت‌شده از مرکز هر برقگیر الکترونیک بستگی به مدل، ساختمان، ارتفاع نصب، و موارد کاربرد آن دارد.

## ۲-۱۴ تعاریف

۱-۲-۱۴ به‌طور کلی، سیستم حفاظت در برابر آذرخش مشتمل بر تأسیسات حفاظت بیرونی (ساختمان) و در صورت لزوم تأسیسات حفاظت درونی آن می‌باشد.

۲-۲-۱۴ سیستم تأسیسات حفاظت بیرونی ساختمان در برابر آذرخش شامل یک یا چند سیستم پایانه هوایی، یک یا چند هادی نزولی و یک یا چند سیستم پایانه زمینی می‌باشد.

۳-۲-۱۴ سیستم تأسیسات حفاظت درونی ساختمان در برابر آذرخش شامل تمامی تجهیزات و اقداماتی است که اثرات الکترومغناطیسی جریان برق ناشی از آذرخش را درون حجم مورد نظر کاهش می‌دهد.

## ۴-۲-۱۴ پایانه هوایی

فوقانی‌ترین 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 کشیده‌شده و شبکه هادیها خواهد بود و در برقگیرهای الکترونیکی، که در انواع مختلف ساخته می‌شود، به‌طور کلی شامل میله برقگیر، مجموعه یونیزه‌کننده الکترونیکی، پایه نصب و محل اتصال هادیهای ارتباطی است.

## ۵-۲-۱۴ پایانه زمینی

بخشی از یک سیستم تأسیسات حفاظت بیرونی در برابر آذرخش که ممکن است شامل یک یا چند الکترومیل، لوله‌ای، تسمه‌ای یا ورق مسی مدفون در زمین باشد که به‌صورت شبکه بسته یا شعاعی، عمودی یا مایل، یا جاسازی شده در پیها برای هدایت و توزیع برق ناشی از آذرخش به‌زمین به‌کار می‌رود.



## ۶-۲-۱۴ کلاس حفاظت ۱

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

## ۷-۲-۱۴ هادی نزولی ۲

بخشی از سیستم تأسیسات حفاظت بیرونی ساختمان در برابر آذرخش که جریان برق آذرخش را از سیستم پایانه هوایی به سیستم پایانه زمینی انتقال می‌دهد.

## ۳-۱۴ استانداردها و مشخصات فنی سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش

۱-۳-۱۴ لوازم و تجهیزات مورد استفاده در سیستم حفاظت در برابر آذرخش باید برابر یکی از استانداردهای شناخته شده و معتبر جهانی همچون IEC 1024، NFPA 78، BS 6651 و NFC 17-102 طراحی، ساخته و مورد آزمون قراگیرد. روش نصب سیستمهای مذکور نیز باید با ضوابط و معیارهای مندرج در یکی از استانداردهای نامبرده مطابقت نماید.

## ۲-۳-۱۴ مشخصات سیستم برقگیر نوع قفس فاراده یا شکلی از آن

۱-۲-۳-۱۴ لوازم مورد مصرف در سیستم حفاظتی باید از نوع مقاوم در برابر زنگ‌زدگی 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 می‌شود به هیچ وجه مجاز نخواهد بود.

۲-۲-۳-۱۴ در مواردی که بخشی از سیستم حفاظتی از جنس مس بوده و در معرض مستقیم گازهای متصاعد از دودکش یا دیگر گازهای خورنده قرار می‌گیرد، قسمت یاد شده باید به وسیله یک اندود حفاظتی از جنس سرب یا ماده محافظ مشابه دیگر با روش غوطه‌وری گرم<sup>۳</sup> پوشیده شود. در این گونه موارد اندود نامبرده باید حداقل تا ۶۰ سانتیمتر پایین‌تر از دهانه دودکش ادامه یابد.

## ۳-۲-۳-۱۴ مشخصات پایانه‌های هوایی 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 سر میله (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 ۱-۱۴ 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 سر میله و سر دیگر جهت نصب روی پایه) به طول مناسب دنده شده باشد.

قطر میله برقیگر دو پارچه باید حداقل  $\frac{5}{8}$  اینچ و حداکثر یک اینچ بوده و طول آن نیز حداقل یک متر و حداکثر دو متر باشد. (شکل ۱۴ - ۱). در مواردی که ارتفاع میله برقیگر 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.

پ - میله برقیگر مخصوص تیرهای فلزی نصب پرچم مشابه سر میله تک شاخه بوده ولی باید دارای پایه مناسب برای نصب روی تیر و همچنین حفاظ باشد.

۱۴-۳-۲-۴ شبکه ارتباطی بین میله‌های برقیگر در پشت بام باید از تسمه مسی با حداقل ابعاد  $۲۰ \times ۳$  میلیمتر تشکیل شده باشد.

۱۴-۳-۲-۵ 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.

۱۴-۳-۲-۶ هادیهای ارتباطی (هادیهای نزولی) بین شبکه پایانه‌های هوایی در پشت بام و پایانه‌های زمینی باید از نوع تسمه مسی با حداقل ابعاد  $۲۰ \times ۳$  میلیمتر و یا سیم مسی لخت با حداقل سطح مقطع ۷۰ میلیمتر مربع باشد.

۱۴-۳-۲-۷ 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 باشد؛ لیکن در هر صورت مقاومت سیستم پایانه‌های زمینی نباید از پنج اهم تجاوز کند.

برای مشخصات و اصول و روشهای نصب انواع پایانه‌های زمینی (سیستم اتصال زمین) به فصل ۱۵ مراجعه شود.

۱۴-۳-۲-۸ در مواردی که سیستم برقیگر برابر استاندارد IEC 1024-1 طراحی و اجرا می‌شود، حداقل طول الکترودهای پایانه‌های زمینی باید با توجه به کلاس حفاظت مربوط و مقاومت زمین برحسب منحنی شکل ۱۴-۲ تعیین شود.

### ۱۴-۳-۳ مشخصات فنی برقیگر الکترونیک (ESE) براساس استاندارد NFC 17-102

۱۴-۳-۳-۱ پایانه‌های هوایی الکترونیک باید شامل یک میله نوک تیز به شرح بند ۱۴-۳-۳-۲، یک دستگاه محرک<sup>۱</sup>، و یک میله پایه مجهز به سیستم اتصال هادی نزولی باشد. این نوع برقیگر انرژی موجود در هوای متلاطم پیش از طوفان را جذب و به وسیله دستگاه محرک الکترونیکی هوای اطراف میله برقیگر را یونیزه می‌نماید.

سطح حفاظت شده به وسیله یک برقیگر الکترونیکی (ESE) با استفاده از یک مدل الکترو ژئومتری<sup>۲</sup> و پیشروی زمان تخلیه<sup>۳</sup> آن تعیین می‌شود.

۱۴-۳-۳-۲ مشخصات هر دستگاه برقیگر الکترونیک باید با اندازه‌گیری پیشروی زمان تخلیه صاعقه آن در مقایسه با یک میله برقیگر ساده، که در آزمایش‌های ارزیابی برقیگر تعیین می‌شود، مشخص گردد.

۱۴-۳-۳-۳ لوازم و تجهیزاتی که جریان برق صاعقه از آن عبور می‌نماید باید از جنس مس، آلیاژ مس یا فولاد ضدزنگ باشد. میله و سر میله پایانه‌های هوایی باید دارای حداقل  $۱۲۰$  میلیمتر مربع سطح مقطع رسانا باشد.

1- Triggering device

2- Electro-geometrical model

3- Triggering advance ( $\Delta T$ )

## انواع میله برقگیر و سر میله برقگیر



(پ) میله برقگیر تیر پرچم  
جنس: مس



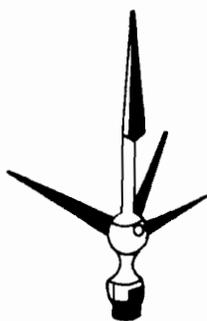
(ب) میله برقگیر یکپارچه  
جنس: مس  
قطر:  $\frac{1}{2}$  الی  $\frac{5}{8}$  اینچ  
طول:  $\frac{3}{4}$  الی  $\frac{5}{8}$  سانتیمتر



(الف) میله برقگیر یکپارچه  
جنس: مس  
قطر:  $\frac{5}{8}$  الی  $1$  اینچ  
طول:  $\frac{3}{4}$  الی  $200$  سانتیمتر



(ج) میله برقگیر برای سر میله های  
تکی و یا چندشاخه  
جنس: مس  
قطر:  $\frac{5}{8}$  الی  $1$  اینچ  
طول:  $100$  الی  $200$  سانتیمتر



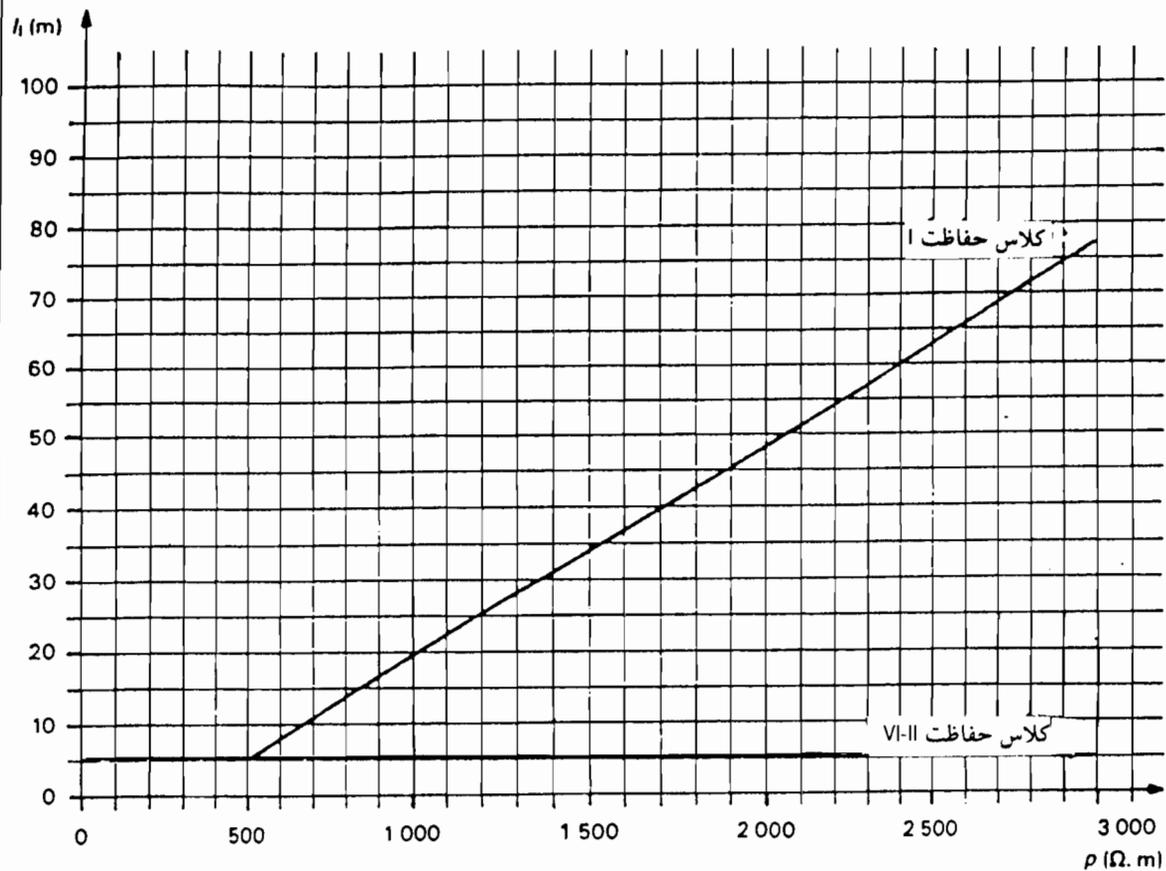
(ث) سر میله چندشاخه  
جنس: مس



(ت) سر میله تک شاخه  
جنس: مس



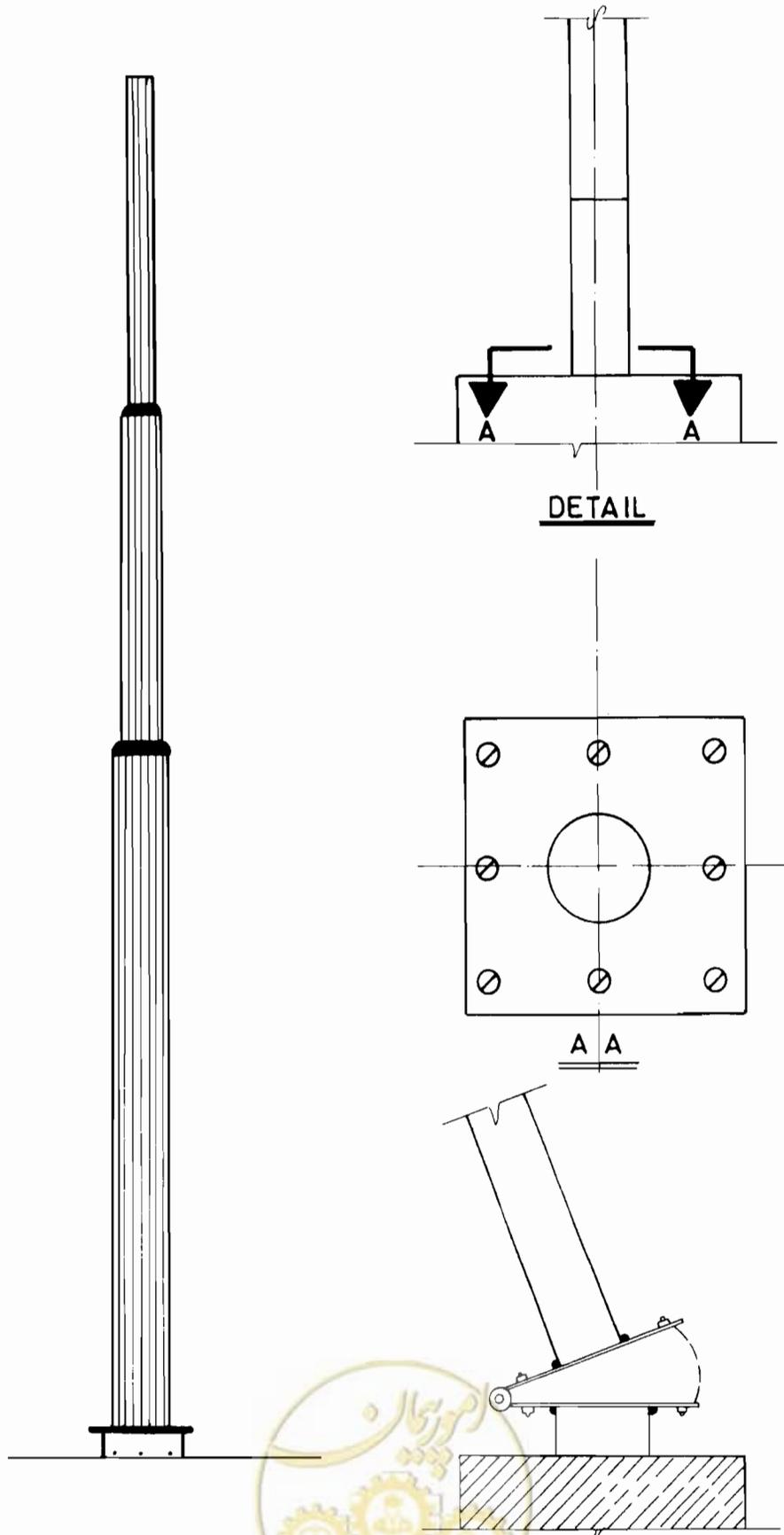
شکل ۱۴ - ۱



شکل ۱۴ - ۲ حداقل طول الکترودهای پایانه زمینی برحسب کلاس حفاظت و میزان مقاومت زمین برابر استاندارد IEC 1024-1.

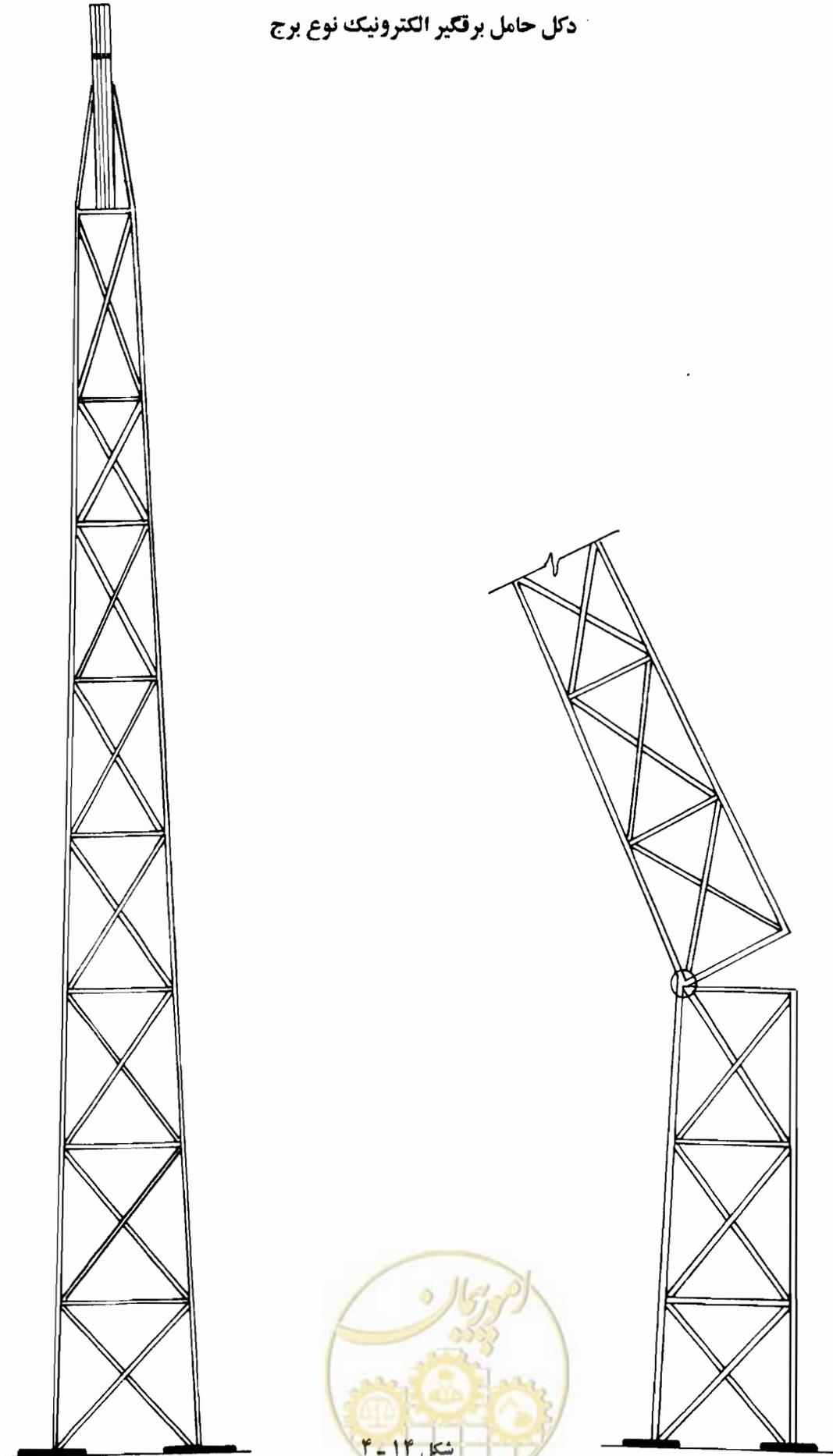


## دکل حامل برقگیر الکترونیک نوع تیر فلزی تلسکوپی



شکل ۱۴-۳

دکل حامل برقگیر الکترونیک نوع برج



- ۴-۳-۳-۱۴ در مواردی که از برقگیرهای الکترونیک برای حفاظت دودکش کارخانه‌ها استفاده می‌شود جنس قسمت فوقانی برقگیرهای نامبرده باید برای گازهای خورنده اطراف دودکش و حرارت خروجی آن مناسب باشد.
- ۵-۳-۳-۱۴ در مواردی که تأسیسات 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  $30 \times 2$  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  $1/5$  متر باشد.
- ۶-۳-۳-۱۴ 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  $50$  میلیمتر مربع به شرح جدول ۴-۳-۴ از استاندارد NFC 17-102 استفاده شود.
- ۷-۳-۳-۱۴ ارتفاع نصب برقگیر الکترونیک ممکن است با استفاده از یک دکل، افزایش یابد. دکل حامل این‌گونه برقگیرها ممکن است از نوع برج و یا تیر فلزی نوع تلسکوپی بوده و حتی الامکان خوداتکا<sup>۱</sup> باشد، لیکن در مواردی که برقگیرهای مذکور به وسیله مهارهای هادی استحکام می‌یابد، انتهای آن باید به وسیله هادیهای همانند هادیهای مندرج در بند ۱۴-۳-۳-۶ به هادیهای نزولی متصل شود. دو نوع دکل حامل سیستم برقگیر الکترونیک در شکل‌های ۱۴-۳-۱۴ و ۱۴-۴-۱۴ ارائه شده است.
- ۸-۳-۳-۱۴ هر هادی نزولی باید به یک سیستم پایانه زمینی که دارای همان جنس و سطح مقطع باشد متصل شود. 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 باشد؛ لیکن در هر صورت مقاومت سیستم پایانه‌های زمینی باید از پنج اهم تجاوز نکند.

## ۴-۱۴ موارد استفاده و ضوابط محاسباتی برقگیرها:

- ۱-۴-۱۴ برقگیرهای قفس فاراده یا شکلی از آن
- ۱-۱-۴-۱۴ این‌گونه برقگیرها، که ممکن است متشکل از تعدادی میله برقگیر فرانکلین<sup>۲</sup> یا ترکیبی از میله‌ها، سیمهای کشیده شده و شبکه هادیها باشد، برای محافظت ساختمانها و دیگر تأسیسات نامبرده زیر در برابر آذرخش مناسب و قابل استفاده می‌باشد:
- الف - مناره‌ها و برجها
- ب - بناهای گنبدی شکل
- پ - دودکشهای بلند کارخانه‌ها. (فلزی و یا ساخته شده با مصالح ساختمانی)
- ت - مجموعه ساختمانهای کارخانه‌های سیمان، گچ و آهک و پالایشگاهها.
- ث - دکل‌های خطوط انتقال نیروی برق.
- ج - دکل‌های فلزی ویژه نصب پرچم
- چ - مجموعه ساختمانها و ابنیه مختلف.

۱۴-۴-۱ طول میله برقگیر فرانکلین برای انبیه مختلف به شرح زیر خواهد بود:

الف - مناره‌ها و برجها، و دودکشهای کارخانه‌ها و دکل‌های خطوط انتقال نیرو، حدود ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح مورد حفاظت.

ب - بناهای گنبدی شکل بستگی به شعاع مقطع قسمت پایین گنبد داشته و طول میله برقگیر باید طوری محاسبه و انتخاب شود که بعد از نصب بر روی گنبد، ارتفاع از سر برقگیر تا مقطع قسمت پایین گنبد بزرگتر از شعاع قسمت پایین گنبد باشد ولی در هر صورت نباید ارتفاع برقگیر از بالاترین بخش گنبد کمتر از ۳۰ سانتیمتر باشد.

