

۳-۱۳- اصول اساسی در تاسیسات برق

۱۳-۳-۱ اصول حفاظت

۱-۱۳-۳-۱ کلیات: هدف از مقررات ذکر شده در این بخش، تضمین ایمنی افراد و حیوانات، سلامت ساختمان‌ها و محتویات و تجهیزات آن در برابر خطرات و خسارت‌های احتمالی ناشی از استفاده عادی از تاسیسات برقی است. در تاسیسات برقی دو عامل عمده خطر وجود دارد:

الف) جریان‌های برق‌گرفتگی و ب) دماهای زیاد که ممکن است، منجر به ایجاد سوختگی‌ها، آتش‌سوزی‌ها و دیگر صدمات شود.

پرسش ۳-۱) در تاسیسات الکتریکی عوامل عمده خطر کدام است (فروردین ۸۴ «۶۵»؟)

الف) جریان برق‌گرفتگی ب) دماهای زیاد ج) ولتاژ د) الف و ب هر دو درست می باشد.

پاسخ) گزینه های الف و ب به ترتیب طبق بندهای «الف» و «ب» صحیح است. گزینه د، کامل ترین پاسخ است.

این پرسش، مشابه پرسش های تیر ۷۸ «۵۴» و فرورداد ۸۲ «۶۱» است.

۲-۱۳-۳-۱ حفاظت در برابر تماس مستقیم: اشخاص و حیوانات باید در برابر خطرات ناشی از احتمال تماس با قسمت‌های برق‌دار تاسیسات برقی حفاظت شوند. این حفاظت ممکن است با یکی از روش‌های زیر تامین شود:

الف) جلوگیری با استفاده از عبور جریان از بدن اشخاص و حیوانات

ب) حفاظت با استفاده از عایق‌بندی قسمت‌های برق‌دار قابل دسترس

پ) حفاظت با استفاده از حصارکشی یا ایجاد موانع یا استفاده از محفظه‌ها

ت) حفاظت با استقرار در خارج از محدوده در دسترس (ردیف ۱۳-۲-۳-۴۱)

ث) محدود کردن جریانی که ممکن است، از بدن عبور کند به میزانی کمتر از جریان برق‌گرفتگی

ج) استفاده از کلید جریان باقی‌مانده (RCD) به عنوان حفاظت اضافی

چ) استفاده از منابع تغذیه با ولتاژ ایمنی خیلی پایین (SELV، PELV و FELV) مطابق استاندارد IEC60536

پرسش ۳-۲) مقصود از «تماس مستقیم» کدام حالت است (آذر ۷۳ «۱۴»؟)

الف) وصل شدن نقطه‌ای از بدن به هادی خنثی ب) وصل شدن نقطه‌ای از بدن به هادی فاز

ج) هر دو موارد بالا د) وصل نقطه‌ای از بدن به هادی حفاظتی

پاسخ) طبق آئین نامه ۱۳-۲-۳-۱۲، هادی های فاز و خنثی، هادی برق دار بوده که طبق این آئین نامه تماس با این هادی ها، «تماس مستقیم» محسوب می شود. گزینه ج صحیح است.

این پرسش، مشابه شهریور ۷۶ «۱۷» است.

۳-۱۳-۳-۱-۳ حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم: اشخاص و حیوانات باید در برابر خطرات احتمالی ناشی از تماس با بدنه‌های هادی حفاظت شوند. این حفاظت ممکن است به یکی از روش زیر تامین شود:

الف) جلوگیری از عبور جریان اتصالی از بدن اشخاص یا حیوانات

ب) محدود کردن جریان اتصالی که ممکن است، از بدن عبور کند به میزانی کمتر از جریان برق‌گرفتگی

پ) حفاظت با استفاده از هادی حفاظتی و قطع خودکار مدار تغذیه، به محض بروز نقصی که ممکن است به عبور جریان از بدن که در تماس با بدنه هادی است، منجر شود. در مواقعی که این جریان مساوی یا بیشتر از جریان برق‌گرفتگی است.

ت) حفاظت بدون استفاده از هادی حفاظتی و قطع خودکار مدار تغذیه شامل موارد زیر:

- حفاظت با استفاده از تجهیزات کلاس عایق‌بندی II (عایق‌بندی دابل دارای عایق اولیه و ثانویه)

- حفاظت با استفاده از تجهیزات کلاس عایق‌بندی III با ولتاژ ایمنی خیلی پایین (SELV, PELV و FELV) مطابق استاندارد IEC 60536

- حفاظت با استفاده از هم‌بندی هم‌ولتاژ کننده بدون اتصال زمین

- حفاظت با استفاده از محیط‌های عایق

- حفاظت با استفاده از جدایی الکتریکی (ترانسفورماتور ایزوله، سیستم IT)

پرسش ۳-۳) حفاظت در برابر تماس غیرمستقیم کدام یک از موارد زیر را در بر می‌گیرد (تیر ۷۸ «۵۳»)?