پ - برج سیلوهای مختلف، ساختمان کارخانه‌ها و انبیه گوناگون، حداقل یک‌متر و حداکثر دو‌متر بالاتر از سطح مورد حفاظت. در این‌گونه موارد باید تمهیدات لازم در برابر واژگونی میله‌ها پیش‌بینی شود (به بند ۱۴-۳-۲-۳-ب رجوع شود).

ت - دکل‌های فلزی مخصوص نصب پرچم، میله برقگیر مخصوص مطابق شکل ۱۴-۱ خواهد بود. تعداد پایانه‌های هوایی مورد نیاز برای محافظت ساختمانها با سیستم حفاظتی قفس فاراده بستگی به سطح پشت‌بام ساختمان مربوط، ارتفاع و فواصل نصب پایانه‌ها دارد که برحسب استاندارد مورد مراجعه مختلف است. فواصل نصب پایانه‌های مزبور براساس استاندارد NFPA 78 به‌قرار 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 ۱۰ اینچ (۲۵۴ میلیمتر) کمتر نباشد، فواصل نصب بر روی نقاط پیرامونی سقفهای مسطح یا با شیب ملایم و نیز فواصل نصب بر روی خط الرأس 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 این‌گونه موارد فواصل نصب پایانه‌های هوایی از کناره‌ها و گوشه‌های سطوح نامبرده باید حداکثر ۶۰ سانتیمتر باشد. (شکل ۱۴-۵ 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 ۱۴-۵ پ و ت).

۱۴-۴-۴ حداقل ابعاد تسمه مسی شبکه مشبک اتصال پایانه‌های هوایی در پشت‌بام برای سطح تا ۱۸۰۰ متر مربع باید ۲۰×۳ میلیمتر و بیشتر از ۱۸۰۰ متر مربع ۲۵×۳ میلیمتر یا بیشتر باشد.

۱۴-۴-۵ حداقل ابعاد تسمه‌های مسی هادیهای ارتباطی (هادیهای نزولی) بین شبکه مشبک پشت‌بام 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.

۱۴-۴-۶ برای تعیین تعداد هادیهای ارتباطی (هادیهای نزولی) بین شبکه مشبک پشت‌بام و پایانه‌های زمینی باید یکی از دو روش زیر ملاک محاسبه قرار گیرد:

الف - احتساب پیرامون: به‌طور 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

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.  
به طور مثال: تا ۳۶۰ متر مربع دو نزولی، ۶۳۰ متر مربع ۳ نزولی، ۹۰۰ متر مربع ۴ نزولی، ۱۱۷۰ الی ۱۲۰۰ متر مربع ۵ نزولی، و به همین ترتیب ادامه می یابد.

۱۴-۴-۱ در مواردی که طراحی پایانه های هوایی براساس شکلی از قفس فاراده برابر استاندارد 1 - IEC 1024 انجام می شود، ترتیب استقرار سیستم پایانه های هوایی باید به گونه ای باشد که شرایط مندرج در جدول ۱۴-۱ تأمین 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

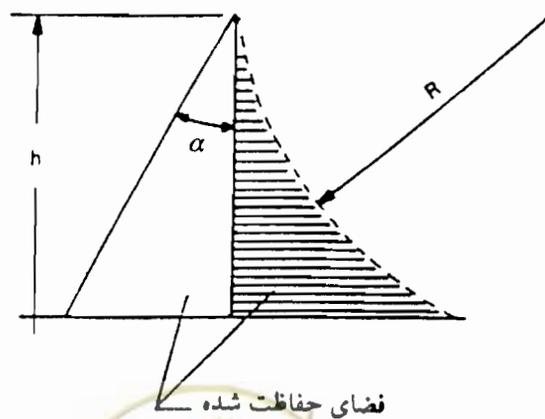
ب - گوی غلطان

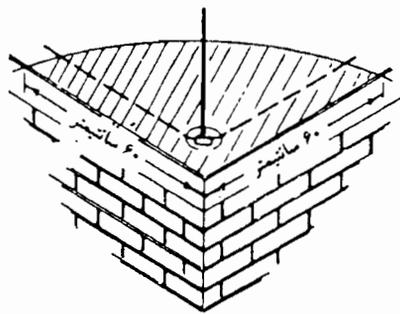
پ - شبکه بندی

جدول ۱۴-۱ استقرار پایانه های هوایی برابر کلاس حفاظت

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

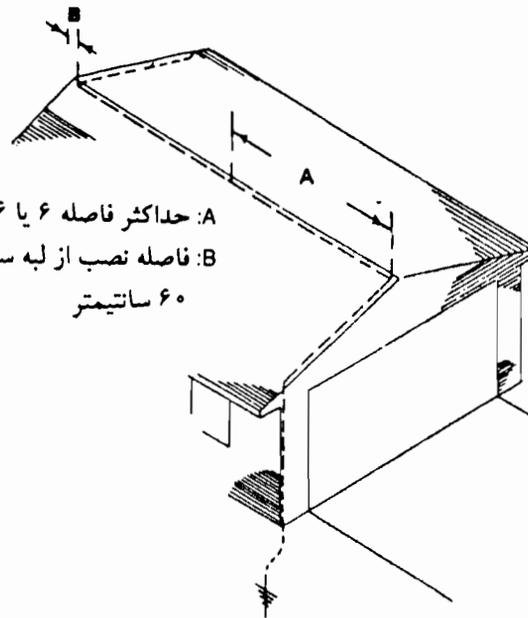
\* روشهای گوی غلطان و شبکه فقط در این موارد به کار می رود



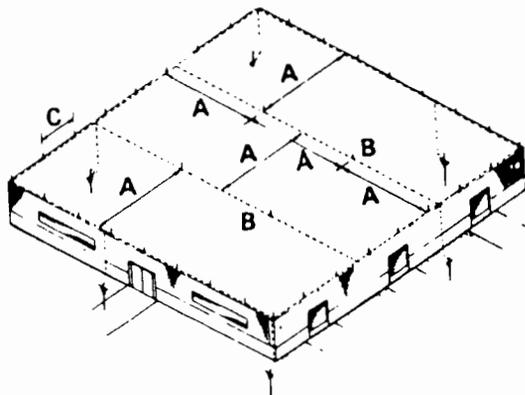


(ب) محل نصب در گوشه‌ها

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

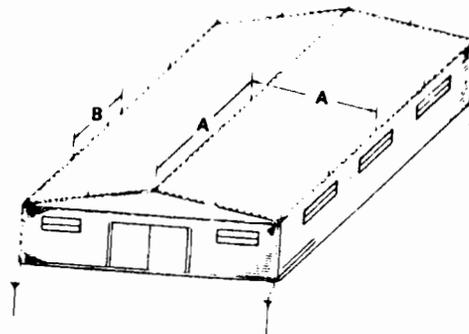


(الف) فواصل نصب بر روی خط الرأس سقفهای شیبدار



A: حداکثر فاصله ۱۵ متر  
 B: در صورتی که مسیر این‌گونه 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

(ت) فواصل نصب پیرامونی و میانی برای سقفهای مسطح

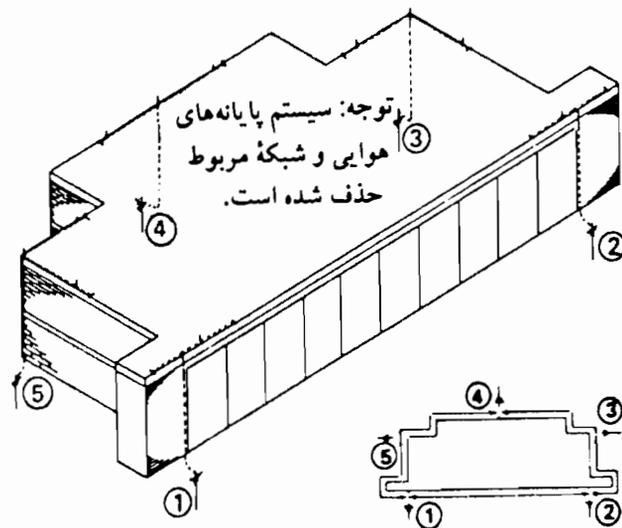


A: حداکثر فاصله ۱۵ متر  
 B: حداکثر فاصله ۶ متر یا ۷/۶ متر

(پ) فواصل نصب پیرامونی و میانی برای سقفهای با شیب ملایم

شکل ۱۴-۵ فواصل نصب پایانه‌های هوایی قفس فاراده.





#### فواصل نصب هادیهای نزولی

۴۰ متر	۲۵۱
۲۶ متر	۳۵۲
۲۶ متر	۴۵۳
۲۶ متر	۵۵۴
۲۶ متر	۱۵۵
۱۴۴ متر	کل پیرامون
۵	تعداد هادیهای نزولی لازم

شکل ۱۴ - ۶ نمونه توزیع و تعداد هادیهای نزولی بارش احتساب پیرامونی برای ساختمان مورد حفاظت.



۱۴-۴-۸ متوسط فاصله بین هادیهای نزولی با توجه به کلاس حفاظت برابر استاندارد IEC 1024-1 به قرار جدول ۱۴-۲ خواهد بود و در تمامی موارد حداقل باید دو هادی نزولی در نظر گرفته شود.

جدول ۱۴-۲ متوسط فاصله بین هادیهای نزولی براساس کلاس حفاظت

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

۱۴-۴-۲ سیستم برقگیر مولد برق اولیه (ESE) موسوم به الکترونیک

۱۴-۴-۲-۱ سیستم برقگیر الکترونیکی (ESE) براساس استاندارد NFC 17-102 برای محافظت ساختمانهای عادی با ارتفاع کمتر از ۶۰ متر و فضاهای باز در موارد زیر ممکن است مورد استفاده قرار گیرد:

الف - مجموعه های مسکونی

ب - ساختمانهای مختلف مجموعه فرهنگی و آموزشی و مانند آن

پ - مجموعه ساختمانهای تجاری، اداری، ورزشی و مانند آن

ت - ساختمانهای درمانی و مراقبتی همچون بیمارستانها و درمانگاهها

ث - کارخانه های مختلف و پالایشگاهها

ج - ساختمانهای تکی بلند

چ - موزه ها و آثار باستانی

ح - برجها و دودکشهای کارخانه ها

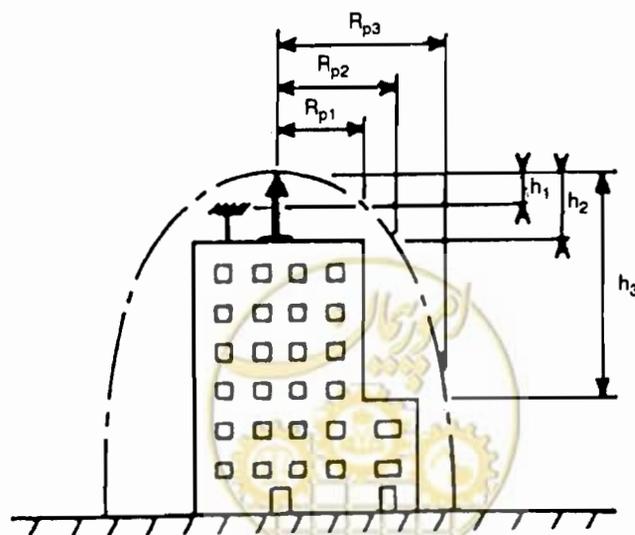
خ - فضاهای باز شامل انبارها و محوطه های تفریحی و رفاهی

۱۴-۴-۲-۲ محدوده حفاظتی هر برقگیر الکترونیک، از گردش شعاعهای حفاظتی ( $R_{pn}$ ) حاصل از ارتفاعهای

مختلف ( $h_n$ ) حول محور آن به وجود می آید. (شکل ۱۴-۷)

$h_n$ : ارتفاع نوک برقگیر نسبت به صفحه افقی که از بالای عنصر مورد نظر عبور می نماید.

$R_{pn}$ : شعاع حفاظتی برقگیر در ارتفاع مورد نظر.



شکل ۱۴-۷ محدوده و شعاعهای حفاظت برقگیر الکترونیک.

۱۴-۲-۴-۳ شعاع حفاظت هر برقگیر الکترونیک ( $R_p$ ) بستگی به ارتفاع نوک آن نسبت به سطح مورد حفاظت ( $h$ )، پیشروی زمان تخلیه ( $\Delta T$ )، و انتخاب کلاس حفاظت<sup>۱</sup> مورد نیاز دارد که به شرح زیر محاسبه و تعیین می شود:

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 ۱۴-۸ الف، ب و پ به دست آید.  
ب - در مواردی که  $h < 5 \text{ m}$  باشد، شعاع حفاظت باید با استفاده از منحنیهای مندرج در شکل‌های ۱۴-۸ 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 فرضی با توجه به کلاس حفاظت یا فاصله برخورد صاعقه

$\Delta L$ : فاصله‌ای که برقگیر نقطه دریافت آذرخش را برابر نظریه گوی فرضی<sup>۲</sup> از نوک پایانه هوایی دور می کند.

۱۴-۲-۴-۴ کلاس حفاظت، که طبقه بندی سیستم حفاظتی برقگیر الکترونیک در برابر آذرخش است و سطح کارایی آن را بیان می کند، 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

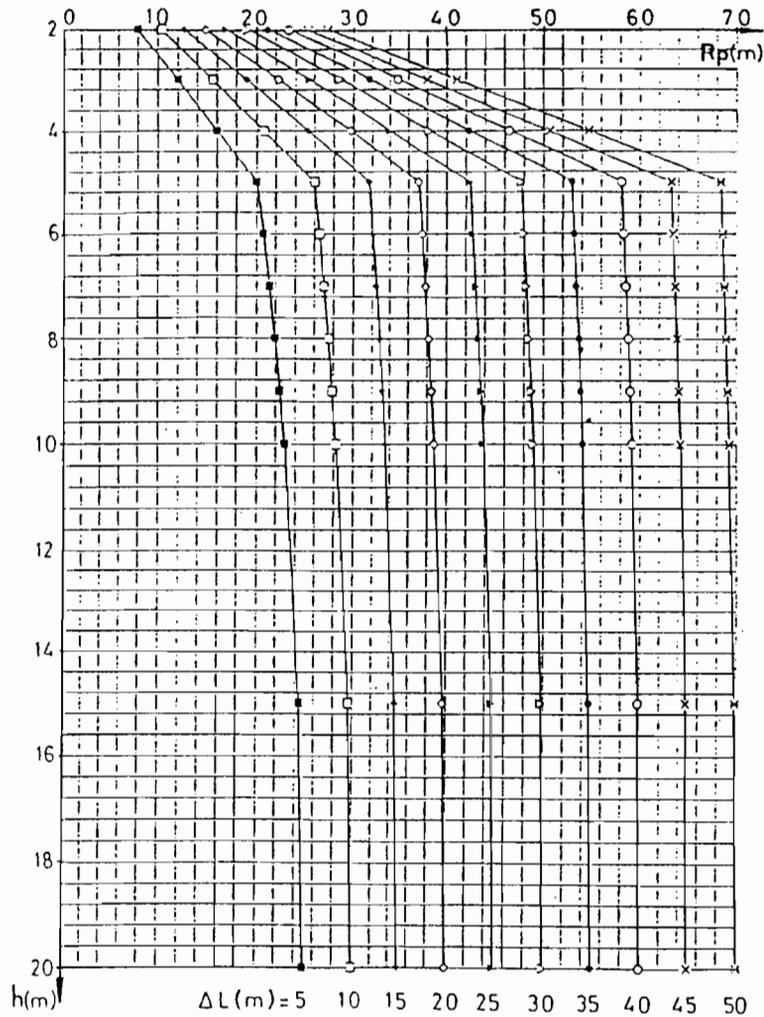
۱۴-۲-۴-۵ محاسبه نوع و تعداد برقگیر نوع الکترونیک لازم برای محافظت کامل هر ساختمان و یا مجموعه ساختمانها در یک فضا بستگی به سطح ساختمان و یا فضای تحت محافظت در برابر آذرخش دارد.

۱۴-۲-۴-۶ 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 ۱۴-۲-۴-۱۴ و ۱۴-۲-۴-۱۴ 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.)



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

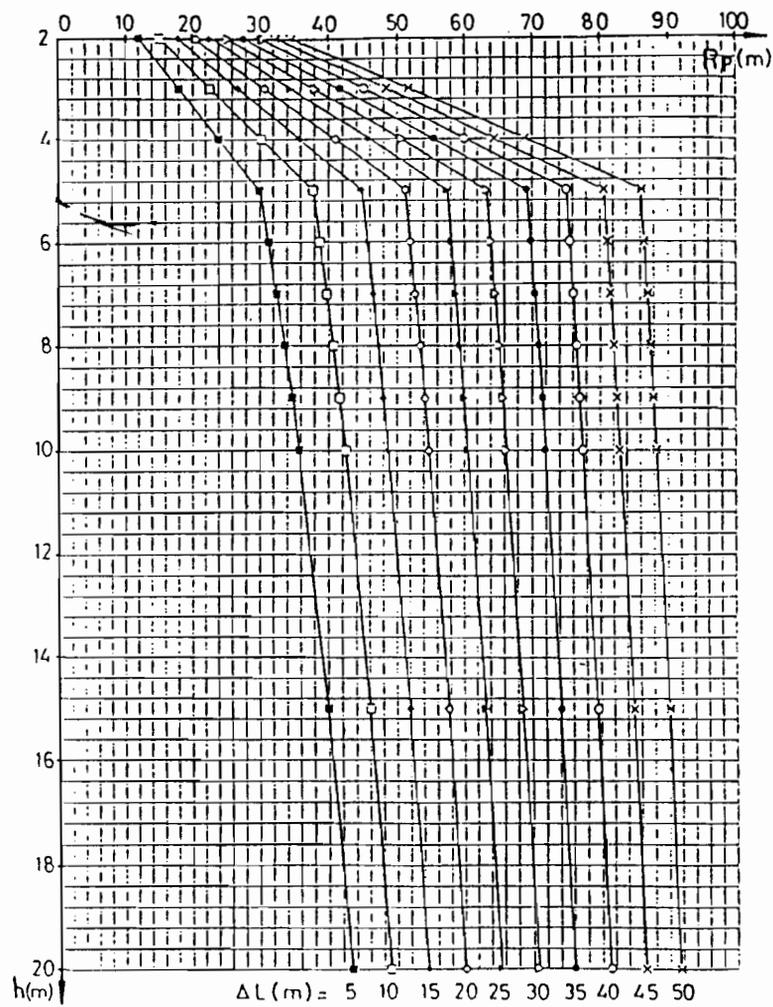
۲- برای شرح نظریه گوی فرضی Fictitious sphere به پیوست A از استاندارد NFC 17-102 رجوع شود.



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 برحسب متر  
 ΔL(m): فاصله‌ای که نقطه دریافت آذرخش از نوک میله برتگیر دور می‌شود برحسب متر  
 h(m): اختلاف ارتفاع بین نوک پایانه هوایی و سطح افقی مورد نظر برحسب متر  
 Rp(m): شعاع حفاظت در سطح افقی مورد نظر برحسب متر

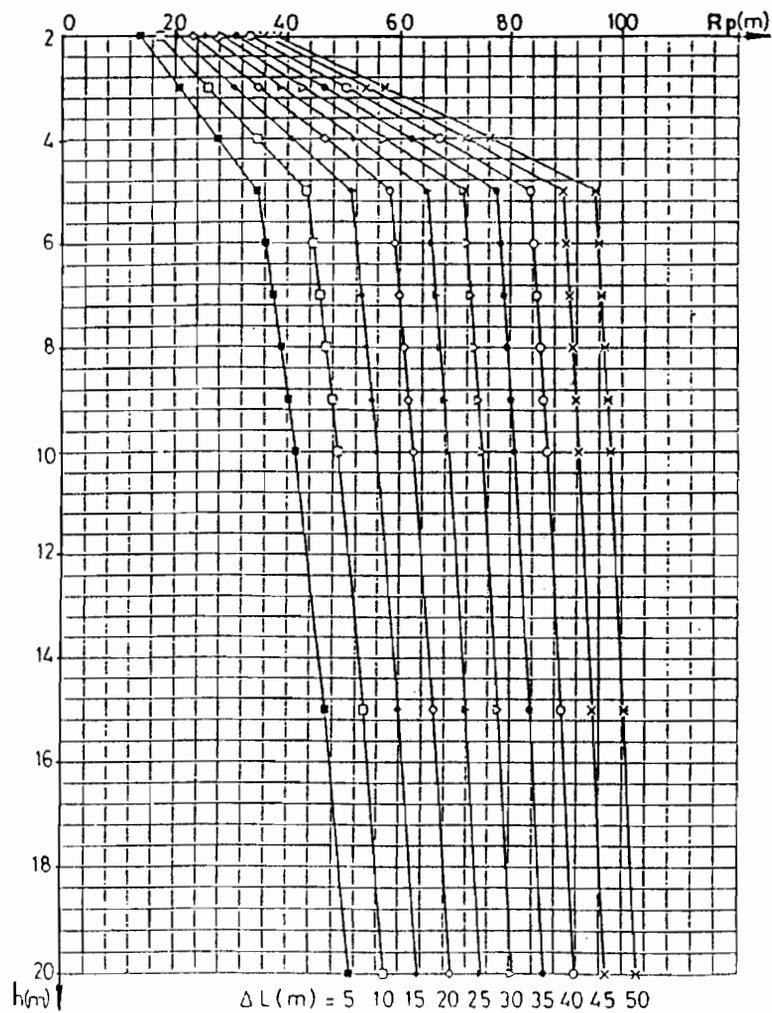
شکل ۱۲ - ۸ الف شعاع حفاظت برتگیر الکترونیک با کلاس I (D=۲۰m)



D (m)										
45										
$\Delta L$ (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  
 $\Delta L$ (m): فاصله‌ای که نقطه دریافت آذرخش از نوک میله برتگیر دور می‌شود بر حسب متر  
h(m): اختلاف ارتفاع بین نوک پایانه هوایی و سطح افقی مورد نظر بر حسب متر  
 $R_p$ (m): شعاع حفاظت در سطح افقی مورد نظر بر حسب متر

شکل ۱۴-۸ ب شعاع حفاظت برتگیر الکترونیک با کلاس حفاظت II ( $D=45$  m)



D (m)										
60										
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  
 $\Delta L(m)$ : فاصله‌ای که نقطه دریافت آذرخش از نوک میله برگیر دور می‌شود بر حسب متر  
 $h(m)$ : اختلاف ارتفاع بین نوک پایانه هوایی و سطح افقی مورد نظر بر حسب متر  
 $R_p(m)$ : شعاع حفاظت در سطح افقی مورد نظر بر حسب متر

شکل ۱۴-۸ پ شعاع حفاظت برگیر الکترونیک با کلاس حفاظت III ( $D=60\text{ m}$ )

## ۵-۱۴ اصول و روشهای نصب سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش

### ۱-۵-۱۴ برقرگیر نوع قفس فاراده یا شکلی از آن

۱-۱-۵-۱۴ در انواع مختلف ساختمانها و بناها ممکن است از سر میله برقرگیر تک شاخه یا چند شاخه استفاده شود. (شکل ۱۴-۱)

۲-۱-۵-۱۴ ارتفاع میله برقرگیر از سر میله تا سطح محل نصب باید حداقل ۵۰ سانتیمتر یا بیشتر باشد.

۳-۱-۵-۱۴ فواصل نصب میله‌های برقرگیر و شبکه هادیها برحسب استاندارد مورد مراجعه، طول میله‌ها و نوع سقف متفاوت است؛ در مواردی که از استاندارد NFPA 78 استفاده می‌شود برابر ضوابط مندرج در بند ۱۴-۴-۳ و در مواردی که استاندارد IEC 1024-1 به کار می‌رود برابر معیارهای تعیین شده در بند ۱۴-۴-۷ خواهد بود.

۴-۱-۵-۱۴ کلیه گوشه‌های خارجی ساختمان باید دارای میله برقرگیر باشد حتی اگر فواصل آن خیلی کم باشد (شکل ۱۴-۱۴).

۵-۱-۵-۱۴ کلیه میله‌های برقرگیر نصب شده در یک ساختمان باید به وسیله تسمه مسی به یکدیگر متصل شده و یک شبکه مشبک بسته را تشکیل دهد. (شکل ۱۴-۱۴)

۶-۱-۵-۱۴ اسکلت فلزی ساختمانهای اسکلت فلزی و یا آرماتورهای ساختمانهای بتن آرمه در چندین نقطه در پشت بام و بالای پی ساختمان باید به شبکه برقرگیر همبندی همپانسیل شود. برای این منظور باید در هنگام ساختن اسکلت فلزی و یا بستن آرماتورها پیش‌بینی لازم به عمل آید تا در زمان نصب سیستم برقرگیر هیچ‌گونه اشکالی به وجود نیاید.

۷-۱-۵-۱۴ کلیه قسمت‌های فلزی موجود در پشت بام از قبیل سقف شیروانی یا سایبان فلزی و مانند آن باید به شبکه برقرگیر همبندی همپانسیل شود.

۸-۱-۵-۱۴ در نقاط اتصال اسکلت فلزی، آرماتور یا دیگر قسمت‌های فلزی ساختمان به شبکه برقرگیر باید از به کار بردن وسایل، قطعات و بستهای قابل زنگ زدن جداً خودداری شود.

۹-۱-۵-۱۴ میله‌های برقرگیر دور ساختمان باید روی دست‌اندازهای پشت بام نصب شود.

۱۰-۱-۵-۱۴ حلقه<sup>۱</sup> اتصال میله‌های برقرگیر دور ساختمان نیز باید روی دست‌انداز پشت بام نصب شود.

۱۱-۱-۵-۱۴ کلیه تسمه‌های ارتباطی (نزولی) بین شبکه مشبک پشت بام و پایانه‌های اتصال زمین باید حتی الامکان با فواصل یکسان و از روی بدنه خارجی ساختمان و در خط مستقیم کشیده شود.

۱۲-۱-۵-۱۴ تسمه‌های ارتباطی به هیچ وجه نباید از داخل لوله‌های فلزی عبور داده شود.

۱۳-۱-۵-۱۴ تسمه‌های مورد مصرف برای نصب شبکه مشبک و همچنین به عنوان هادیهای نزولی سیستم برقرگیر باید از نوع حلقه‌ای بوده و از مصرف تسمه‌های شاخه‌ای، که اتصالات اضافی به وجود می‌آورد، خودداری شود.

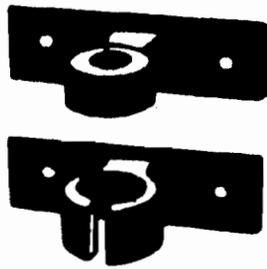
۱۴-۱-۵-۱۴ میله‌های برقرگیر باید با پایه متناسب با محل استقرار، نصب و به تسمه مشبک متصل شود. انواع پایه‌های مختلف برای نصب میله برقرگیر در شکل‌های (۱۴-۹ و ۱۴-۱۰) نشان داده شده است.

۱۵-۱-۵-۱۴ کلیه تسمه‌های تشکیل دهنده شبکه مشبک در نقاط تقاطع باید با اتصالات متناسب

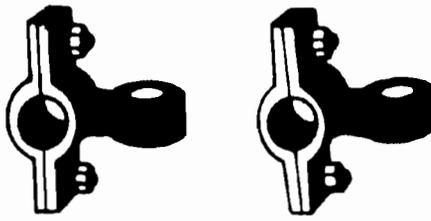
- به یکدیگر متصل شود. انواع مختلف اتصالات در شکل (۱۴ - ۱۱) نشان داده شده است.
- ۱۴-۱-۵-۱۶ تمامی تسمه‌ها باید با بستهای مناسب به کف یا دیوار دست‌انداز بام و مانند آن کاملاً مستحکم شود. انواع بستها در شکل (۱۴ - ۱۲) رسم شده است.
- ۱۴-۱-۵-۱۷ اتصال پایانه‌های زمینی سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش به سیستم اتصال زمین سایر تأسیسات 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 ۱۴ - ۱-۳ دقیقاً مطابقت نماید.
- ب - سیستم همچنین باید با ضوابط و استانداردهای سایر تأسیسات مربوط نیز مطابقت نماید.
- پ - سیستم اتصال زمین عمومی باید متشکل از یک شبکه گسترده‌ای<sup>۱</sup> باشد که حداکثر مقاومت الکتریکی کل آن برابر با کمترین مقدار تعیین شده برای هر یک از سیستمهای موردنظر باشد.
- 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 اتصال دهنده باید به گونه‌ای تعیین شود که موجب القاء جریان برق در کابلها و تأسیسات 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.

#### ۱۴-۵-۲ اصول و روشهای نصب سیستم برقگیر الکترونیک (ESE)

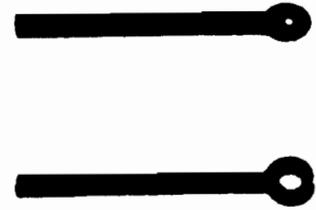
- ۱۴-۵-۲-۱ دستگاه برقگیر نوع الکترونیک باید حدوداً در مرکز سطح مورد حفاظت و در بالاترین قسمت ساختمان روی دکل مناسب نصب شود.
- ۱۴-۵-۲-۲ در تعیین ارتفاع دکل برقگیر الکترونیکی، علاوه بر رعایت ضوابط مندرج در بندهای ۱۴ - ۲-۴ تا ۱۴ - ۲-۶ این فصل، باید دقت کافی به عمل آید که نوک میله مرکزی پایانه هوایی حداقل دو متر بالاتر از وسایل نصب شده یا موجود در سطح مورد حفاظت اطراف برقگیر مانند دودکش موتورخانه، برج خنک‌کننده، کلاهی هواکش، آنتن‌های گیرنده یا فرستنده رادیو یا تلویزیون، چراغهای هشداردهنده هوایی و غیره قرار گرفته باشد.
- ۱۴-۵-۲-۳ در ساختمانهای مرتفع برای اعلام خطر باید در بالاترین نقطه دکل (زیر دستگاه برقگیر الکترونیک) و در روی بازوی جداگانه چراغ هشدار دهنده هوایی نصب شود.
- ۱۴-۵-۲-۴ 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 موردنظر را تامین کند نصب شود.
- ۱۴-۵-۲-۵ هادیهای نزولی که برای انتقال جریان برق ناشی از آذرخش از سیستمهای پایانه هوایی به سیستم پایانه زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد باید در سطوح خارجی سازه موردنظر نصب شود. در مواردی که



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 پشت بامهای شیبدار



۵- پایه مخصوص نصب در بالای پشت بامهای شیبدار



۴- پایه مخصوص نصب در بالای پشت بامهای شیبدار



۹- پایه مخصوص نصب روی دست انداز و یا کف پشت بام



۸- پایه مخصوص نصب روی ساختمانهای سوله



۷- پایه مخصوص نصب روی پشت بامهای شیبدار



۱۲- پایه مخصوص نصب در داخل ستون و یا دست انداز



۱۱- پایه مخصوص اتصال میله برقگیر به تسمه

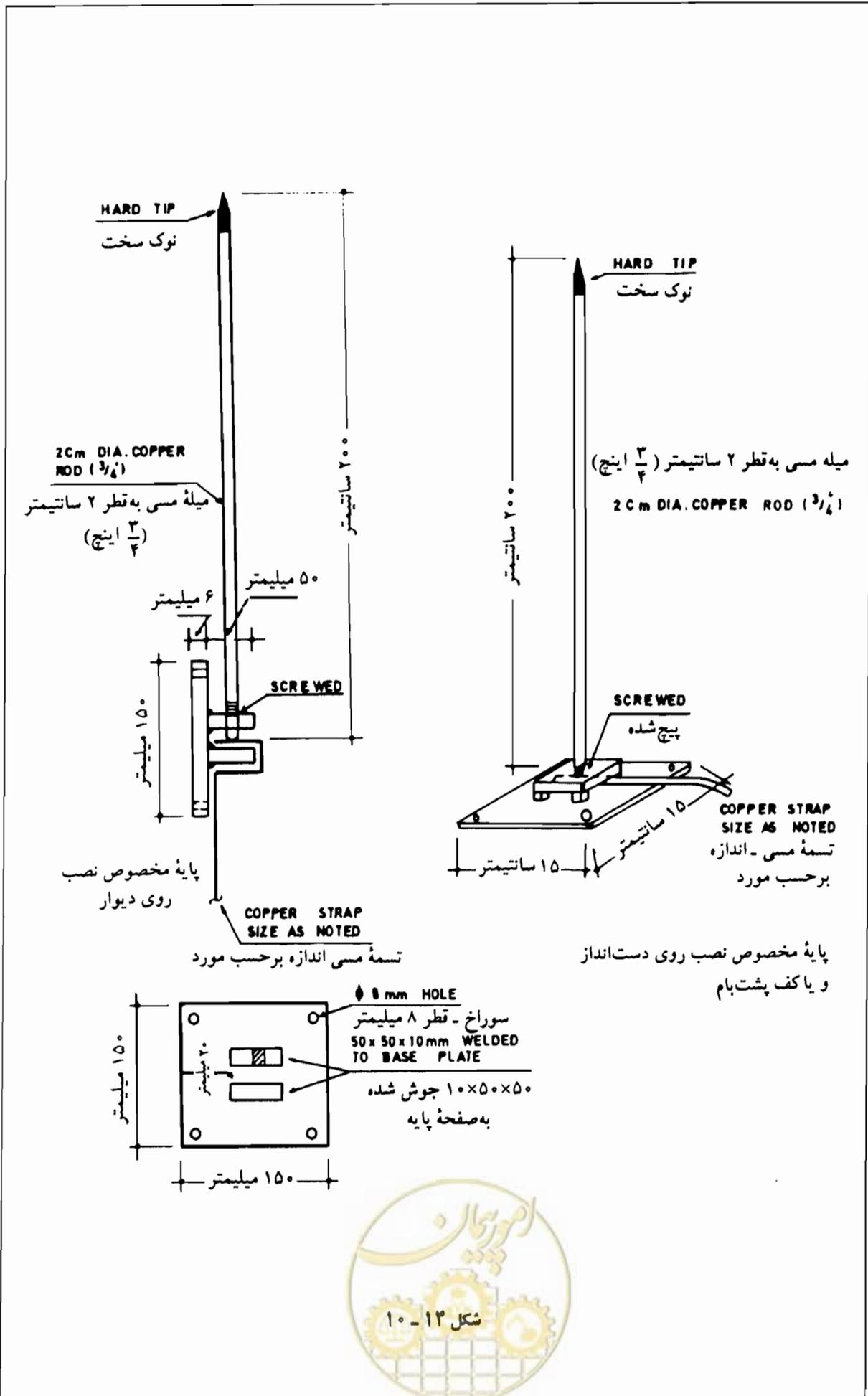


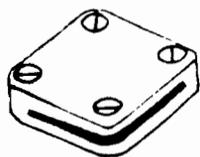
۱۰- پایه مخصوص نصب روی دودکش



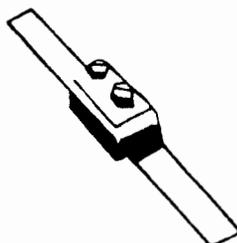
پایانه‌های مختلف برای نصب میله برقگیر

شکل ۹-۱۲





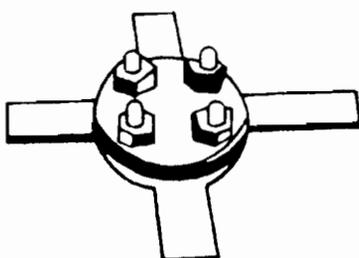
۳ - بست اتصال دوراه و چهارراه



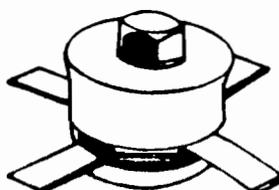
۲ - بست اتصال مستقیم



۱ - بست اتصال چهارراه



۶ - بست آزمایشی دوراه و چهارراه



۵ - بست آزمایشی چهارراه



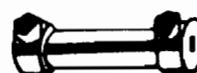
۴ - بست آزمایشی دوراه



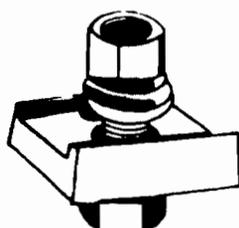
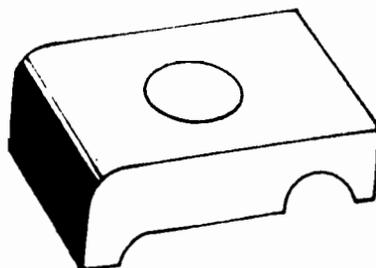
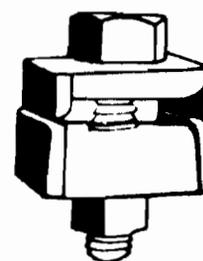
۹ - پایه و پیچ و مهره نصب در بتن



۸ - بست تسمه به لوله



۷ - بست اتصال سیم

۱۲ - بست تسمه به فلز  
(ورق و یا پروفیل)۱۱ - بست انشعاب از تسمه  
به سیم

۱۰ - بست متفرقه

اتصالات و وسایل مختلف تسمه کشی

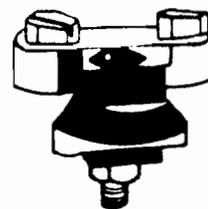
شکل ۱۱-۱۴



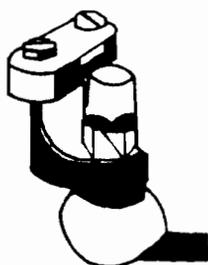
۳- تسمه مسی ۲۰×۳ میلی‌متر  
و یا ۲۵×۳ میلی‌متر



۲- بست تسمه مخصوص نصب  
روی نرده



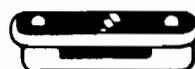
۱- بست تسمه مخصوص نصب  
روی ورق موجدار



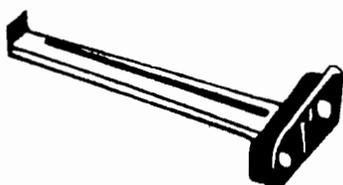
۶- بست تسمه مخصوص نصب  
روی دیوار



۵- بست تسمه مخصوص نصب  
روی خرپا



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



۹- بست تسمه مخصوص نصب  
در داخل دیوار



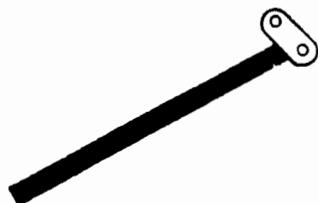
۸- بست تسمه مخصوص نصب  
در داخل دیوار



۷- بست تسمه مخصوص نصب  
در داخل دیوار



۱۳- بست یکپارچه ساده



۱۲- بست یکپارچه ساده



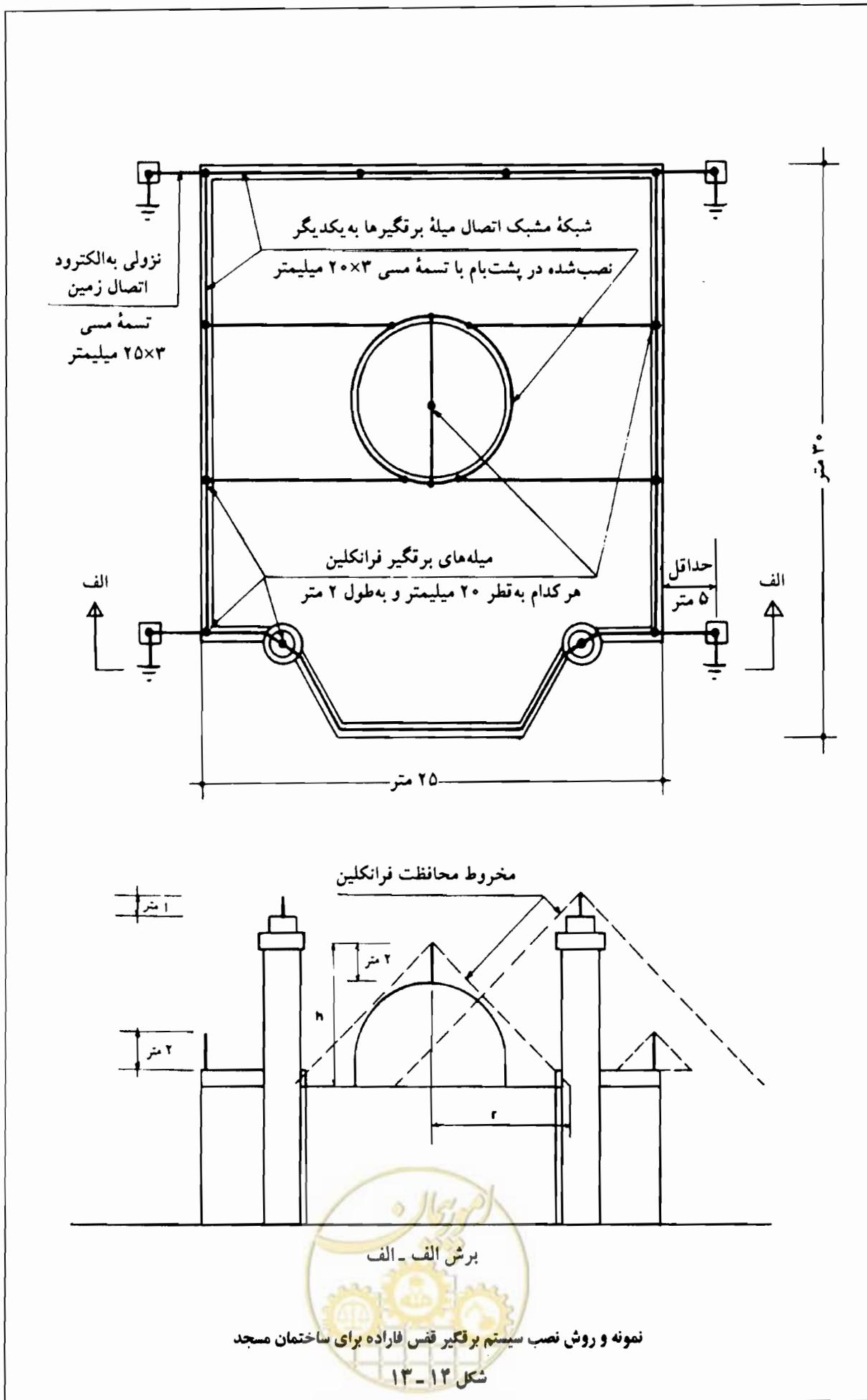
۱۱- میخ مسی

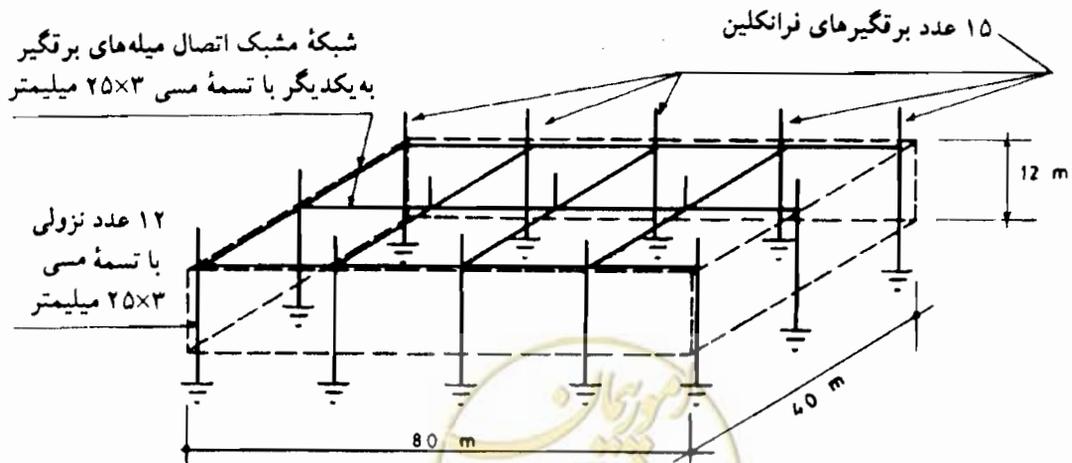
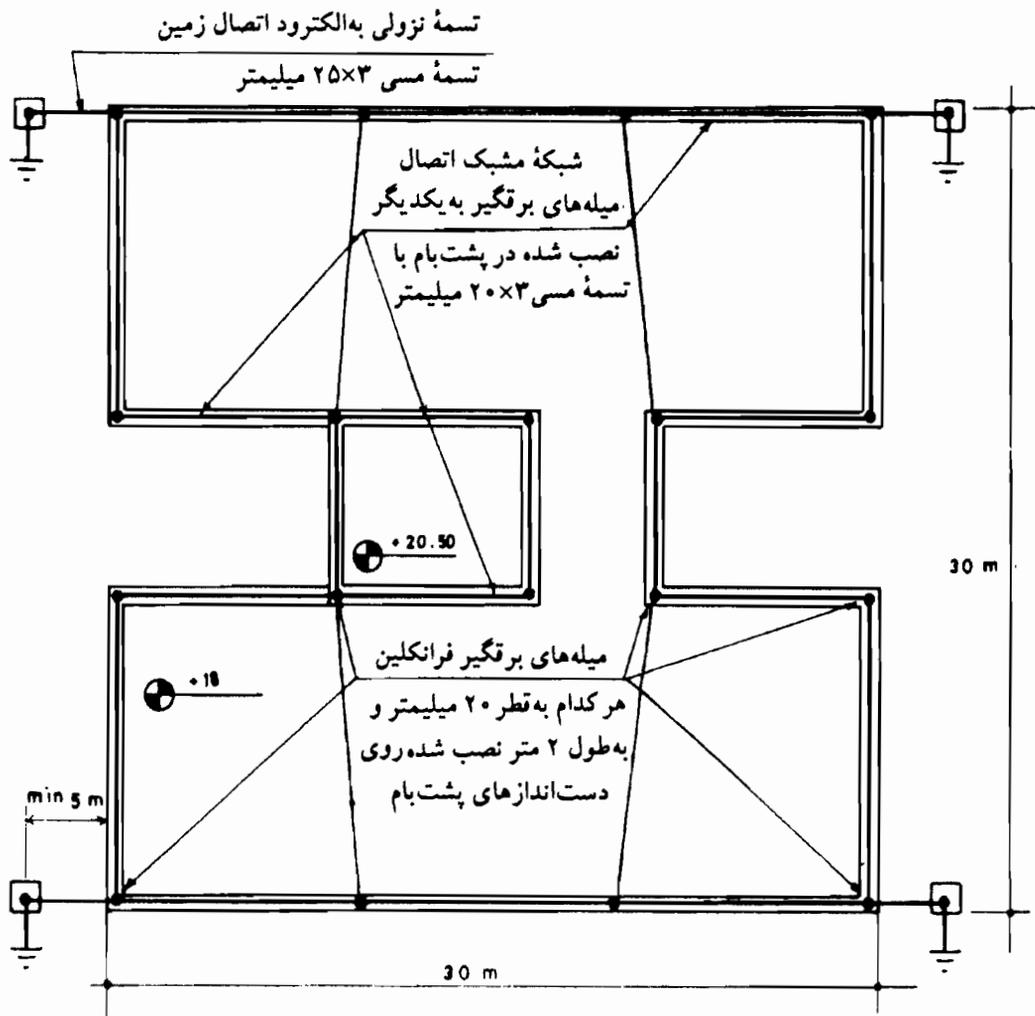