الف) بدنه‌های هادی (ب) هادی‌های بیگانه (ج) هادی‌های برق دار (د) هادی‌های فاز پاسخ) تماس انسان با حیوان با بدنه‌های هاد تجهیزات الکتریکی، همان تماس غیرمستقیم است. تماس با هادی‌های برق دار (فاز و خنثی)، تماس مستقیم می‌باشد. گزینه الف صحیح است.

پرسش ۳-۴) وصل بدنه هادی تجهیزات به هادی حفاظتی/خنثی در سیستم TN با هدف زیر انجام می‌شود (اسفند ۷۵ «۲۵»):

الف) هم ولتاژ کردن بدنه‌ها در هنگام وقوع اتصال در یکی از تجهیزات

ب) قطع وسیله حفاظتی مدار در زمان مجاز در صورت بروز اتصال در وسیله برای پیشگیری از برق گرفتگی در صورت تماس افراد با بدنه آن

ج) پیشگیری از برق گرفتگی در صورت تماس افراد با تجهیزات دیگر است.

د) هر سه مورد فوق

پاسخ) گزینه ب طبق بند «پ» صحیح است. با وصل بدنه هادی به هادی حفاظتی-خنثی (PEN)، امکان حفاظت و قطع سریع مدار به صورت خودکار در زمان اتصال فاز به بدنه (تماس غیرمستقیم) فراهم می‌شود.

این پرسش، مشابه پرسش شهریور ۷۶ «۳۴» است.

پرسش ۳-۵) حفاظت در برابر تماس غیرمستقیم به چه صورت می‌باشد (فروردین ۸۱ «۶۶»)?

الف) جلوگیری از عبور جریان و محدود کردن جریان (ب) قطع خودکار تغذیه

ج) الف و ب با هم درست می‌باشد. (د) هیچ کدام

پاسخ) گزینه الف طبق بندهای «الف» و «ب» و گزینه ب طبق بند «پ» صحیح است. گزینه ج، کامل‌ترین پاسخ است.

پرسش ۳-۶) کدام عبارت در مورد کلاس عایق‌بندی تجهیزات الکتریکی با توجه به حفاظت در برابر برق گرفتگی در اثر تماس غیر مستقیم صحیح است (اسفند ۹۵ طراحی «۴۵»)?

الف) در تجهیزات کلاس II بدنه‌های هادی در دسترس وجود ندارد.

ب) در تجهیزات کلاس III حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم با استفاده از منابع با ولتاژهای ایمنی خیلی پایین SELV و یا مدارهای با ولتاژ حفاظتی PELV تأمین می‌شود.

ج) در تجهیزات کلاس صفر هیچ نوع عایق‌بندی جهت حفاظت در برابر برق گرفتگی وجود ندارد.

د) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.

پاسخ) گزینه‌های الف و ب به ترتیب طبق قسمت‌های اول و دوم بند «ت» صحیح است. گزینه د، کامل‌ترین پاسخ است.

۱-۳-۴-۱۳ حفاظت در برابر هر دو نوع تماس مستقیم و غیر مستقیم: یکی از روش‌هایی که قادر به تأمین ایمنی هم در برابر تماس مستقیم و هم در برابر تماس غیر مستقیم است، استفاده از ولتاژ خیلی پایین می‌باشد که در تأسیسات محیط‌های خاص از قبیل حمام، استخر و سونا، استفاده می‌شود. این سیستم شامل سه نوع ولتاژ خیلی پایین است که شرح خلاصه شرایط و مدارهای این سیستم‌ها در جدول شماره ۱۳-۳-۱ ذکر شده است.