۱۰- میخ سرکج مسی

بستها و نگهدارنده‌های مختلف تسمه

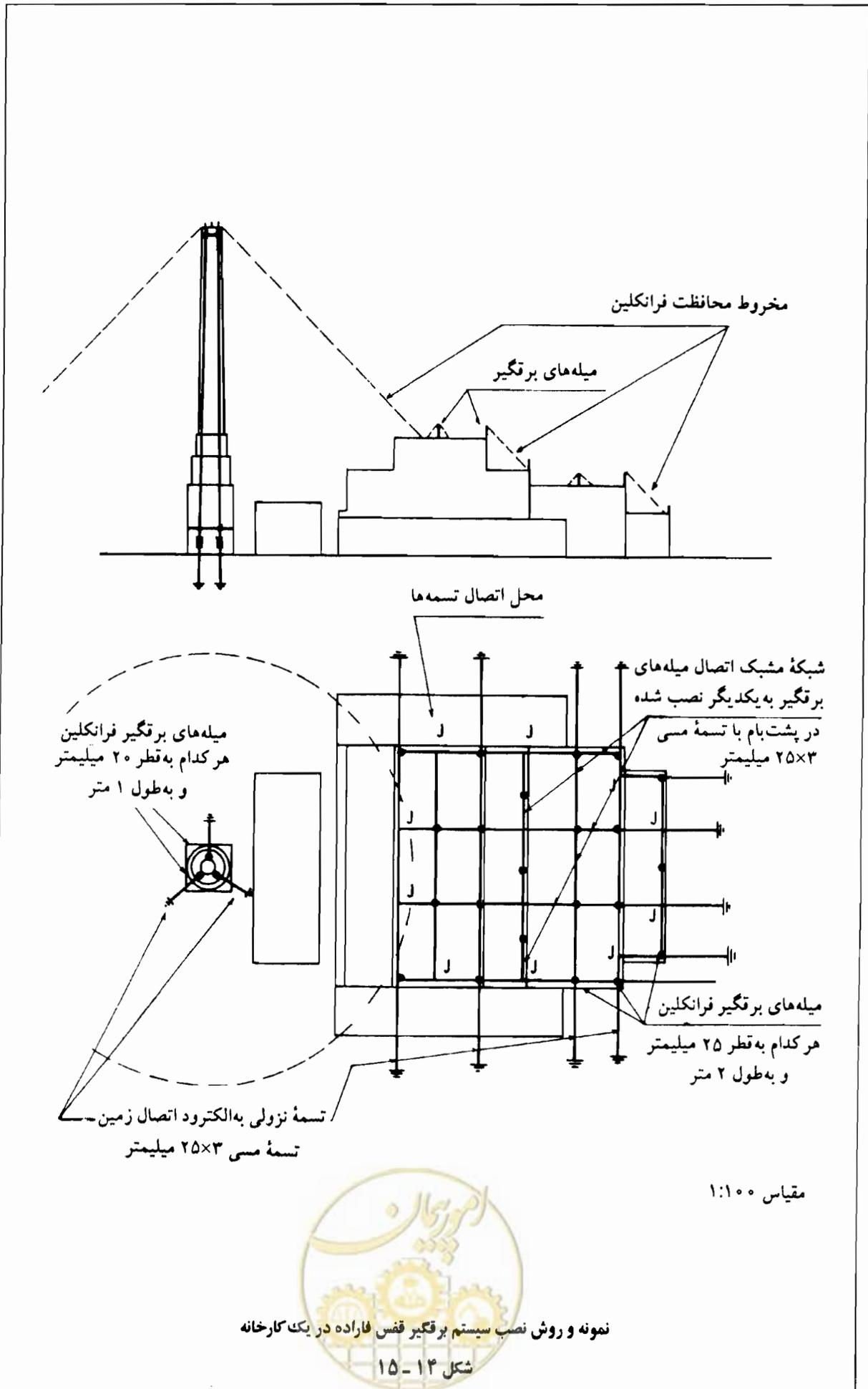
شکل ۱۲-۱۴

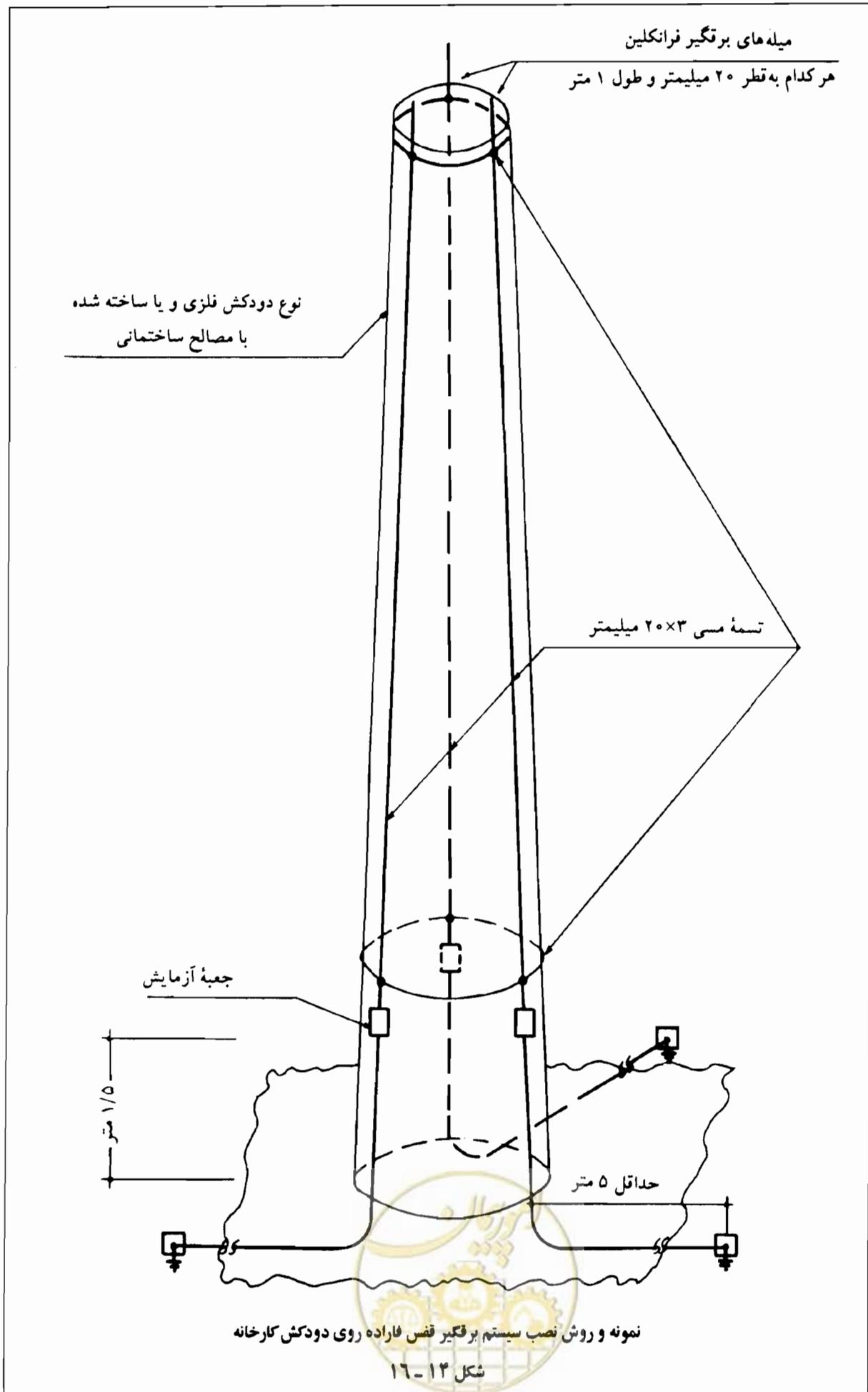




نمونه و روش کلی نصب سیستم برقگیر قفس فاراده

شکل ۱۴-۱۴





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. این‌گونه مجاری باید عایق، غیر قابل اشتعال و دارای سطح مقطعی حداقل برابر با ۲۰۰۰ میلیمتر مربع یا بیشتر بوده و در اجرای آن شرایط مربوط به هادیهای نزولی رعایت شود. مجری سیستم تأسیسات برقی، هنگام استفاده از مجاری داخلی باید نسبت به کاهش کارایی سیستم حفاظتی مربوط و مشگلات بازرسی و نگهداری آن و همچنین مخاطرات ناشی از ورود موج ولتاژ بالا به درون سازه آگاه باشد.

۶-۲-۵-۱۴ در مواردی که سطح خارجی ساختمان یا سازه به وسیله دیوار پرده‌ای<sup>۱</sup> فلزی، سنگی، یا شیشه‌ای پوشیده شده باشد، هادی نزولی ممکن است در پشت پوشش نامبرده به دیوار بتنی یا سازه باربر نصب شود. در این‌گونه موارد اجزاء پوششی هادی و سازه نگهدار باید از بالا و پایین به هادی نزولی پیوند<sup>۲</sup> یابد.

۷-۲-۵-۱۴ 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 ۱۴-۱۷).

ب - در صورتی که سیستم تأسیسات 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.

۸-۲-۵-۱۴ 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.

۹-۲-۵-۱۴ تسمه‌های مورد مصرف برای هادیهای نزولی باید از نوع حلقه‌ای بوده و از مصرف تسمه‌های شاخه‌ای، که اتصالات اضافی به وجود می‌آورد، خودداری شود.

۱۰-۲-۵-۱۴ کلیه تسمه‌ها یا سیمها باید با بستهای مناسب و به صورت سه عدد 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 ۱۴-۱۱ نشان داده شده است.

۱۱-۲-۵-۱۴ 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 ۱۴-۱۸)

۱۲-۲-۵-۱۴ 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 غیر قابل 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.

۱۳-۲-۵-۱۴ هادیهای نزولی باید در برابر ضربه و آسیب به وسیله حفاظ مناسب به ارتفاع دو متر از سطح زمین محافظت شود.

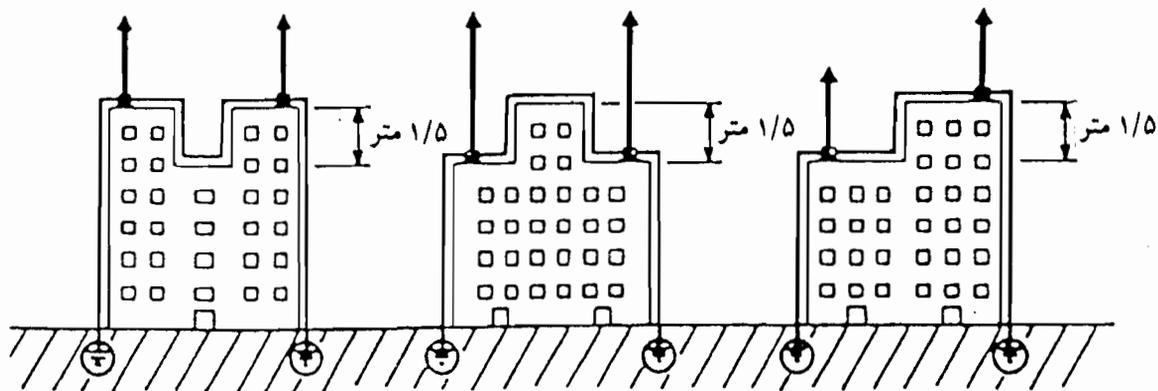
۱۴-۲-۵-۱۴ به منظور قطع سیستم پایانه زمینی و اندازه‌گیری میزان مقاومت اتصال زمین، هر هادی نزولی باید

- به یک جعبه اتصال آزمون همراه با تیغه و سایر تجهیزات مربوط مجهز شود (به بند های ۱۵ - ۲ - ۵ و ۱۵ - ۴ - ۲ فصل ۱۵ و شکل ۱۵ - ۷ رجوع شود). این گونه جعبه ها 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.
- ۱۴ - ۵ - ۲ - ۱۵ در مواردی که از آذرخش شمار استفاده می شود، دستگاه نامبرده باید بر روی مستقیم ترین هادی نزولی و در ارتفاع حدود دو متری از سطح زمین و در بالای جعبه اتصال آزمون نصب شود.
- ۱۴ - ۵ - ۲ - ۱۶ به منظور جلوگیری از ایجاد جرقه های خطرناک بین هادیهای حامل جریان آذرخش و قسمت های فلزی نزدیک آن (در مواردی که فاصله ایمن موجود نباشد) کلیه بخشهای مزبور باید به سیستم هادیهای نزولی همبندی همپتانسیل شود. بنابراین تمامی قسمت های 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 ایمن به بند ۲ - ۱ - ۳ از استاندارد NFC 17-102 رجوع شود).
- ۱۴ - 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 پیش بینی لازم به عمل آید تا در زمان نصب سیستم برقگیر هیچ گونه اشکالی به وجود نیاید.
- ۱۴ - ۵ - ۲ - ۱۸ در مواردی که سیستم تأسیسات حفاظت داخلی ساختمان در برابر آذرخش مورد نیاز است، باید بخشهای فلزی داخلی ساختمان به وسیله هادیهای مسی همپتانسیل با حداقل سطح مقطع ۱۶ میلی متر مربع به یک شمش یا میله مسی همپتانسیل با حداقل سطح مقطع ۷۵ میلی متر 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 تأسیسات برقی یا مخابراتی با استفاده از هادیهای حفاظدار، یا در لوله های فلزی اجرایی شود، اتصال حفاظ هادیها یا لوله های فلزی به سیستم اتصال زمین معمولاً حفاظت لازم را تأمین می کند، در این گونه موارد در صورت عدم تأمین حفاظت لازم، هادیهای فعال باید از طریق برقگیرهای حفاظتی<sup>۱</sup> به سیستم حفاظت در برابر آذرخش همبندی شود.
- ۱۴ - ۵ - ۲ - ۱۹ اتصال پایانه های زمینی سیستمهای حفاظت در برابر آذرخش به شبکه اتصال زمین سایر تأسیسات برقی ساختمان در آیین نامه ها و استانداردها مشروط بر رعایت موارد زیر توصیه شده است:
- الف - سیستم اتصال زمین عمومی باید متشکل از یک شبکه گسترده ای<sup>۲</sup> 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 ۱۴ - ۳ - ۱ دقیقاً مطابقت کند.
- پ - سیستم اتصال زمین عمومی همچنین باید با ضوابط و استانداردهای سایر تأسیسات 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 می گیرد، مسیر هادی

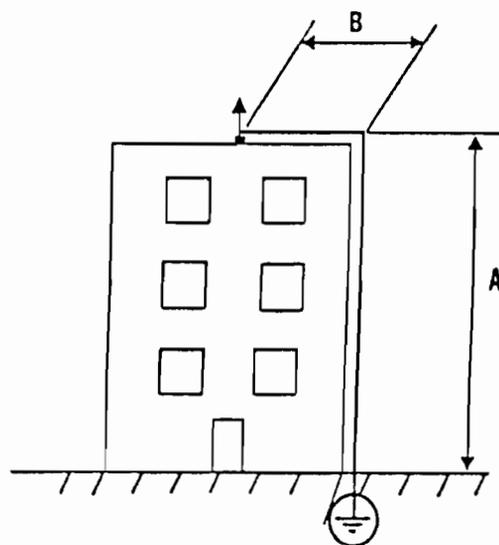
اتصال دهنده باید به گونه‌ای تعیین شود که موجب القاء جریان برق در کابلها و تأسیسات مجاور آن نشود.

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

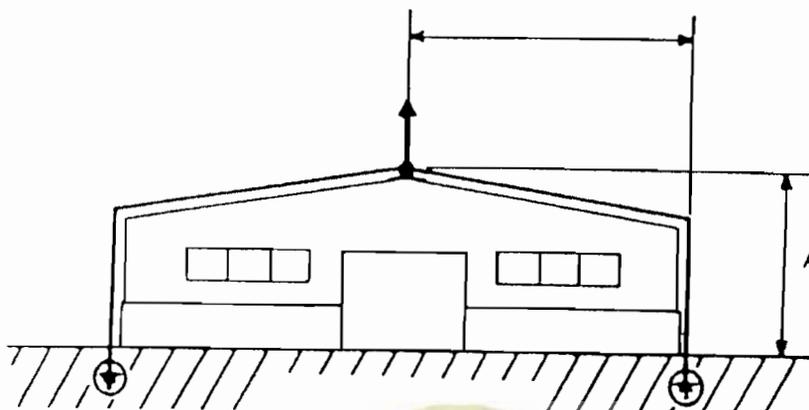




(الف) اتصال پایانه‌های هوایی الکترونیک به یکدیگر با اختلاف سطح حداکثر ۱/۵ متر



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

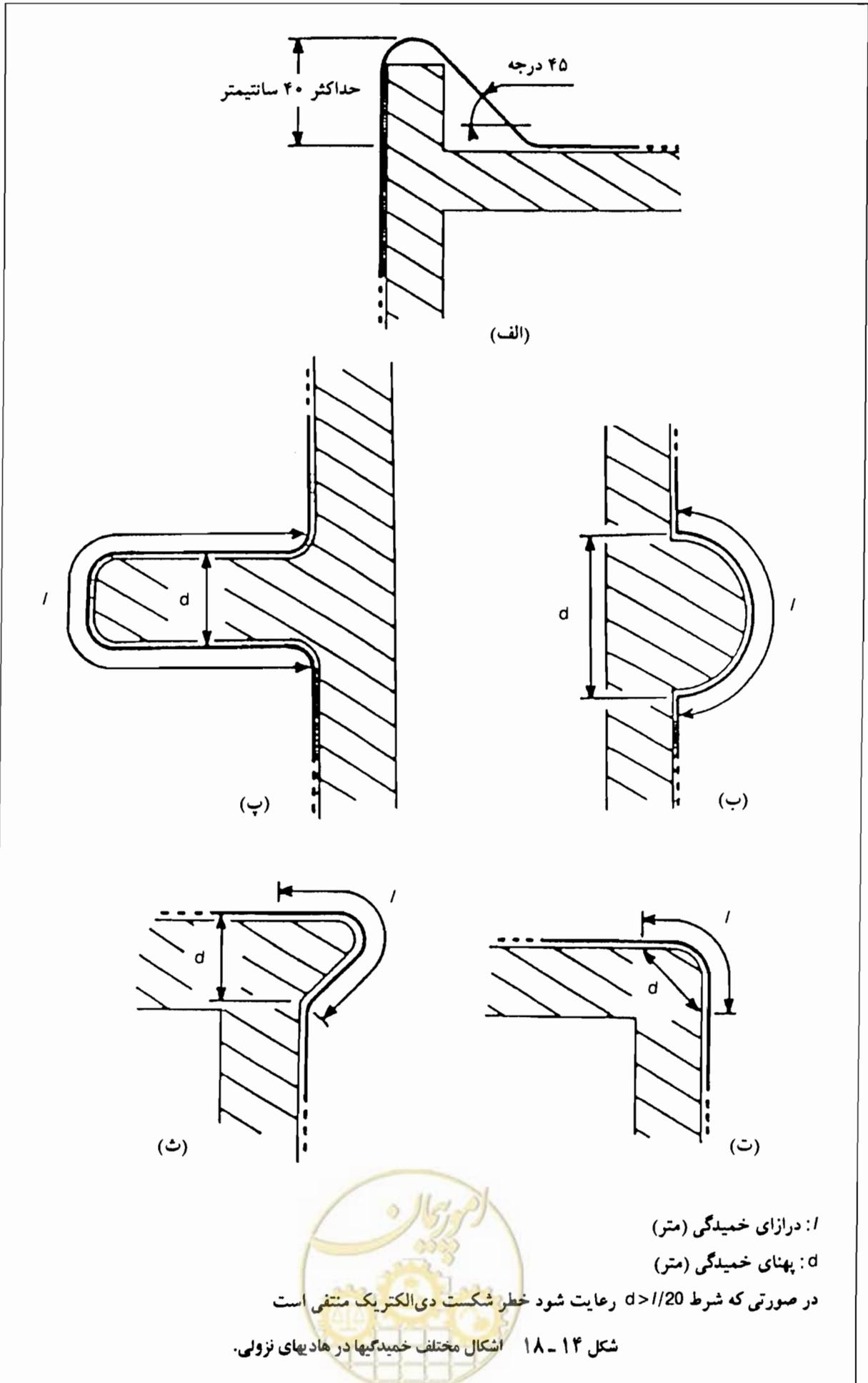


(پ)  $28 < A$  متر یا  $B > A$ : دو هادی نزولی

A: تصویر هادی نزولی عمودی

B: تصویر هادی نزولی افقی

شکل ۱۴ - ۱۷ اتصال پایانه‌های هوایی الکترونیک به یکدیگر و تعداد هادیهای نزولی.





# فصل ۱۵

## سیستم اتصال زمین

### ۱-۱۵ کلیات و تعاریف

#### ۱-۱-۱۵ تعاریف

#### ۱-۱-۱-۱۵ الکتروود زمین

یک یا چند قطعه هادی است که به منظور برقراری ارتباط الکتریکی با جرم کلی زمین در خاک مدفون شود. الکتروودهای زمین مستقل از نظر الکتریکی، الکتروودهایی است که فواصل آن از یکدیگر به قدری است که در صورت عبور حداکثر جریان ممکن از یکی، ولتاژ الکتروودهای دیگر به مقدار قابل ملاحظه تحت تأثیر قرار نگیرد.

#### ۲-۱-۱-۱۵ جرم کلی زمین

مفهومی است که ویژگیهای آن با عبارات زیر قابل توجیه است:  
- جرم کلی زمین را می توان مشابه شینه ای با سطح مقطع بزرگ فرض کرد، که مقاومت بین هر دو نقطه آن عملاً نزدیک صفر است؛  
- اتصال به جرم کلی زمین تنها از راه نوعی الکتروود زمین امکان پذیر است؛  
- اتصال الکتروود زمین به جرم کلی زمین همواره با مقاومتی همراه است که همان مقاومت اتصال زمین یا مقاومت الکتروود زمین است.

#### ۳-۱-۱-۱۵ مقاومت اتصال زمین یا مقاومت زمین

مقاومت الکتریکی بین سرآزاد الکتروود زمین مستقل از نظر الکتریکی و جرم کلی زمین است.

#### ۴-۱-۱-۱۵ تأسیسات الکتریکی

هر نوع ترکیبی از وسایل و مصالح به هم پیوسته الکتریکی در یک محل یا فضای معین.

#### ۵-۱-۱-۱۵ تجهیزات الکتریکی

مصالح و تجهیزاتی است که برای تولید، تبدیل یا مصرف انرژی الکتریکی به کار رود، مانند مولدها، موتورهای برق، ترانسفورماتورها، دستگاههای برقم، دستگاههای اندازه گیری، وسایل حفاظتی و امثال آن.



**۱۵-۱-۱-۶ بدنه هادی**

بدنه یا اسکلت هادی در دسترس مربوط به تجهیزات الکتریکی که در وضعیت عادی برقدار نمی‌باشد ولی ممکن است در اثر بروز نقص در دستگاه یا ایجاد اتصالی داخلی در آن، برقدار شود.

**۱۵-۱-۱-۷ هادی بیگانه**

قسمتی است هادی که جزیی از تأسیسات الکتریکی نباشد. (مانند اسکلت و قسمت‌های فلزی ساختمانها، لوله کشیهای آب و گاز و وسایل متصل به آن، بدنه‌های هادی سیستمهای غیربرقی و غیره) و می‌تواند ولتاژی را که معمولاً ولتاژ زمین است دارا باشد.

**۱۵-۱-۱-۸ برقدار**

هر سیم یا هادی دیگری است که در شرایط عادی تحت ولتاژ الکتریکی باشد.

**۱۵-۱-۱-۹ هادی خنثی (نول)**

هادیی است که به نقطه خنثی وصل باشد و به منظور انتقال انرژی الکتریکی از آن استفاده شود.

**یادآوری:**

در پاره‌ای موارد و در شرایطی معین، یک هادی واحد می‌تواند وظایف هادی خنثی و هادی حفاظتی را توأمأ انجام دهد.

**۱۵-۱-۱-۱۰ هادی حفاظتی (هادی اتصال زمین)**

هادیی است که در اقدامات حفاظتی در برابر برق‌گرفتگی، هنگام بروز اتصالی، از آن استفاده می‌شود و بدنه‌های هادی را به قسمت‌های زیر وصل می‌کند:

- بدنه‌های هادی دیگر؛

- قسمت‌های هادی بیگانه؛

- الکتروود زمین، هادی زمین شده یا قسمت برقدار زمین شده.

**۱۵-۱-۲ کلیات**

۱۵-۱-۲-۱ سیستم توزیع نیرو و اتصال زمین مورد استفاده عموماً سیستم TN از نوع TN-C-S و یا در صورت لزوم TN-S خواهد بود<sup>۱</sup>. (بند ۲-۵-۱ نیز ملاحظه شود)

۱۵-۱-۲-۲ به منظور ایجاد ایمنی و حفاظت لازم در برابر برق‌گرفتگی برای افراد و کارکنانی که از وسایل، ابزارها و دستگاه‌های برقی استفاده می‌کنند و همچنین کار صحیح سیستم تأسیسات برقی، اقدامات زیر باید انجام شود:

الف: نقطه نول سیم پیچ مولدهای برق در نیروگاه‌های برق و همچنین نقطه نول سیم پیچ

۱- برای شرح انواع سیستم‌های توزیع نیرو و اتصال زمین به استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۳۷ یا استاندارد IEC 364-3 رجوع شود.

ترانسفورماتور در پستهای برق و سیم نول شبکه خطوط هوایی در ابتدا و انتهای خطوط به طول تا ۲۰۰ متر و در خطوطی به طول بیش از ۲۰۰ متر علاوه بر ابتدا، و انتهای خط در هر فاصله ۲۰۰ متری، نول خطوط مذکور باید به الکتروود سیستم اتصال زمین مربوط متصل شود. این سیستم به طور کلی اتصال زمین سیستم<sup>۱</sup> نامیده می شود.

ب: بدنه یا محفظه فلزی کلیه وسایل، ابزارها، دستگاهها، ماشین آلات و تابلوهای برقی و همچنین اسکلت و اجزای فلزی داخلی هر یک، که حامل جریان برق نمی باشد، باید به سیستم اتصال زمین ساختمان مربوط متصل شود. این سیستم به طور کلی اتصال زمین وسایل<sup>۲</sup> (حفاظتی) نامیده می شود.

۱۵-۱-۲-۲ در نیروگاهها و پستهای برق سیستم اتصال زمین سیستم و سیستم اتصال زمین وسایل و همچنین سیستم اتصال زمین بدنه تابلوهای فشار قوی باید کلاً از یکدیگر جدا بوده و استفاده از یک سیستم اتصال زمین با الکتروود مشترک مجاز نمی باشد.

(برای شرایط و موارد استفاده از یک یا دو الکتروود زمین برای حفاظت سیستم و ایمنی در یک پست ترانسفورماتور به بند پ ۱-۹-۷ از مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمانی ایران رجوع شود).

۱۵-۱-۲-۳ در نیروگاهها و پستهای برق سیستم اتصال زمین سیستم و سیستم اتصال زمین وسایل و همچنین سیستم اتصال زمین بدنه تابلوهای فشار متوسط، در صورتی که حائز شرایط استفاده از یک الکتروود اتصال زمین نباشد باید دارای هادیها و الکتروود جداگانه باشد. در این گونه موارد الکتروودهای زمین باید به گونه ای استقرار یابد که در حوزه اثر ولتاژ یکدیگر واقع نشود. (برای شرایط و موارد استفاده از یک یا دو الکتروود زمین برای حفاظت سیستم و ایمنی در یک پست ترانسفورماتور به بند پ ۱-۹-۷ از مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمانی ایران رجوع شود).

۱۵-۱-۲-۴ در ساختمانهایی که مجهز به سیستم حفاظت در برابر آذرخش (قفس فاراده یا الکترونیک) می باشد و ساختمان فاقد یک شبکه اتصال زمین عمومی باشد (بند ۱۴-۵-۲-۱۹، فصل ۱۴، دیده شود)، سیستم اتصال زمین حفاظت در برابر آذرخش باید از سیستمهای اتصال زمین تأسیسات برقی فشار ضعیف یا فشار متوسط ساختمان کاملاً جدا باشد. در این گونه موارد چنانچه امکان انتقال ولتاژ فشار قوی (به ویژه ناشی از آذرخش) به تجهیزات فشار ضعیف وجود داشته باشد فاصله الکتروودها از یکدیگر، در نزدیکترین فاصله نباید از ۲۰ متر کمتر باشد و در مورد الکتروودهای قائم این فاصله نباید از ۲۰ متر یا دو برابر عمق الکتروودها - هر کدام که بیشتر باشد - نزدیکتر باشد.

۱۵-۱-۲-۵ هادیهای اتصال بین الکتروودها و یا شبکه اصلی سیستم اتصال زمین باید در صورت امکان از تسمه مسی حلقه ای با ابعاد لازم باشد ولی در صورت عدم امکان تهیه آن استفاده از سیم مسی لخت نیز بلامانع است.

۱۵-۱-۲-۶ در صورتی که سیم اتصال زمین (هادی حفاظتی) با سیمهای فاز و نول کلاً در یک لوله کشیده شود مانند سیمکشی سیستم روشنایی و یا پریزهای برق یک فاز و نول یا سه فاز و نول و مانند آن، سطح مقطع سیم اتصال زمین باید مساوی با سطح مقطع سیمهای فاز و نول باشد.

۱۵-۱-۲-۷ در صورتی که سیم اتصال زمین با سیمهای فاز و نول کلاً در یک پوشش قرار گرفته باشد مانند کابلهای

- معمولی و یا سیمهای چند رشته قابل انعطاف ارتباطی مانند سیم اطوی برقی، کتری برقی، سماور برقی، توستر برقی، یخچال، ماشین لباسشویی و مانند آن، سطح مقطع سیم اتصال زمین باید مساوی با سطح مقطع سیمهای فاز و نول باشد.
- ۱۵-۱-۲-۸ در کابلهایی که سطح مقطع سیم نول نصف سطح مقطع هر سیم فاز می باشد، سطح مقطع سیم اتصال زمین و سیم نول باید یکسان باشد.
- ۱۵-۱-۲-۹ در صورتی که برای اتصال زمین وسایل و ماشین آلات برقی و همچنین تابلوهای فرعی و اصلی و غیره از سیم یا شینه جداگانه ای استفاده شود، سطح مقطع آن باید با سطح مقطع نول کابل اصلی دستگاههای مربوط یکسان باشد، مشروط بر این که سطح مقطع سیم نول از ۱۶ میلیمتر مربع کمتر نباشد.
- ۱۵-۱-۲-۱۰ برای کابلهایی با سیم نول به مقطع کمتر از ۱۶ میلیمتر مربع باید سطح مقطع سیم اتصال زمین ۱۶ میلیمتر مربع منظور شود.
- ۱۵-۱-۲-۱۱ سیستم اتصال زمین شامل چاه اتصال زمین با الکترودهای مختلف و جعبه اتصال آزمون، و سیم یا تسمه رابط بین شبکه اتصال زمین و چاه اتصال زمین می باشد.

## ۲-۱۵ استانداردها و مشخصات فنی سیستم اتصال زمین

- ۱۵-۲-۱ سیستم اتصال زمین شبکه های تأسیسات توزیع نیروی برق و خطوط مخابرات باید برابر مشخصات و ضوابط مندرج در نشریه «استاندارد سیستم زمین شبکه های توزیع»، که به وسیله وزارت نیرو - امور برق تهیه شده است، طراحی و اجرا شود.
- ۱۵-۲-۲ استانداردها و ساخت و کاربرد انواع مختلف الکترودهای سیستم اتصال زمین باید براساس یکی از استانداردهای شناخته شده بین المللی همچون IEC 60364-5-54، BS 1013، NEC و VDE، یا مشابه آن باشد.
- ۱۵-۲-۳ در طراحی و اجرای سیستم اتصال زمین تأسیسات برقی ساختمانها علاوه بر ضوابط تصریح شده در این فصل سایر مقررات مندرج در مبحث ۱۳ از مقررات ملی ساختمانی ایران نیز باید رعایت شود.

## ۴-۲-۱۵ مشخصات انواع الکترودهای اتصال زمین

- ۱۵-۲-۴-۱ الکترودهای اتصال زمین نوع میله مسی مغز فولادی، به قطرهای ۱۶، ۲۰ و ۲۵ میلیمتر و به طول ۱/۲۰ متر، قابل کوبیدن مستقیم در زمین به کمک کلاهک مخصوص و قابل امتداد به وسیله سرهم کردن دو، سه و چهار میله با استفاده از بوشن مخصوص. شکل ۱۵-۱ چند نوع الکترودهای اتصال زمین همراه با بستهای مربوط، و شکل ۱۵-۲ جزئیات نصب الکترودهای میله مسی مغز فولادی را نشان می دهد.
- ۱۵-۲-۴-۲ الکترودهای اتصال زمین نوع لوله ای با لوله فولادی گالوانیزه یا سیاه، با قطر داخلی حدود ده سانتیمتر و به طولهای ۲، ۳، ۴ و ۶ متر مجهز به محل اتصال تسمه یا سیم مسی ساخته شده به شکل (U) از تسمه فولادی ۴۰×۵ میلیمتر، جوش داده شده در بالای الکترودهای روی بدنه لوله، با پیش بینی سوراخ لازم برای نصب تسمه و یا کابلشو یا پیچ و مهره حداقل شماره ۱۲. جزئیات نصب سیستم اتصال زمین با الکترودهای در شکل ۱۵-۳ نشان داده شده است.

- ۱۵-۲-۳ الکترود اتصال زمین نوع صفحه مسی تخت از ورق مسی با ابعاد  $۷۰۰ \times ۷۰۰ \times ۳$  میلیمتر و یا مشبک با ابعاد  $۷۰۰ \times ۷۰۰$  میلیمتر ساخته شده از تسمه مسی  $۲۵ \times ۳$  میلیمتر (شکل‌های ۱۵-۱ و ۱۵-۴).
- ۱۵-۲-۴ الکترود اتصال زمین نوع لوله‌ای پرسی با لوله مخصوص پرس شده<sup>۱</sup> به قطر ۳۸ میلیمتر و به طول ۲/۵ متر به انضمام لوله امتداد و کلیه اتصالات مربوط (شکل ۱۵-۵).
- ۱۵-۲-۵ الکترود اتصال زمین نوع لوله‌ای با قطرهای ۳ و ۴ و یا ۵ سانتیمتر و به طول تقریبی ۱/۵ متر، قابل کوبیدن مستقیم در زمین به کمک کلاهک مخصوص و قابل امتداد به وسیله لوله‌های مخصوص امتداد با ابعاد فوق به انضمام کلیه اتصالات و ملحقات مربوط. شکل ۱۵-۶ این نوع الکترود اتصال زمین را نشان می‌دهد.
- ۱۵-۲-۶ میلگردهای فولادی بتن مسلح در پی‌ها و شالوده‌هایی که نسبت به زمین عایق‌بندی نشده و حداقل عمق آن از سطح زمین یک متر باشد، ممکن است به عنوان الکترود زمین مورد استفاده قرار گیرد. در این گونه موارد سازه‌های فولادی سوار بر این نوع پی‌ها باید از طریق اتصال بولتهای نگهدارنده یا با استفاده از کابل به میلگردهای بتن همبندی شود. استفاده از سازه‌های فولادی ساختمانها به عنوان هادی اتصال زمین باید برنامه‌ریزی شده بوده و اتصالات مربوط با هم‌آهنگی و نظارت مجریان تأسیسات برقی پروژه صورت گیرد.

### ۱۵-۲-۵ مشخصات جعبه اتصال آزمون

جعبه اتصال آزمون متشکل از جعبه فلزی با درب به ابعاد  $۷۰ \times ۱۰۰ \times ۱۶۰$  میلیمتر به انضمام صفحه فیبری با دو عدد پیچ و مهره خروسکی مسی یا برنجی و تیغه اتصال مسی خواهد بود. شکل ۱۵-۷ جزئیات یک جعبه اتصال آزمون را نشان می‌دهد.

### ۱۵-۲-۶ مشخصات هادیهای سیستم اتصال زمین

- ۱۵-۲-۱ کلیه هادیهای مورد مصرف در سیستم اتصال زمین و همچنین تمامی اتصالات و ملحقات مربوط به آن، باید از آلیاژ مسی، ویژه کاربرد در تأسیسات برق ساخته شده باشد.
- ۱۵-۲-۲ 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.
- ۱۵-۲-۳ هادیهای انشعابی فرعی از خطوط اصلی، که برای اتصال به دستگاهها به کار می‌رود، باید از نوع سیم مسی لخت باشد.
- ۱۵-۲-۴ در مواردی که در سیستم اتصال زمین از سیم مسی لخت به طور جداگانه استفاده شده و با سایر هادیهای الکتریکی در یک پوشش یا حفاظ قرار نمی‌گیرد، به منظور ازدیاد مقاومت مکانیکی، حداقل سطح مقطع آن باید ۱۶ میلیمتر مربع باشد.
- ۱۵-۲-۵ استفاده از سیم مسی روپوش دار به عنوان هادی اتصال زمین 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.
- ۱۵-۲-۶ حداکثر مقاومت مجاز اتصال زمین سیستمهای مختلف باید به شرح زیر باشد:

## الف - سیستم حفاظت در برابر آذرخش: پنج اهم

ب - نقطه نول مولد برق، ترانسفورماتور قدرت و سیم نول شبکه فشار ضعیف: در سیستم TN کل مقاومت الکتریکی مجاز نسبت به جرم کلی زمین نباید از دو (۲) اهم متجاوز باشد، که ممکن است علاوه بر اتصال زمین پست یا نیروگاه، با احداث اتصال زمینهای مکرر در طول خطوط توزیع یا تقسیم یک سیستم، و وصل هادی نول خطوط یادشده به زمین، تأمین شود. در مواردی که امکان اتصال زمینهای مکرر وجود ندارد مانند ساختمانهای بلند باید از روش همبندی اضافی برای همولتاژ کردن کلیه بدنه‌های هادی، قسمتهای هادی بیگانه و هادیهای حفاظتی تجهیزاتی که به‌طور همزمان در دسترس قرار می‌گیرد، استفاده شود. در مناطق خشک، صخره‌ای و سنگلاخی که مقاومت اتصال اتفاقی بین یک هادی فاز و جرم کلی زمین (یا هادیهای بیگانه که به هادی خنثی یا حفاظتی متصل نمی‌باشد) از ۷ اهم بیشتر است، حداکثر کل مقاومت مجاز نسبت به جرم کلی زمین در آن منطقه از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$R_B \leq R_E \frac{50}{U_0 - 50}$$

$R_B$  = مقاومت کل مجاز جدید (به جای دو اهم) برحسب اهم

$R_E$  = مقاومت اتفاقی اتصال فاز به زمین (مقدار تجربی آماری)، برحسب اهم

$U_0$  = ولتاژ اسمی بین فاز و خنثای سیستم (۲۲۰ ولت در موارد عادی)، برحسب ولت

$50$  = ولتاژ مجاز تماس، برحسب ولت

## پ - بدنه تابلوها و وسایل و ابزار برقی فشار ضعیف:

I - در صورتی که نول شبکه و بدنه هر کدام از وسایل و دستگاههای برقی به‌طور مستقل و جداگانه زمین شده باشد مقاومت مجاز اتصال زمین ( $R_S$ ) باید از  $\frac{65}{I_A}$  کوچکتر یا مساوی باشد:

$$R_S(\Omega) \leq \frac{65(V)}{I_A(A)}$$

به طوری که  $I_A$  جریان عملکرد دستگاه حفاظت اضافه جریان برای تأسیسات زمین شده می‌باشد.

II - در صورتی که نول شبکه و سیم هادی بدنه هر کدام از وسایل و دستگاهها از طریق شبکه (LOOP) اتصال زمین به یکدیگر مرتبط باشد مقاومت مجاز اتصال زمین ( $R_L$ ) باید از

$$\frac{U_E}{I_A}$$

کوچکتر یا مساوی باشد.

$$R_L(\Omega) \leq \frac{U_E(V)}{I_A(A)}$$

به طوری که  $U_E$  ولتاژ بین فاز و نول و جریان  $I_A$  همان جریان تعریف شده در بند قبلی می‌باشد.

## ت - بدنه وسایل و دستگاههای فشار متوسط

روشهای اتصال زمین وسایل و دستگاههای فشار متوسط در شکل ۱۵ - ۸ ارائه شده است.

I - روش مقاومت اتصال زمین در این حالت باید از رابطه زیر تعیین شود.

$$R_S(\Omega) \leq \frac{125(V)}{(A) \text{ (جریان باقیمانده نشت زمین + جریان سیم پیچ)}}$$

روش II- مقاومت اتصال زمین در این حالت باید از رابطه زیر تعیین شود.

$$R_S(\Omega) \leq \frac{125(V)}{(A) \text{ (جریان باقیمانده نشت زمین)}}$$

روش III- مقاومت اتصال زمین در این حالت باید از رابطه زیر تعیین شود.

$$R_S(\Omega) \leq \frac{125(V)}{(A) \text{ (جریان نشت زمین)}}$$

### ۱۵-۳ محاسبه تعداد چاه اتصال زمین لازم

۱۵-۳-۱ برای محاسبه تعداد چاههای اتصال زمین لازم به منظور به دست آوردن مقاومت حداکثر مجاز سیستم اتصال زمین با الکتروود مشخص ممکن است از رابطه زیر استفاده شود.

$$R = \frac{0.367\rho}{L} \times \log_1 \frac{4L}{D}$$

$R$  = مقاومت هر چاه اتصال زمین بر حسب اهم

$\rho$  = مقاومت مخصوص الکتریکی زمین بر حسب اهم سانتیمتر

$D$  = قطر الکتروود مورد نظر بر حسب سانتیمتر

$L$  = طول الکتروود مورد نظر بر حسب سانتیمتر

مثال:

در صورتی که: اهم - سانتیمتر  $\rho = 250$

سانتیمتر  $D = 1/6$

و سانتیمتر  $L = 244$  باشد

$$R = \frac{0.367 \times 250}{244} \times \log_1 \frac{4 \times 244}{1/6}$$

$$= \frac{91.75}{244} \times \log_1 \frac{976}{1/6}$$

$$= 0.376 \times \log_1 610$$

$$= 0.376 \times 2.7853 = 1.047 \text{ اهم}$$

در صورتی که مقاومت مجاز سیستم اتصال زمین مورد نظر ۱/۰ اهم باشد با نصب تعداد ۱۰ عدد الکتروود به فواصل ۲/۵ متر از یکدیگر و اتصال الکتروودها به هم مقاومت مورد نظر به دست خواهد آمد:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{1/0.47} \times 10 = \frac{10}{1/0.47}$$

$$\frac{R}{1} = \frac{1/0.47}{10} = 0/10.47 \quad \text{اهم}$$

- ۱۵-۳-۲ برای محاسبه ابعاد و تعداد الکترودهای اتصال زمین مختلف به جدول ۱۵-۳ مراجعه شود.
- ۱۵-۳-۳ برای محاسبه تعداد چاههای اتصال زمین لازم به منظور به دست آوردن مقاومت حداکثر مجاز سیستم اتصال زمین با الکترود مشخص ممکن است علاوه بر استفاده از روش مندرج در بند ۱۵-۳، از منحنیهای ترسیم شده در شکلهای ۱۵-۹، ۱۵-۱۰ و ۱۵-۱۱ نیز استفاده شود.