جدول ۱-۳-۱ (۱۳-۳-۱-۴) سیستم‌های ولتاژهای خیلی پایین (FELV, PELV, SELV)

نام سیستم	منابع و مدارها	رابطه مدارهای سیستم و بدنه هادی یا زمین
ولتاژ خیلی پایین ایمنی ^۱ (SELV)	ترانسفورماتور مجزا کننده ایمن یا منبع ایمن معادل آن، مدارهای با جدایی حفاظتی	مدارها بدون اتصال به زمین‌اند. بدنه‌های هادی نباید دانسته به زمین اتصال داده شوند.
ولتاژ خیلی پایین حفاظتی ^۲ (PELV)	ترانسفورماتور مجزا کننده ایمن یا منبع ایمن معادل آن مدارهای با جدایی حفاظتی	از مدارهای با اتصال به زمین می‌توان استفاده کرد بدنه‌های هادی ممکن است به زمین وصل باشند.
ولتاژ خیلی پایین عملیاتی ^۳ (FELV)	منابع تغذیه ایمن نیستند و ایمن بودن آن‌ها الزامی نیست. مدارها بدون جدایی حفاظتی‌اند.	از مدارهای با اتصال به زمین می‌توان استفاده کرد بدنه‌های هادی باید به هادی حفاظتی مدار اولیه وصل شوند. وصل هادی حفاظتی مدارهای FELV به زمین مجاز است.

پرسش ۳-۷) کدامیک از منابع و مدارهای تغذیه ولتاژ خیلی پایین در خصوص رابطه با زمین مطابق تعریف زیر می باشد؟ رابطه با زمین مدارها بدون اتصال به زمین می باشند بدنه های هادی نباید دانسته به زمین اتصال داده شوند (اسفند ۹۵ طراحی «۲۳»).

الف) سیستم SELV ب) سیستم PELV ج) سیستم FELV د) هر سه گزینه صحیح است.

پاسخ) از بین سه سیستم ولتاژ پائین، نوع ایمن (SELV) نباید دانسته با زمین ارتباط داشته باشد. گزینه الف صحیح است.

پرسش ۳-۸) در استفاده از ولتاژهای خیلی پایین وضعیت اتصال بدنه‌های هادی با زمین به چه صورت می‌باشد (اردیبهشت ۹۷ نظارت «۴۰»؟)

الف) بدنه‌های هادی در سیستم SELV نباید دانسته به زمین متصل شوند ولی در سیستم FELV بایستی حتماً به هادی حفاظتی مدار اولیه وصل شوند.

ب) بدنه‌های هادی در سیستم‌های SELV، PELV و FELV بایستی به زمین متصل شوند.

ج) وصل بدنه‌های هادی در هر سه سیستم SELV، PELV و FELV با توجه به ولتاژ پائین به زمین ضرورتی ندارد.

د) برای وصل بدنه‌های هادی در هر سه سیستم SELV، PELV و FELV بایستی اتصال زمین جداگانه ایجاد نمود

پاسخ) طبق جدول، گزینه الف صحیح است. هرچند در این جدول گفته شده «وصل هادی حفاظتی مدارهای FELV به زمین مجاز است» که این جمله مفهوم «حتماً» به معنای الزام را به همراه ندارد.

۱-۳-۳-۱-۵- حفاظت با استفاده از SELV و PELV: در موارد زیر حفاظت در برابر برق‌گرفتگی انجام شده به حساب می‌آید:

الف) ولتاژ اسمی سیستم نباید از مقادیری که در باند یک استاندارد IEC 60449 تعیین شده تجاوز کند.

ب) منبع ولتاژ یکی از منابع ذکر شده برای منابع SELV (بدون اتصال زمین) و یا منابع PELV (با اتصال زمین) باشد.

تبصره: اگر در منبع تغذیه سیستم‌های یادشده بخش ولتاژ بالاتر شامل اتوترانسفورماتور یا پتانسیومتر یا وسایل الکتریکی و مانند آن‌ها باشد، مدار ولتاژ خیلی پایین ادامه مدار ولتاژ بالا به حساب می‌آید و حفاظت آن باید مانند قسمت با ولتاژ بالا در نظر گرفته شود.

۱-۳-۳-۱-۶- منابع تغذیه SELV (بدون اتصال زمین): در منابع تغذیه SELV بدنه‌های هادی و مدارها بدون اتصال به زمین بوده، باید از نظر الکتریکی نیز از زمین و دیگر سیستم‌ها مجزا باشد. به این دلیل و نیز برای کاهش خطرات برق‌گرفتگی، این منابع باید طبق استانداردهای معتبر تولید شود و تجهیزات قطعات مدارها و لوازم باید به‌گونه‌ای انتخاب و در نظر گرفته شوند که اتصالی و سایر معایب دیگر به خود این منابع محدود شود و قطعات هادی دیگر سیستم‌ها را تحت تاثیر قرار ندهند. این منابع شامل شش نوع است که در سه گروه تقسیم می‌شوند:

۱-۳-۳-۱-۶-۱- گروه اول منابع تغذیه SELV است که تغذیه آن با ولتاژ بالاتر از ولتاژ خروجی این منبع انجام می‌گیرد. این گروه شامل انواع زیر است:

الف) ترانسفورماتور ایمنی که دارای سیم‌پیچ‌های مستقل اولیه برای ولتاژ تغذیه بالاتر و سیم‌پیچی ثانویه با ولتاژ خروجی پایین ایمنی (SELV) باشد. این ترانسفورماتور باید مجهز به پرده فلزی بین سیم‌پیچی اولیه و ثانویه بوده، نیز مطابق IEC 61558-2-6 تولید شده باشد. ب) موتور – ژنراتور که در آن موتور با ولتاژ بالاتر تغذیه شده، به عنوان نیروی محرکه ژنراتور با ولتاژ خروجی خیلی پایین ایمنی (SELV) به‌کار گرفته می‌شود. عایق‌بندی و درجه ایمنی این منبع باید معادل ترانسفورماتور ایمنی (بند الف یاد شده) باشد.

¹ Safety Extra Low Voltage

² Protective Extra Low Voltage

³ Functional Extra Low Voltage

پ) منابع تغذیه الکترونیکی که دارای حفاظت‌های لازم قطعات و لوازم استاندارد در مدارهای داخلی بوده، به‌طوری که در اثر عیوب داخلی مقدار ولتاژ خروجی خیلی پایین ایمنی آن (SELV) افزایش نیابد و حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم نیز تامین شود.

۱۳-۱-۳-۶-۲ گروه دوم منابع تغذیه SELV است که ولتاژ خروجی خیلی پایین ایمنی آن مستقل از هر گونه منبع تغذیه با ولتاژ بالاتر است. این گروه شامل انواع منابع زیر است:

الف) منابع جریان مانند باتری یا سلول‌های خورشیدی که به‌طور مستقل عمل می‌کنند.

ب) دیزل ژنراتور که در آن دیزل به عنوان نیروی محرک ژنراتوری به کار گرفته می‌شود که دارای ولتاژ خروجی خیلی پایین ایمنی (SELV) است.

۱۳-۱-۳-۶-۳ گروه سوم منابع تغذیه SELV شامل منابعی است قابل حمل و سیار و ایمن مانند ترانسفورماتور ایمنی، موتور - ژنراتور (بندهای الف و ب ردیف ۱۳-۱-۳-۶-۱) و تجهیزاتی که با الزام‌های حفاظتی و مشابه با عایق‌بندی دوبل (کلاس عایق‌بندی II) مطابقت کند.

۱۳-۱-۳-۷ منابع تغذیه PELV (با اتصال زمین): منابع تغذیه PELV از نظر ساختار سیستم و انواع، مشابه منابع تغذیه SELV است، ولی در شرایطی استفاده می‌شود که احتمال جدا بودن الکتریکی این سیستم از زمین و دیگر سیستم‌ها در طول بهره‌برداری قابل تامین نباشد. در این منابع، مدارهای سیستم و بدنه هادی تجهیزاتی که در آن استفاده می‌شود می‌توانند به زمین متصل شوند.

تبصره: در منابع تغذیه خیلی پایین حفاظتی PELV که تغذیه آن با ولتاژ بالاتر از ولتاژ خروجی خیلی پایین حفاظتی انجام می‌گیرد، حفاظت‌های مناسب و لازم در مدار ولتاژ بالاتر باید در نظر گرفته شود تا از بروز خطرهای تماس غیر مستقیم جلوگیری و حفاظت لازم آن مدار نیز تامین شود.

۱۳-۱-۳-۸ الزام‌های عمومی برای مدارهای SELV و PELV

۱۳-۱-۳-۸-۱ قسمت‌های برق‌دار مدارهای SELV و PELV: قسمت‌های برق‌دار مدارهای SELV و PELV باید از نظر الکتریکی از سایر مدارها و از یکدیگر مجزا باشند.

۱۳-۱-۳-۸-۲ هادی‌های مدارهای SELV و PELV: هادی‌های مدارهای SELV و PELV باید از سایر مدارها جدا باشند، اگر انجام این کار به هنگام اجرا ممکن نباشد، باید یکی از موارد زیر رعایت شود:

الف) مدارهای SELV و PELV علاوه بر عایق‌بندی اصلی از داخل یک غلاف غیر فلزی عبور کنند.