## ۱۵-۴ اصول و روشهای نصب سیستم اتصال زمین

### ۱۵-۴-۱ نصب الکترودهای اتصال زمین

- ۱۵-۴-۱-۱ الکترودهای اتصال زمین باید در زمین بکر کوبیده یا دفن شود و عمق آن به قدری باشد که خشک شدن یا یخ زدگی در فصلهای مختلف سال اثر قابل ملاحظه‌ای بر میزان مقاومت آن نداشته باشد.
- ۱۵-۴-۱-۲ حداقل عمق کوبیدن یا دفن الکترود اتصال زمین نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:
- الکترودهایی که به صورت عمودی دفن یا کوبیده می‌شود: ۲ متر
  - الکترودهای تسمه‌ای یا هادی مسی که به صورت افقی نصب می‌شود: ۰/۸ متر
- ۱۵-۴-۱-۳ الکترودهای نوع میله مسی مغز فولادی و یا لوله‌ای قابل کوبیدن، به طوری که در شکل ۱۵-۲ جزئیات آن نشان داده شده است، باید به کمک کلاهک مخصوص مستقیماً در زمین کوبیده شود.
- ۱۵-۴-۱-۴ در صورت نیاز به ازدیاد طول الکترود باید پس از کوبیدن طول کامل میله یا لوله اولیه، که دارای نوک فولادی تیز است، در زمین، یک سر میله یا لوله دوم به وسیله بوشن مخصوص به انتهای میله یا لوله اول متصل و سپس با کمک کلاهک مخصوص کوبیدن، که به سر دیگر میله یا لوله دوم وصل می‌شود، بقیه طول الکترود نیز در زمین کوبیده شود.
- ۱۵-۴-۱-۵ برای نصب الکترودهای نوع لوله‌ای ساده، لوله‌ای پر سی، و یا صفحه مسی تخت و مشبک باید، چاهی با عمق لازم تا رسیدن به رطوبت طبیعی زمین حفر و سپس ته آن تا ارتفاع ۱۵ الی ۲۰ سانتیمتر با مخلوطی از نمک سنگ خرد و سرنده شده و خاکه زغال انباشته و تسطیح شود، آنگاه الکترود در داخل چاه قرار داده شده و در اطراف و روی آن تا ارتفاع حدود دو متر بالایه‌هایی از نمک مزبور و خاکه زغال هر یک به ضخامت ۱۵ سانتیمتر انباشته و فشرده گردد و سپس ارتفاع باقیمانده چاه نیز با خاک سرنده شده لایه به لایه خاکریزی، فشرده و پر شود.
- ۱۵-۴-۱-۶ چاه حفر شده برای سیستم اتصال زمین باید ویژه نصب الکترود اتصال زمین بوده و برای هیچ منظور دیگری مورد استفاده قرار نگیرد و به همین ترتیب نیز استفاده از دیگر چاهها (مانند آب، فاضلاب و غیره) برای نصب الکترود اتصال زمین مجاز نخواهد بود.
- ۱۵-۴-۱-۷ جزئیات نصب الکترودهای لوله‌ای ساده، لوله‌ای پر سی، و صفحه‌ای در شکلهای ۱۵-۳ و ۱۵-۴ و ۱۵-۵ نشان داده شده است.
- در مواردی که برای اتصال هادی زمین به صفحه مسی از کابلشو مسی پر سی (با پرس هیدرولیک)

استفاده می‌شود، کابلشو باید به وسیله دو عدد پیچ مسی همراه با مهره‌های اصلی و قفل‌کننده به صفحه مسی محکم شود و در صورتی که اتصالات به وسیله جوش اکسیژن (لحیم سخت) صورت می‌گیرد باید دقت لازم مبذول گردد تا هادی به کابلشو و نیز کابلشو به صفحه مسی در تمامی سطح تماس به یکدیگر جوشکاری شود و صرفاً به جوشکاری پیرامون کابلشو اکتفا نشود.

۱۵-۴-۸ در مواردی که با نصب یک الکتروود مقاومت مورد نظر حاصل نشده و احتیاج به نصب چندین الکتروود باشد اولاً فاصله نصب بین هر دو الکتروود نباید کمتر از دو برابر طول الکتروود (میله‌ای یا لوله‌ای)، یا عمق چاه باشد و ثانیاً کلیه الکتروودها باید با تسمه مسی ۳×۲۵ میلی‌متر به یکدیگر متصل شود.

۱۵-۴-۹ 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 شکل‌های ۱۵-۲، ۱۵-۳، ۱۵-۴ و ۱۵-۵ ساخته و نصب شود.

### ۱۵-۴-۲ نصب جعبه اتصال آزمون

۱۵-۴-۱ برای تسهیل در امر آزمون اندازه‌گیری میزان مقاومت الکتریکی هر الکتروود اتصال زمین به طور جداگانه، باید یک جعبه اتصال آزمون برای هر الکتروود اتصال زمین پیش‌بینی و نصب شود تا پس از نصب سیستم یا در زمان بهره‌برداری میزان مقاومت آن نسبت به جرم کلی زمین اندازه‌گیری و کنترل شود. (شکل‌های ۱۵-۲، ۱۵-۳، ۱۵-۴، ۱۵-۵ و ۱۵-۷)

۱۵-۴-۲ جعبه اتصال آزمون باید در روی سطح نزدیکترین دیوار به الکتروود مربوط و در ارتفاع حداقل ۱/۵ متر از کف تمام شده زمین نصب و عبارت «هادی برقیگیر» همراه با نشانه  $\perp$  به صورت دائمی بر روی آن حک شود.

۱۵-۴-۳ گرفتن هرگونه انشعاب از هادیهای اتصالی بین الکتروود و جعبه اتصال آزمون به هیچ وجه جایز نبوده و کلیه انشعابات و تشکیل حلقه شبکه سیستم اتصال زمین<sup>۱</sup> و مانند آن باید پس از جعبه اتصال آزمون انجام شود.

### ۱۵-۴-۳ نصب هادیهای اتصال زمین

۱۵-۴-۱ برای اتصال تسمه مسی و یا سیم مسی لخت به الکتروود اتصال زمین باید از بستها و کابلشوهای متناسب با نوع الکتروود مطابق شکل ۱۵-۱ استفاده شود.

۱۵-۴-۲ 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.

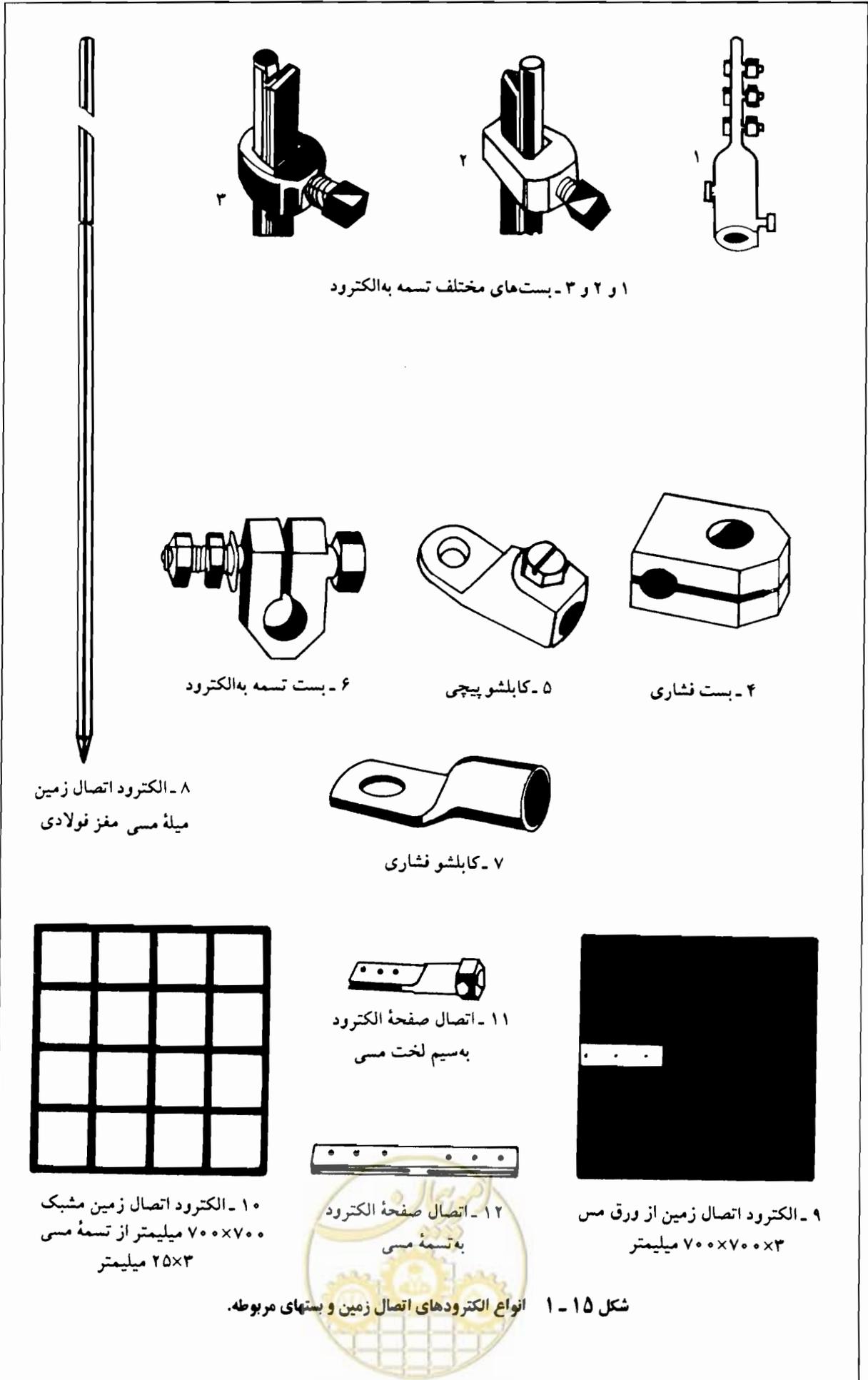
۱۵-۴-۳ برای نصب هادیهای شبکه سیستم اتصال زمین به دیوار، سقف و کف ساختمان و یا در کانال، باید از بستهای مخصوص از جنس مس یا برنج، که در شکل ۱۴-۱۲ نشان داده شده است، استفاده شود.

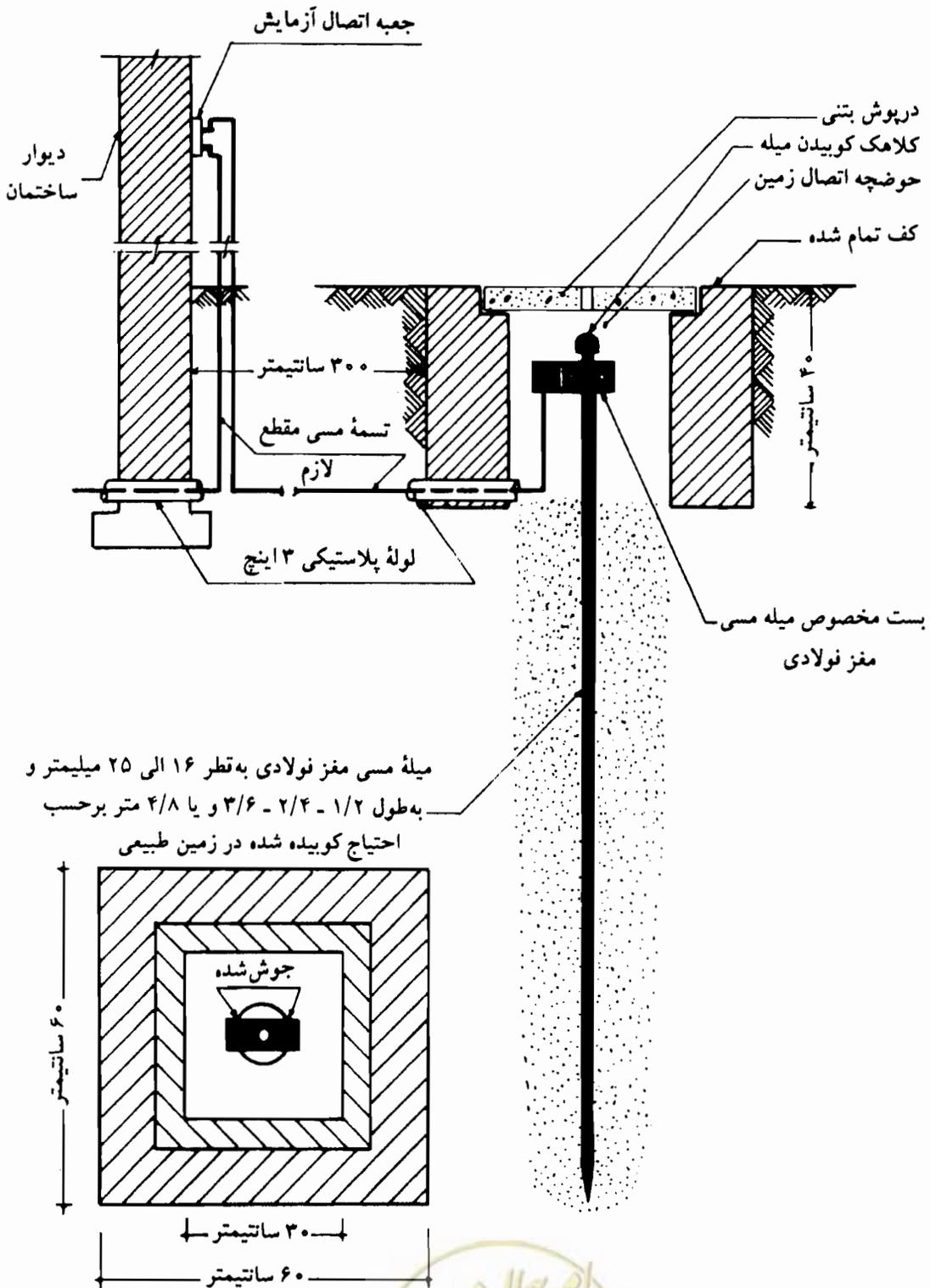
۱۵-۴-۴ در مواردی که به علت سنگلاخی بودن زمین کوبیدن الکتروود یا حفر چاه امکانپذیر نمی‌باشد، ممکن است با نصب تسمه مسی ۳×۲۵ میلی‌متر در عمق ۶۰ تا ۸۰ سانتیمتری زمین به صورت حلقه یا شبکه و به طول لازم تا حد حصول به حداکثر مقاومت مجاز مورد نظر، سیستم اتصال زمین لازم ایجاد شود.

## ۴-۴-۱۵ آزمون سیستم اتصال زمین

- ۱-۴-۴-۱۵ 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.
- ۲-۴-۴-۱۵ 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.
- ۳-۴-۴-۱۵ هر الکتروود یا سیستم اتصال زمین باید دارای شناسنامه‌ای حاوی مشخصات کامل آن شامل نوع و جنس الکتروود یا الکترودها 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.
- ۵-۱۵ نشانه‌های ترسیمی الکتریکی برای سیستمهای برقی و اتصال زمین در جدول ۱۵-۲ ارائه شده است.

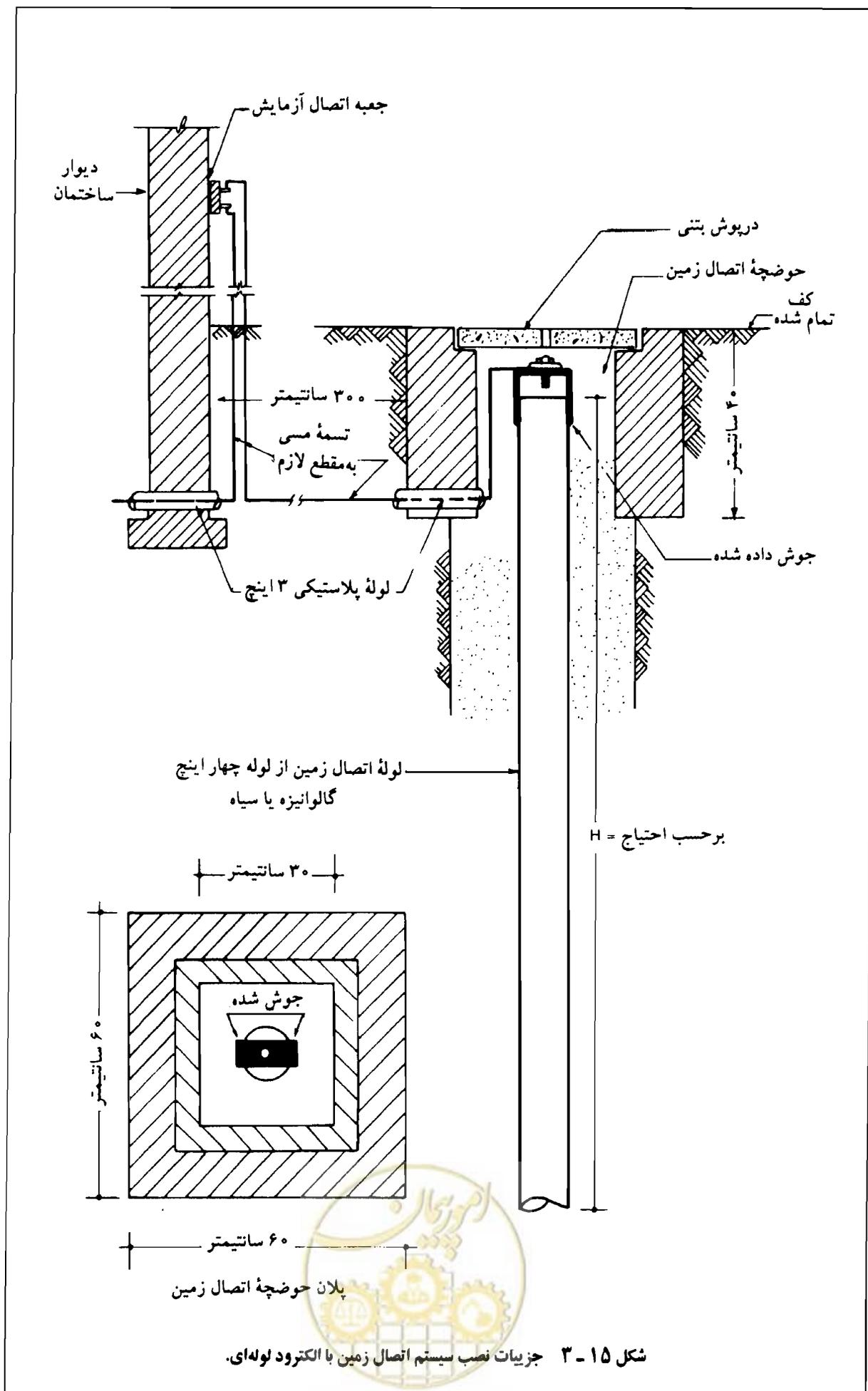




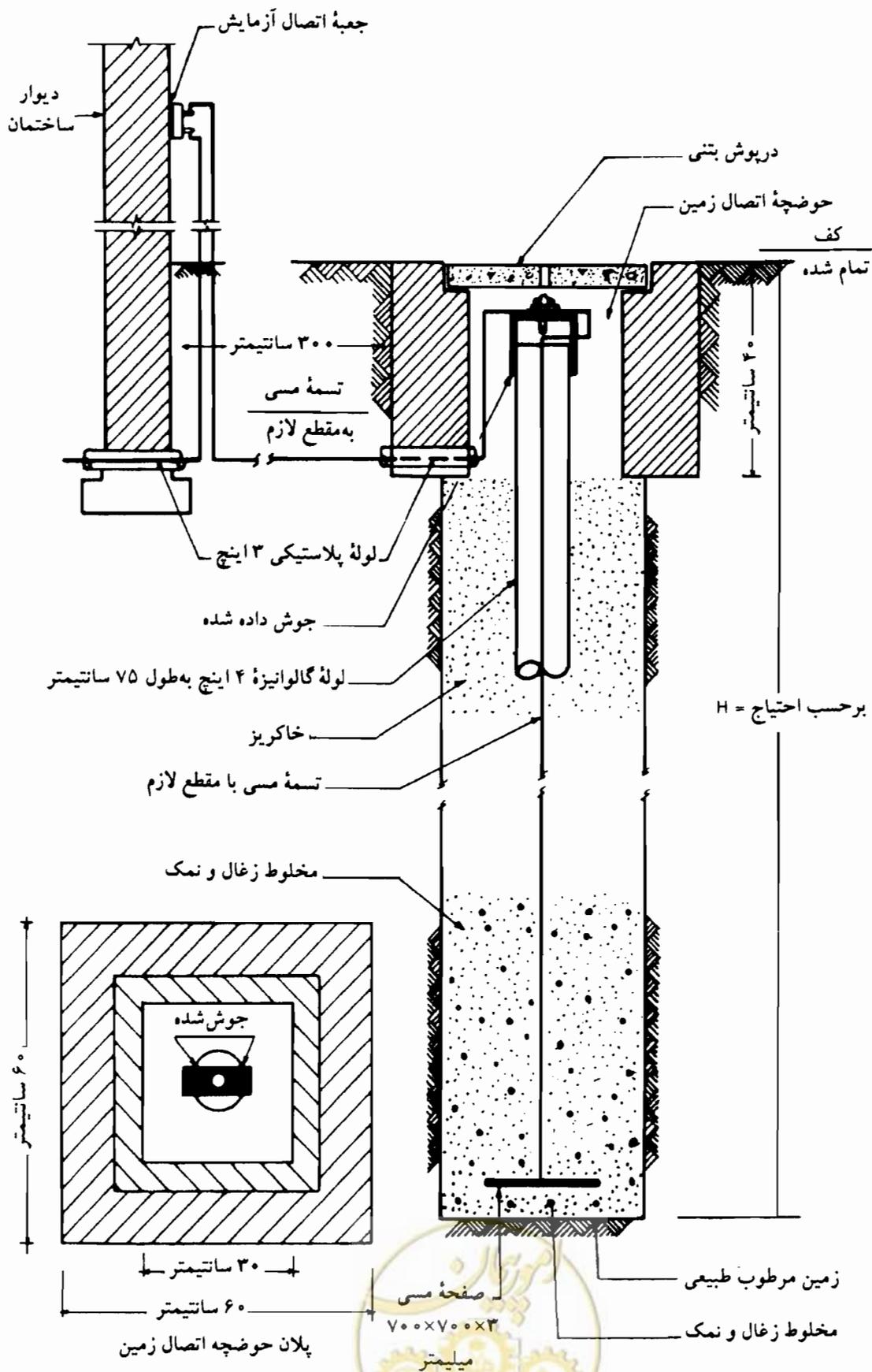


شکل ۱۵-۲ جزئیات نصب سیستم اتصال زمین با الکتروود میله مسی مغز فولادی.



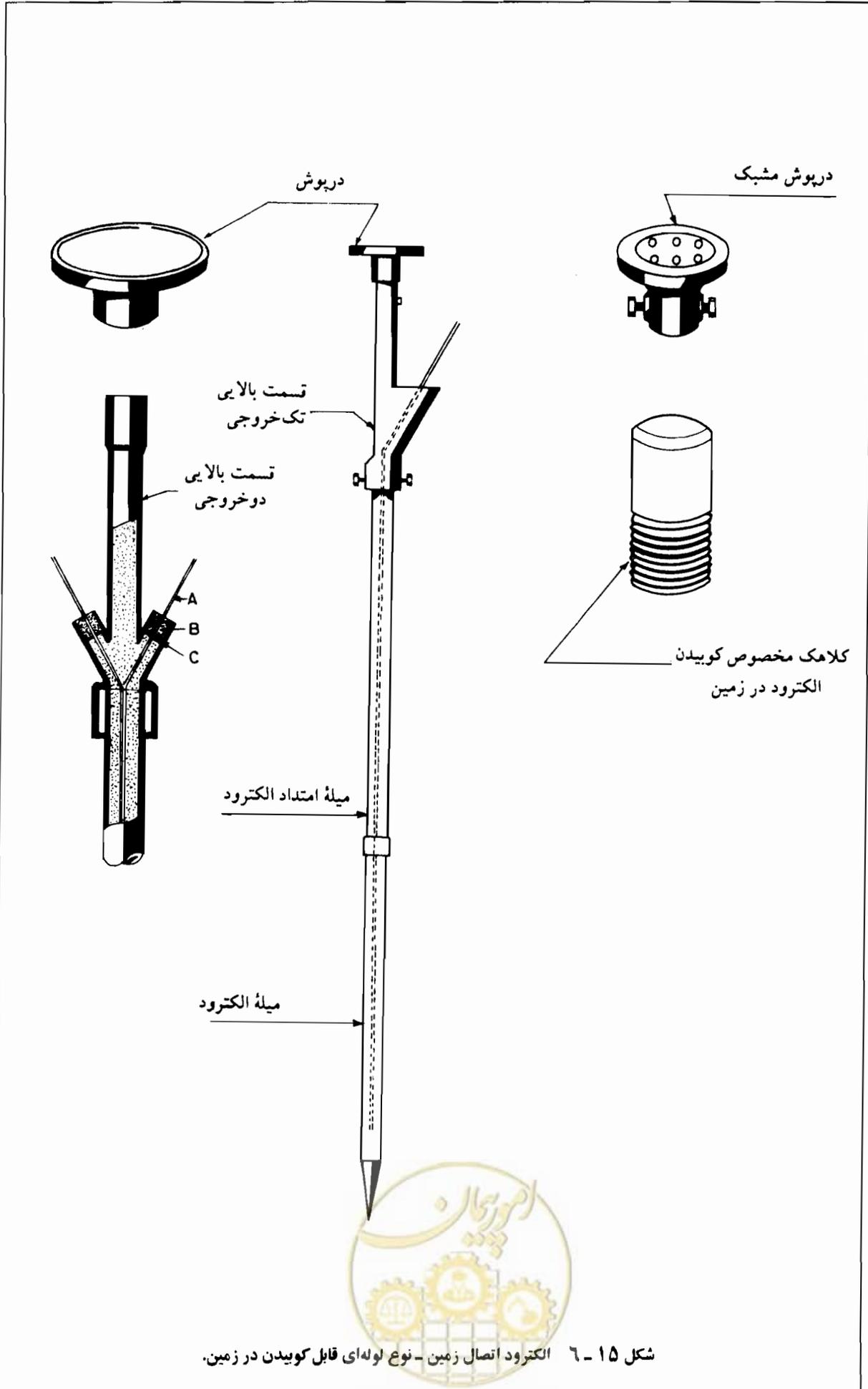


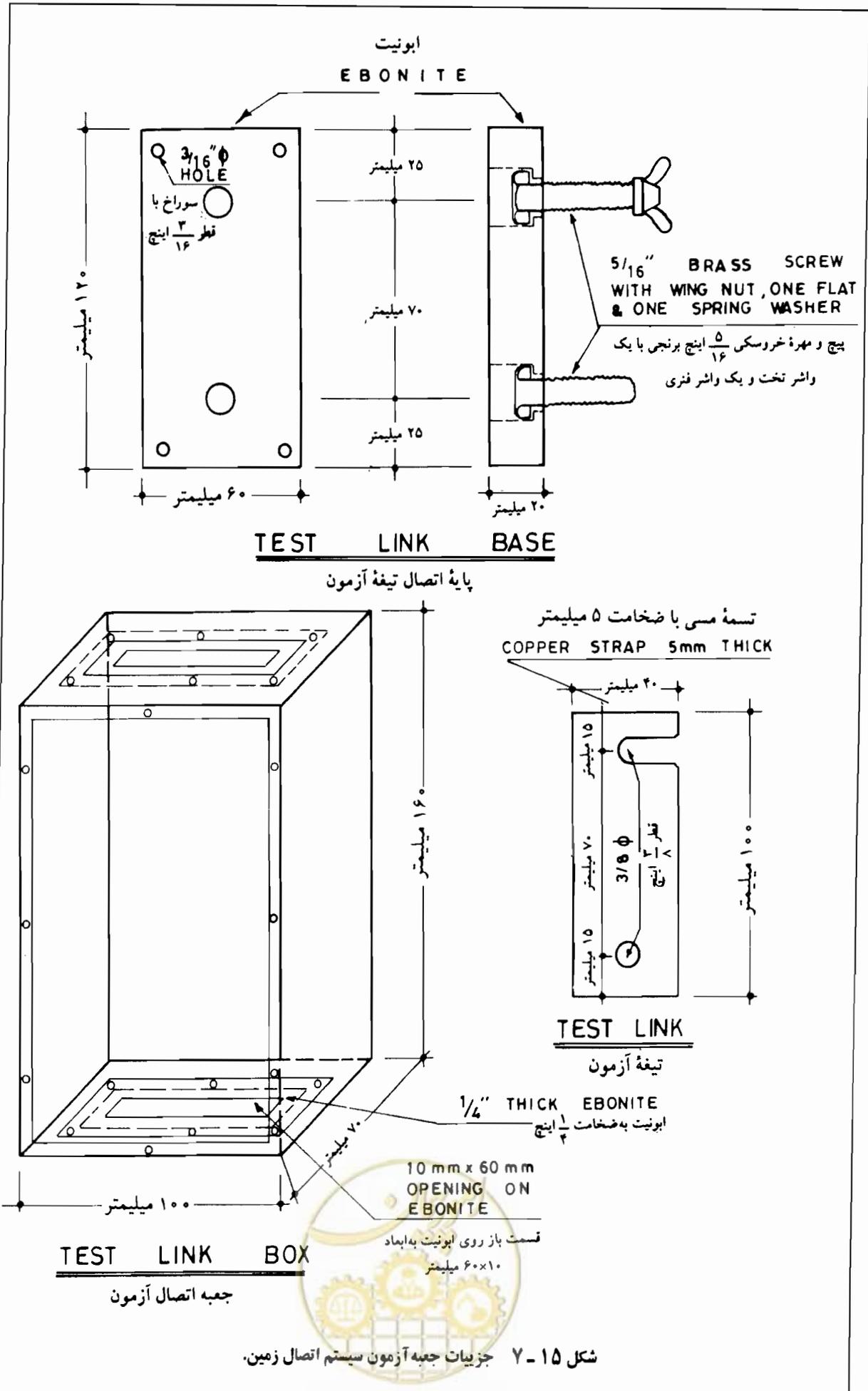
شکل ۱۵ - ۳ جزئیات نصب سیستم اتصال زمین با الکتروود لوله‌ای.



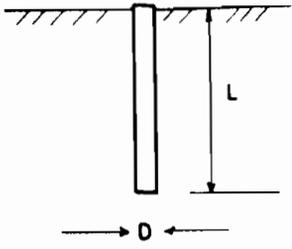
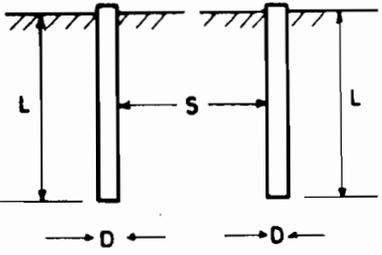
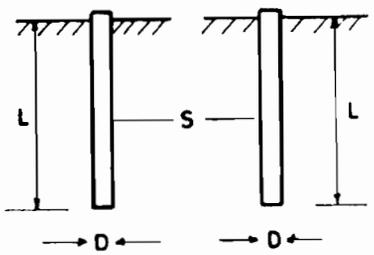
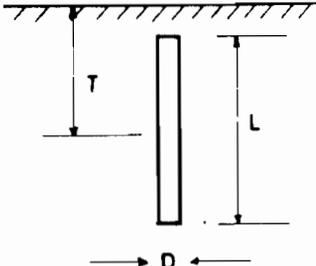
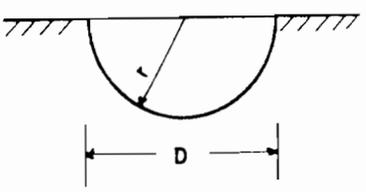
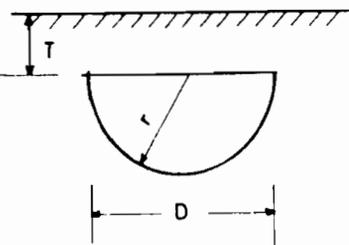
شکل ۱۵-۴ جزئیات نصب سیستم اتصال زمین با الکتروود صفحه مسی تخت یا مشبک.



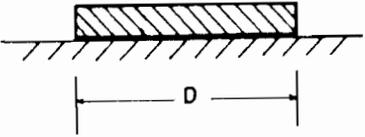
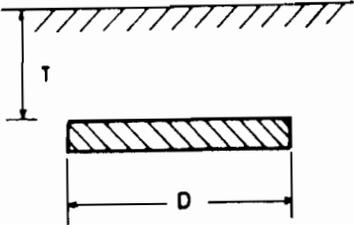
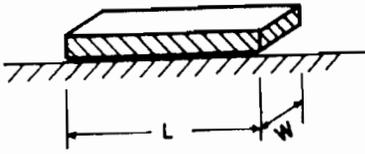
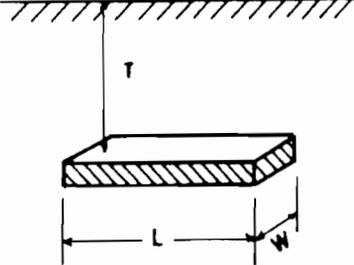
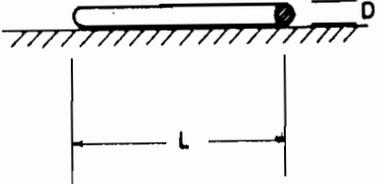
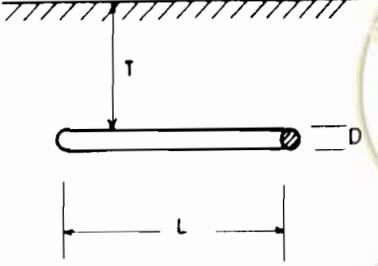




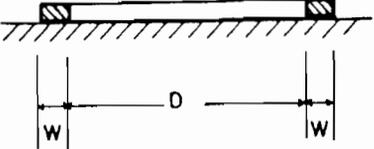
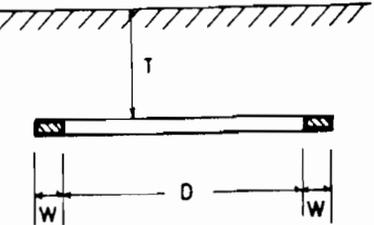
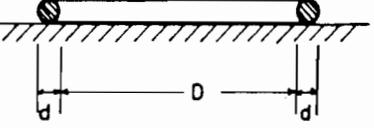
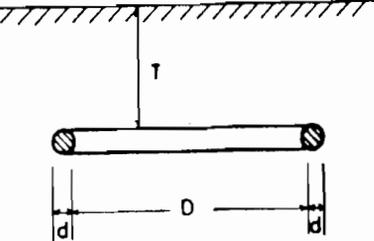
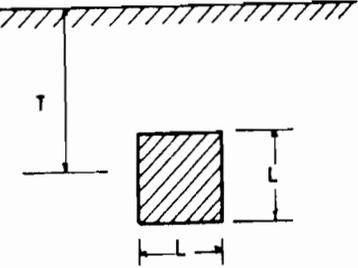
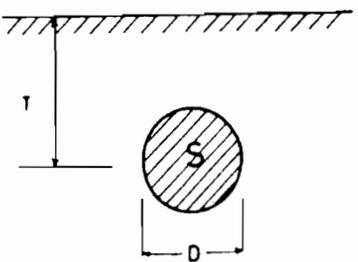
جدول ۱۵ - ۱ - الف فرمول محاسبه مقاومت الکترودهای مختلف زمینی

	<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 <math>S &gt; L</math></p> $R = \frac{\rho}{4\pi L} \left[ \ln \left( \frac{4L}{D} \right) - 1 \right] + \frac{\rho}{4\pi S} \left( 1 - \frac{L^2}{3S^2} + \frac{2L^2}{5S^2} + \dots \right)$
	<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 <math>S &lt; L</math></p> $R = \frac{\rho}{4\pi L} \left( \ln \frac{4L}{D} + \ln \frac{4L}{S} - 2 + \frac{S}{2L} - \frac{S^2}{16L^2} + \frac{S^2}{512L^2} + \dots \right)$
	<p>الکتروده تک میله‌ای یا یک لوله‌ای که انتهای آن از سطح زمین پایین‌تر قرار گرفته باشد</p> $L \gg \frac{D}{2} \quad T \ll \frac{L}{4}$ $R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{2L}{D} + \frac{1}{2} \ln \frac{4T+L}{4T-L} \right)$
	<p>الکتروده نیم‌کره، نصب شده هم‌سطح با زمین</p> $R = \frac{\rho}{\pi D} \quad R = \frac{\rho}{2\pi r}$
	<p>الکتروده نیم‌کره، نصب شده پایین‌تر از سطح زمین <math>T \gg r</math></p> $R = \frac{\rho}{2\pi D} \left( 1 + \frac{D}{4T} \right) \quad R = \frac{\rho}{4\pi r} \left( 1 + \frac{D}{4T} \right)$

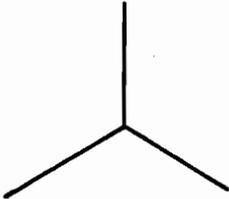
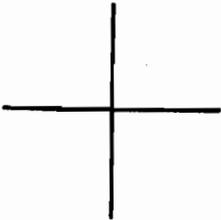
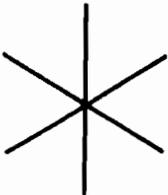
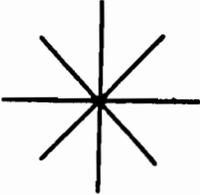
جدول ۱۵ - ۱ - ب فرمول محاسبه مقاومت الکترودهای مختلف زمین

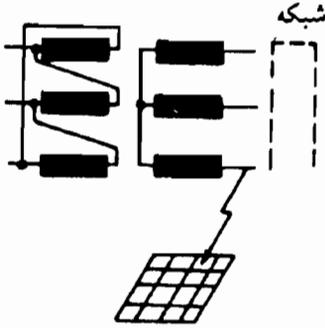
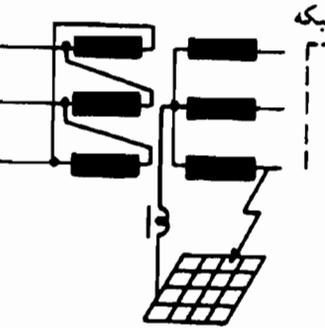
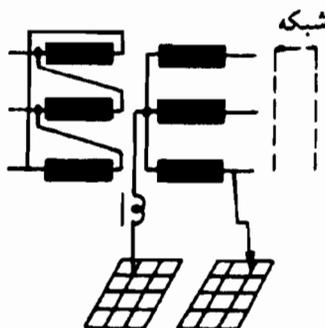
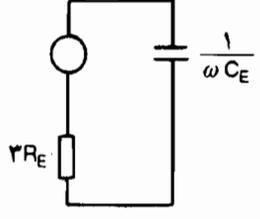
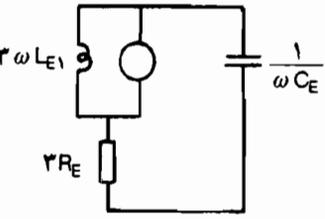
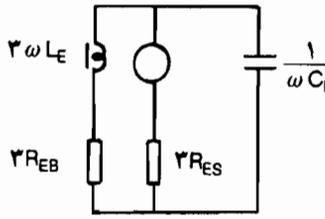
	<p>الکتروده صفحه دایره‌ای نصب شده در سطح خاک</p> $R = \frac{\rho}{2D}$
	<p>الکتروده صفحه دایره‌ای، نصب شده در زیر خاک</p> <p><math>T \gg D/2</math></p> $R = \frac{\rho}{4D} \left( 1 + \frac{2}{\pi} \arcsin \frac{D}{\sqrt{16T^2 + D^2}} \right)$
	<p>الکتروده تسمه‌ای، نصب شده در سطح خاک در خط مستقیم</p> <p><math>L \gg W</math></p> $R = \frac{\rho}{\pi L} \left( \ln \frac{4L}{W} \right)$
	<p>الکتروده تسمه‌ای، نصب شده در زیر خاک در خط مستقیم</p> <p><math>L \gg W</math></p> $R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{2L^2}{WT} \right) \quad T \gg \frac{L}{4}$
	<p>الکتروده سیم مسی، نصب شده در سطح خاک در خط مستقیم</p> <p><math>L \gg D</math></p> $R = \frac{\rho}{\pi L} \left( \ln \frac{2L}{D} \right)$
	<p>الکتروده سیم مسی، نصب شده در زیر خاک در خط مستقیم</p> <p><math>L \gg D</math>      <math>T \ll \frac{L}{4}</math></p> $R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{L^2}{DT} \right)$

جدول ۱۵-۱ - پ فرمول محاسبه مقاومت الکترودهای مختلف زمین

	<p>الکترودهای تسمه‌ای به شکل حلقه، نصب شده در سطح خاک  <math>D \gg W</math></p> $R = \frac{\rho}{\pi^2 D} \left( \ln \frac{16D}{W} \right)$
	<p>الکترودهای تسمه‌ای به شکل حلقه، نصب شده در زیر خاک  <math>D \gg W</math></p> $R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \left( \ln \frac{4\pi D^2}{WT} \right) \quad T \ll \frac{D}{2}$
	<p>الکترودهای سیم مسی به شکل حلقه، نصب شده در سطح خاک  <math>D \gg d</math></p> $R = \frac{\rho}{\pi^2 D} \left( \ln \frac{4D}{d} \right)$
	<p>الکترودهای سیم مسی به شکل حلقه، نصب شده در زیر خاک  <math>D \gg d</math></p> $R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \left( \ln \frac{4\pi D^2}{dT} \right) \quad T \ll \frac{D}{2}$
	<p>الکترودهای صفحه مربعی، نصب شده به حالت عمودی در زیر خاک  <math>T &gt; \sqrt{L^2/\pi}</math></p> $R = \frac{\rho}{4\sqrt{\pi}L^2} \left[ \frac{\pi}{2} + \sin^{-1} \sqrt{\frac{L^2}{4T^2\pi + L^2}} \right]$
	<p>الکترودهای صفحه دایره‌ای، نصب شده به حالت عمودی در زیر خاک  <math>T &gt; \sqrt{S/\pi}</math></p> $S = \frac{D^2\pi}{4}$ $R = \frac{\rho}{4\sqrt{\pi}S} \left[ \frac{\pi}{2} + \sin^{-1} \sqrt{\frac{S}{4T^2\pi + S}} \right]$

جدول ۱۵ - ۱ - ت فرمول محاسبه مقاومت الکترودهای مختلف زمین

	<p>الکترودهای 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>الکترودهای به شکل ستاره با سه بازو و به طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به عمق T</p> $R = \frac{\rho}{6\pi L} \left( \ln \frac{2L}{r} + \ln \frac{2L}{2T} + 1.071 - 0.209 \frac{2T}{L} + 0.237 \frac{(2T)^2}{L^2} - 0.054 \frac{(2T)^3}{L^3} + \dots \right)$
	<p>الکترودهای به شکل ستاره با چهار بازو و به طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به عمق T</p> $R = \frac{\rho}{8\pi L} \left( \ln \frac{2L}{r} + \ln \frac{2L}{2T} + 2.912 - 1.071 \frac{2T}{L} + 0.645 \frac{(2T)^2}{L^2} - 0.145 \frac{(2T)^3}{L^3} + \dots \right)$
	<p>الکترودهای به شکل ستاره با شش بازو و به طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به عمق T</p> $R = \frac{\rho}{12\pi L} \left( \ln \frac{2L}{r} + \ln \frac{2L}{2T} + 6.351 - 3.123 \frac{2T}{L} + 1.758 \frac{(2T)^2}{L^2} - 0.49 \frac{(2T)^3}{L^3} + \dots \right)$
	<p>الکترودهای به شکل ستاره با هشت بازو و به طول بازوی L و شعاع r، نصب شده در زیر خاک به عمق T</p> $R = \frac{\rho}{16\pi L} \left( \ln \frac{2L}{r} + \ln \frac{2L}{2T} + 10.98 - 8.51 \frac{2T}{L} + 3.26 \frac{(2T)^2}{L^2} - 1.17 \frac{(2T)^3}{L^3} + \dots \right)$

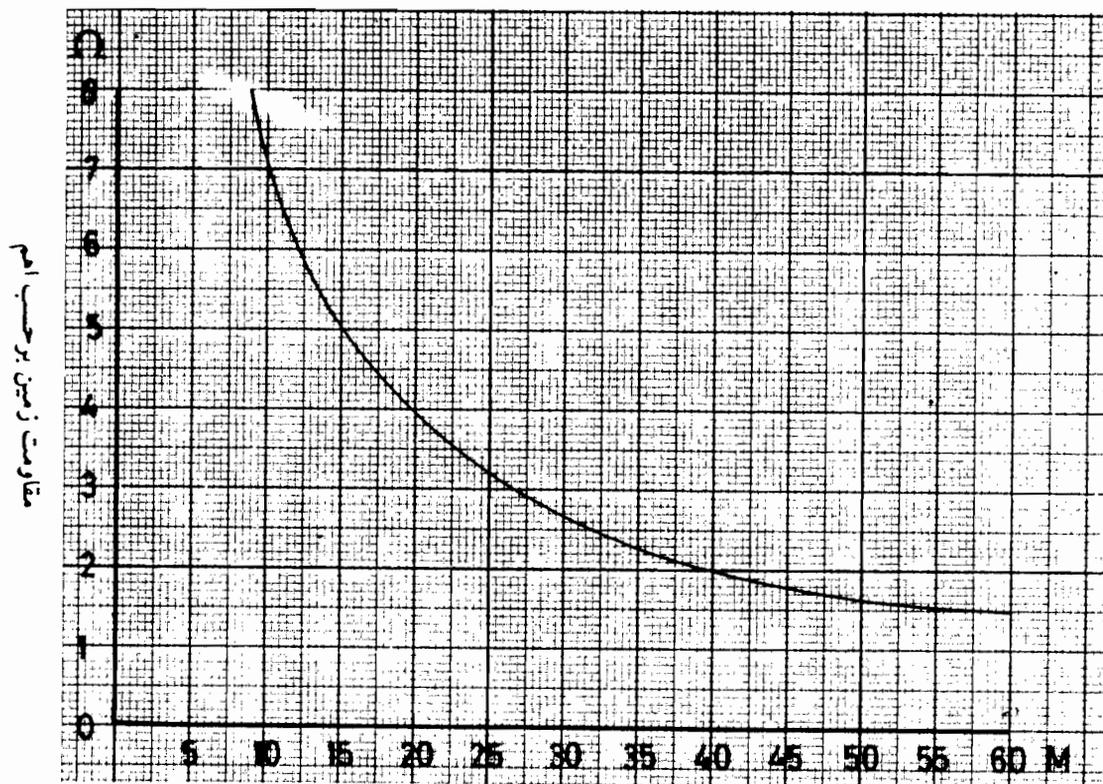
با نقطه نول ایزوله شده	با اتصال زمین تشدید (RESONANCE)	
	سیستم اتصال زمین مشترک	سیستم اتصال زمین مجزا
۳	۲	۱
		
		

مدار معادل ساده شده

$R_E$  = مقاومت الكترود اتصال زمین پست  
 $R_{ES}$  = مقاومت الكترود اتصال زمین حفاظتی پست (PROTECTIVE EARTHING)  
 $R_{EB}$  = مقاومت الكترود اتصال زمین سیستم (SYSTEM EARTHING)  
 $L_E$  = اندوكتانس سیم‌پیچ دستگاه نشت زمین (EARTH LEAKAGE COIL)  
 $C_E$  = ظرفیت خازنی نسبت به زمین شبکه

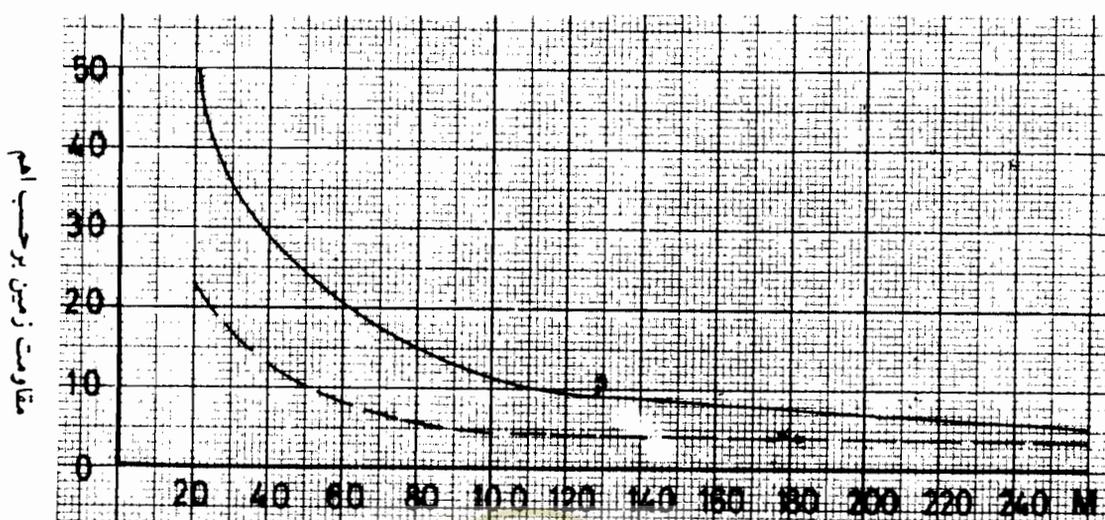
شکل ۱۵ - ۸ روشهای اتصال زمین وسایل و دستگاههای فشار متوسط.





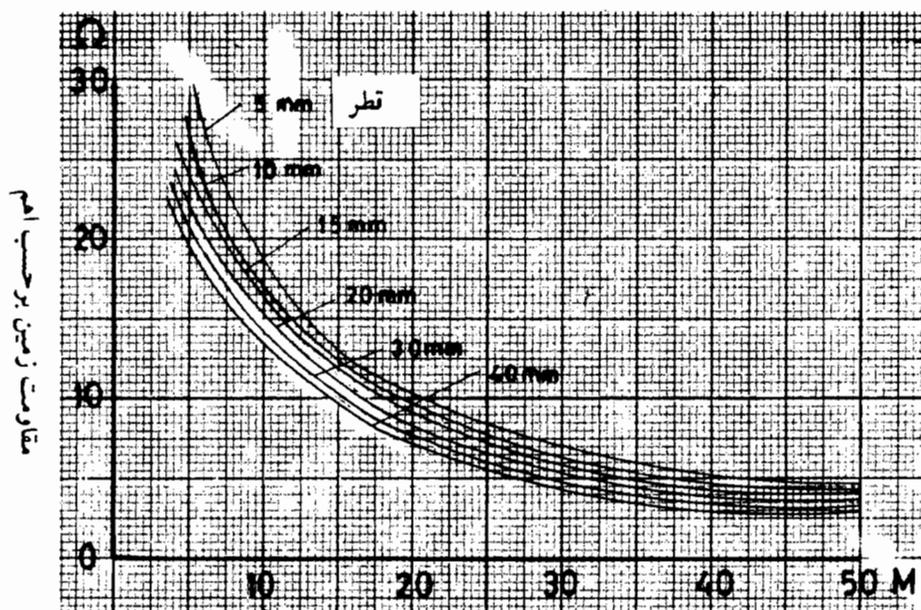
طول هر الکترود بر حسب متر

منحنی مقاومت زمین با چهار عدد الکترود به قطر ۲ سانتیمتر نصب شده به حالت ستاره در زمینی با مقاومت مخصوص ۱۰۰ اهم متر



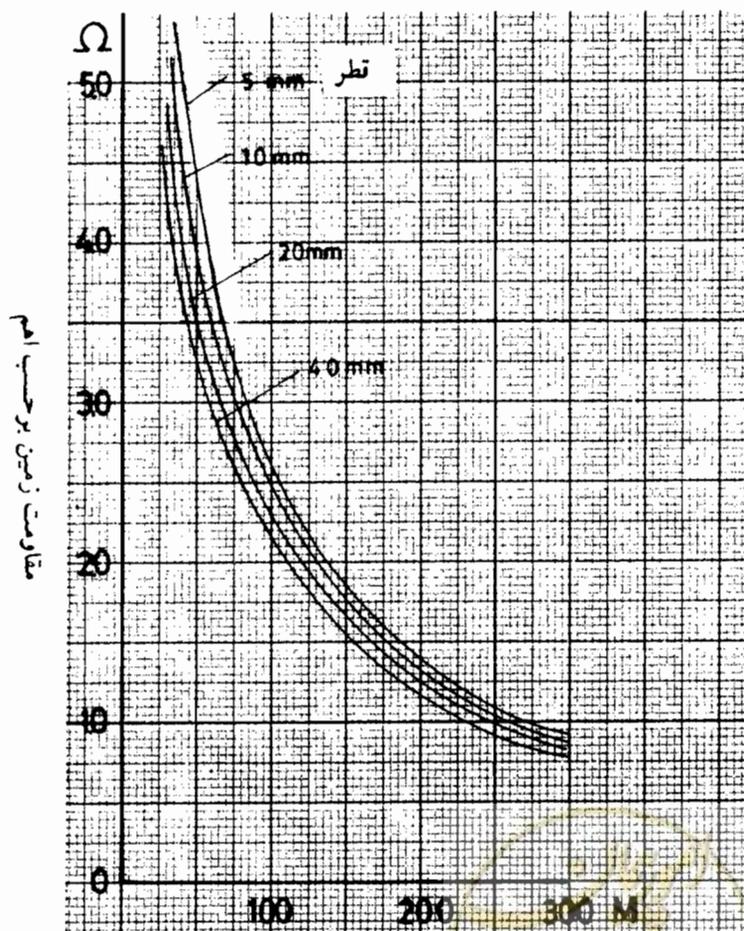
قطر دایره بر حسب متر

منحنی مقاومت زمین با الکترودی از تسمه مسی لخت به مقطع ۵۰ میلیمتر مربع نصب شده به شکل دایره در زمینی با مقاومت مخصوص ۱۰۰ اهم متر



طول الکترود بر حسب متر

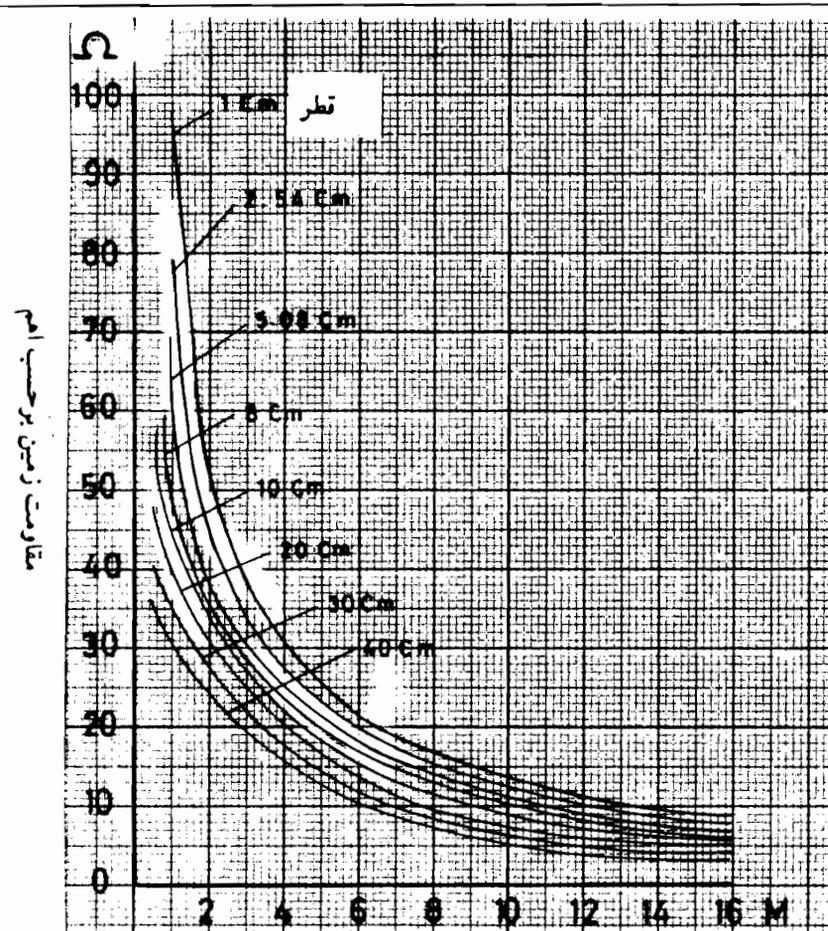
منحنی مقاومت زمین با الکترودی از میله گرد مسی لخت با قطرهای مختلف نصب شده در عمق ۵۰ سانتیمتری زمینی با مقاومت مخصوص ۱۰۰ اهم متر



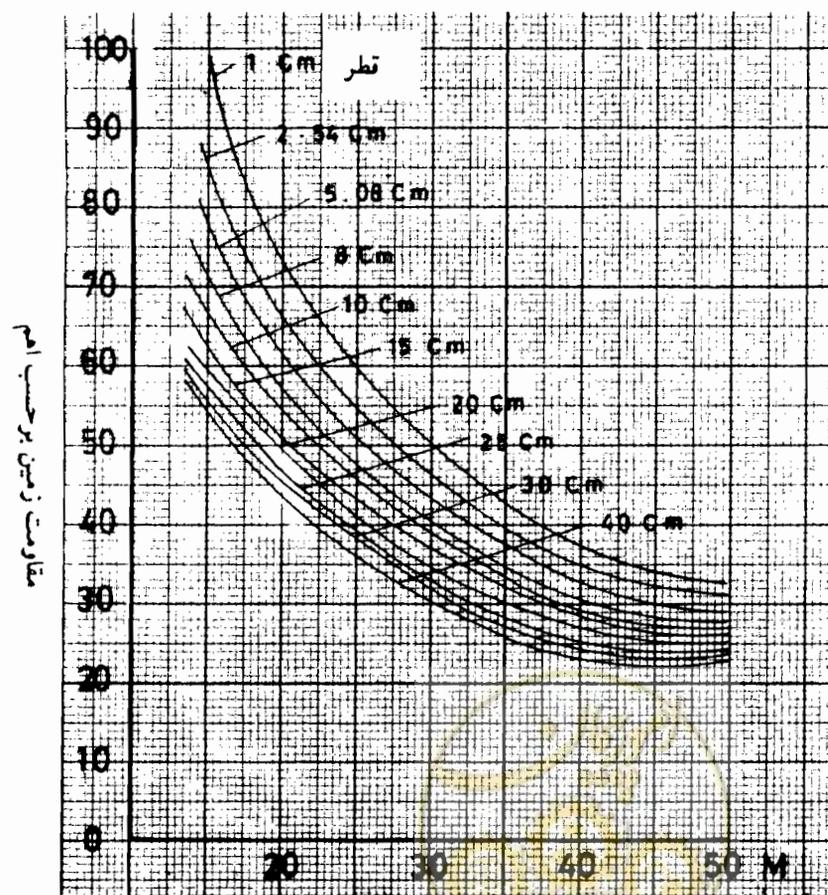
طول الکترود بر حسب متر

منحنی مقاومت زمین با الکترودی از میله گرد مسی لخت با قطرهای مختلف نصب شده در عمق ۵۰ سانتیمتری زمینی با مقاومت مخصوص ۱۰۰ اهم متر

شکل ۱۵-۱۰



منحنی‌های مقاومت زمین با الکترودی از میله‌سی مغز فولادی و یا لوله با قطرهای مختلف کوبیده شده درزمینی با مقاومت مخصوص ۱۰۰ اهم متر



طول الکترودی بر حسب متر

شکل ۱۵-۱۱



# فهرست منابع و استانداردها

الف: فارسی

## ۱- استانداردهای ملی ایران

لامپهای رشته‌ای تنگستن برای مصارف روشنایی عمومی	۱۱۵
لوله‌های خرطوم‌ی پلاستیکی	۲۸۳
لوله‌های فولادی و لوازم مربوط به آنها برای تأسیسات الکتریکی	۲۹۴
درجات حفاظت پوششهای تابلوهای فرمان و کنترل فشار ضعیف	۲۹۶
کلیدهای برقی برای مصارف خانگی و مشابه	۴۶۲
سیمها و کابلهای با عایق پلی‌وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا خود ۷۵۰/۴۵۰ ولت، قسمت ۱، مقررات عمومی	۶۰۷-۱
سیمها و کابلهای با عایق پلی‌وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا خود ۷۵۰/۴۵۰ ولت، قسمت ۲، روشهای آزمون	۶۰۷-۲
سیمها و کابلهای با عایق پلی‌وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا خود ۷۵۰/۴۵۰ ولت، قسمت ۳، سیمها برای سیمکشی نصب ثابت	۶۰۷-۳
سیمها و کابلهای با عایق پلی‌وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا خود ۷۵۰/۴۵۰ ولت، قسمت ۴، کابلها برای سیمکشی نصب ثابت	۶۰۷-۴
سیمها و کابلهای با عایق پلی‌وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا خود ۷۵۰/۴۵۰ ولت، قسمت ۵، کابلها و بندهای قابل انعطاف	۶۰۷-۵
پریز و دو شاخه برای مصارف خانگی و مشابه آن	۶۳۵
لامپهای فلورسنت لوله‌ای برای مصارف روشنایی عمومی	۶۸۷
بالاست لامپهای فلورسنت	۷۰۰
راه‌اندازهای لامپهای فلورسنت	۱۵۶۰
سیمها، کابلها و بندهای قابل انعطاف با عایق بندی لاستیکی و هادیهای گرد با ولتاژ نامی تا ۷۵۰ ولت	۱۹۲۶
تابلوهای فرمان و کنترل فشار ضعیف سوار شده در کارخانه (فابریکی)	۱۹۲۸
تابلوهای فرمان و کنترل فشار ضعیف سوار شده در کارخانه، مقررات مخصوص برای سیستم مجرای شینه کشی	۱۹۲۹
جریان مجاز هادیها برای تأسیسات الکتریکی ساختمانها	۱۹۳۶
آیین‌نامه ایمنی تأسیسات الکتریکی ساختمانها	۱۹۳۷
روشهای آزمون کابلهای با عایق PVC با ولتاژ اسمی ۴۵۰/۷۵۰ ولت	۲۴۸۴

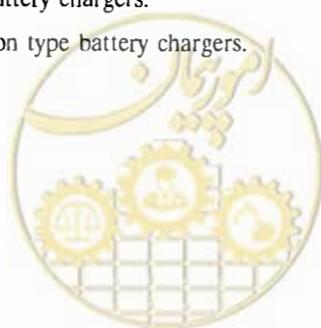
- ۲۶۱۰ سریچ لامپهای فلورسنت لوله‌ای و نگهدارنده راه‌اندازها
- ۲۶۲۰ ترانسفورماتورهای قدرت، کلیات
- ۲۶۲۱ ترانسفورماتورهای قدرت، افزایش دما
- ۲۶۲۲ ترانسفورماتورهای قدرت، سطحهای عایق‌بندی و آزمونهای دی الکتریک
- ۲۶۲۳ ترانسفورماتورهای قدرت، قسمت چهارم، انشعابات و اتصالات
- ۲۶۲۴ ترانسفورماتورهای قدرت، قسمت پنجم، استقامت در مقابل اتصال کوتاه
- ۲۷۰۲ لامپهای بخار جیوه با فشار زیاد
- ۲۷۸۱ خازنهای قدرت
- ۲۸۶۸ طبقه‌بندی درجات حفاظت پوششها در لوازم الکتریکی
- ۲۹۱۰ مقررات ایمنی و تعویض‌پذیری لامپهای رشته‌ای تنگستن برای مصارف روشنایی عمومی و مشابه
- ۳۰۸۳ طبقه‌بندی و علایم مشخصه حباب لامپهای روشنایی
- ۳۰۸۴ روشهای آزمون هادیهای سیم و کابل
- ۳۱۰۹-۱ فیوزهای ولتاژ ضعیف، قسمت ۱، مقررات عمومی
- ۳۱۰۹-۲ فیوزهای ولتاژ ضعیف، قسمت ۲، مقررات تکمیلی
- ۳۱۰۹-۳ فیوزهای ولتاژ ضعیف، قسمت ۳،
- ۳۱۷۹ کنتاکتورهای فشار ضعیف
- ۳۱۸۰ مقررات تکمیلی برای کنتاکتورهای الکترومغناطیسی فشار ضعیف
- ۳۱۸۱ روشهای علامتگذاری و شناسایی ترمینالهای کنتاکتورهای فشار ضعیف و رله‌های اضافه بار همراه آنها
- ۲- مقررات ملی ساختمانی ایران، مبحث ۱۳: طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمانها، وزارت مسکن و شهرسازی - دفتر نظامات مهندسی.
- ۳- استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع، جلد اول، دوم و سوم؛ وزارت نیرو، شرکت توانیر، معاونت تحقیقات و تکنولوژی، دفتر استانداردها، فروردین ۱۳۷۵.
- ۴- استاندارد خازنهای مورد استفاده در شبکه‌های توزیع، وزارت نیرو، شرکت توانیر، معاونت تحقیقات و تکنولوژی، دفتر استانداردها، مهر ۱۳۷۴.
- ۵- دیزل ژنراتور، جلد ۱۲۱۶، وزارت نیرو، شرکت توانیر، معاونت تحقیقات و تکنولوژی، دفتر استانداردها.
- ۶- استاندارد اجرایی پستهای توزیع زمینی ۲۰ کیلوولت، جلدهای اول، دوم و سوم؛ وزارت نیرو، شرکت توانیر، دفتر استانداردها، خرداد ۱۳۷۴.
- ۷- مشخصات فنی پستهای ترانسفورماتور بیست کیلوولت (هوایی)، نشریه شماره ۱۰، وزارت نیرو - امور برق.
- ۸- استاندارد مشخصات فنی ترانسفورماتورهای روغنی توزیع، وزارت نیرو، شرکت توانیر، دفتر استانداردها، دی ۱۳۷۴
- ۹- استاندارد سیستم زمین شبکه‌های توزیع، وزارت نیرو، شرکت توانیر، دفتر استانداردها، بهمن ۱۳۷۴.
- ۱۰- استاندارد کابل‌های مورد استفاده در شبکه توزیع جلدهای اول تا پنجم، وزارت نیرو، شرکت توانیر، دفتر استانداردها، تیرماه ۱۳۷۵
- ۱۱- تجهیزات نیروگاه، انتشارات دانشگاه تهران، مسعود سلطانی
- ۱۲- اتصال زمین، دفتر سازندگی و آموزش، وزارت نیرو و جهاد دانشگاهی صنعتی و کار اصفهان، ۱۳۵۹.

## ب: خارجی

- 13- International Electrotechnical Commission (IEC) standard publication numbers:
- 34- Rotating electrical machines.
  - 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 recovery 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.
  - 70 Power capacitors.
  - 70A First supplement : self-healing metallized power capacitors.
  - 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 connections.
  - 76-5 Power transformers, Part 5. Ability to withstand short circuit.
  - 119 Recommendations for polycrystalline semiconductor rectifier stacks and equipment.
  - 129 Alternating current disconnectors (isolators) and earthing switches.
  - 146 Semiconductor convertors.
  - 157-1 Low-voltage switchgear and controlgear Part 1. Circuit-breakers.
  - 158 Low-voltage controlgear.
  - 158-1 Part 1. Contactors.
  - 158-1C Third supplement.
  - 185 Current transformers.
  - 186 Voltage transformers.
  - 186B Second supplement : Short-circuit behaviour.
  - 192 Low pressure sodium vapour lamps.
  - 227 Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450 / 750 V.
  - 227-1 Part 1: General requirements.
  - 227-3 Part 3: Non-sheathed cables for fixed wiring.
  - 245 Rubber insulated cables of rated voltages up to and including 450 / 750 V.
  - 245-1 Part 1: General requirements.
  - 245-2 Part 2: Test methods.
  - 245-3 Part 3: Heat resistant silicone insulated cables.
  - 245-4 Part 4: Cords and flexible cables.
  - 262 Ballasts for high pressure mercury vapour lamps.
  - 269 Low-Voltage fuses.
  - 269-1 Part 1. General requirements.
  - 269-2 Part 2. Supplementary requirements for fuses for industrial applications.
  - 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.
- 298** A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 KV and up to and including 72.5 KV.
- 364-5-54** Chapter 54 : Earthing arrangements and protective conductors.
- 439** Factory-built assemblies of low-voltage switchgear and controlgear.
- 448** Current-carrying capacities for electrical installations of buildings.
- 466** High-voltage insulation-enclosed switchgear and controlgear.
- 502** Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1 KV up to 30 KV.
- 523** Direct-current potentiometers.
- 529** Classification of degrees of protection provided by enclosures.
- 598** Luminaires.
- 598-1** Part 1: General requirements and tests.
- 598-2-1** Section One—fixed general purpose luminaires.
- 598-2-2** Section Two—Recessed luminaires.
- 598-2-3** Section Three—Luminaires for road and street lighting.
- 598-2-5** Section Five—Floodlights.
- 598-2-6** Section Six—Luminaires with built-in transformers for filament lamps.
- 598-2-7** Section Seven—Portable luminaires for garden use.
- 598-2-8** Section Eight—Handlamps.
- 598-2-19** Section Nineteen—Air-handling luminaires.
- 598-2-22** Section Twenty-two—luminaires for emergency lighting.
- 662** High pressure sodium vapour lamps.
- 694** Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards.
- 1024-1** Protection of structures against lightning, Part 1: General principles.
- 14— NFPA 70** National Electrical code, 1984
- 15— NFPA 78** Lightning protection code, 1983
- 16— NFC 17-102** Lightning protection, protection of structures and open areas against lightning using early streamer emission air terminals, July 1995.
- 17— ISO 3046** Standard specification for the manufacturing and performance of diesel engines.
- 18— VDE 0530** Rotating electric machines.
- 19— BS 6651** Protection of structures against lightning, 1992.
- 20— BS 4999** General requirements for rotating electric machines.
- 21— BS 5000** Rotating electric machines of particular types or for particular applications.
- 22— BS 5514** Reciprocating ignition combustion engines performance.
- 23— IPS-M-EL-174(0)** Material and equipment standard for battery chargers.
- 24— ANSI/NEMA PE5** 1985 Utility type battery chargers.
- 25— ANSI/NEMA PE7** 1985 Communication type battery chargers.



Islamic Republic of Iran  
Management and Planning Organization

# **General Technical Specification and Execution Procedures for Electrical Installation of Buildings**

**Part 1: Low and Medium Voltage  
Electrical Installations  
(Revision 1)**

**No: 110-1**

Office of the Deputy for Technical Affairs  
Bureau of Technical Affairs and Standards