ب) هادی‌های مدارهای با ولتاژهای مختلف به کمک یک جداکننده یا غلاف فلزی زمین شده از هم جدا شوند.

پ) مدارهای با ولتاژهای مختلف می‌توانند با استفاده از رشته‌های یک کابل یا به صورت هادی‌های جمعی از داخل یک مجرا عبور داده شوند، به شرطی که هادی‌های SELV و PELV به‌صورت انفرادی یا دسته جمعی نسبت به بالاترین ولتاژ موجود در مسیر عایق‌بندی شده باشند.

۱۳-۱-۳-۹ الزام‌های خاص مدارهای SELV (بدون اتصال زمین): الزام‌های خاص مدارهای SELV (بدون اتصال زمین) شامل موارد زیر است:

۱۳-۱-۳-۹-۱ قسمت‌های برق‌دار (مدارهای SELV): قسمت‌های برق‌دار مدارهای SELV نباید به زمین یا به هادی‌های حفاظتی مدارهای دیگر اتصال داده شوند.

۱۳-۱-۳-۹-۲ بدنه‌های هادی (مدارهای SELV): بدنه‌های هادی نباید به اجزای زیر اتصال داده شوند: الف) زمین، ب) هادی حفاظتی یا بدنه‌های هادی مدارهای دیگر و پ) بدنه‌های بیگانه؛ به استثنای مواردی که تجهیزات الکتریکی از نظر ساختاری باید در تماس با بدنه‌های بیگانه باشند. در این صورت باید اطمینان حاصل شود که این بدنه‌ها نخواهند توانست ولتاژهای بیش از ولتاژ موجود در شبکه تأسیسات برقی ساختمان را به خود بگیرد.

۱۳-۱-۳-۹-۳ حفاظت در برابر تماس مستقیم (مدارهای SELV): اگر ولتاژ اسمی از ۲۵ ولت موثر در جریان متناوب یا ۶۰ ولت جریان مستقیم بدون تموج تجاوز کند، حفاظت در برابر تماس مستقیم الزامی خواهد بود. حفاظت در برابر تماس مستقیم باید به یکی از دو روش زیر تامین شود:

الف) پیش‌بینی موانع یا با پوششی که درجه حفاظت (IP) آن حداقل برابر با IP2X باشد.

(ب) دارای عایق‌بندی‌ای باشد که در برابر ولتاژ آزمونی ۵۰۰ ولت جریان متناوب موثر حداقل یک دقیقه استقامت کند.
تبصره ۱: برای محیط عادی و خشک، چنانچه ولتاژ اسمی از ۲۵ ولت موثر در جریان متناوب یا ۶۰ ولت جریان مستقیم بدون موج تجاوز نکند، حفاظت در برابر تماس مستقیم الزامی نیست.

تبصره ۲: رعایت مقررات برای حفاظت در برابر تماس مستقیم در محیط‌های غیر خشک از جمله حمام، دوش، استخر یا در بعضی از محیط‌ها و شرایط دیگر الزامی است (ردیف ۱۳-۱۰-۳-۲) و (ردیف ۱۳-۱۰-۵-۱).

۱۰-۱-۳-۱۳ الزام‌های خاص مدارهای PELV (با اتصال زمین): در مواردی که مدارها دارای اتصال زمینی است و یا داشتن منابع تغذیه SELV لازم نباشد، شرایط زیر باید برقرار شود:

۱۳-۱۰-۱-۳-۱۳ حفاظت در برابر تماس مستقیم (مدارهای PELV): حفاظت در برابر تماس مستقیم باید به یکی از دو روش زیر تامین شود:

(الف) پیش‌بینی موانع یا با پوششی که درجه حفاظت (IP) آن حداقل برابر با IP2X باشد.

(ب) دارای عایق‌بندی‌ای باشد که در برابر ولتاژ آزمونی ۵۰۰ ولت جریان متناوب موثر یک دقیقه استقامت کند.

۱۳-۱۰-۱-۳-۱۳-۲ عدم لزوم حفاظت در برابر تماس مستقیم (مدارهای PELV): اگر تجهیزات داخل حوزه اثر هم‌بندی برای هم-ولتاژ کردن باشد و ولتاژ اسمی از مقادیر زیر تجاوز نکند، ایجاد حفاظت در برابر تماس مستقیم با توجه به ردیف ۱۳-۱۰-۳-۱۳ لازم نخواهد بود:

(الف) ۲۵ ولت موثر در جریان متناوب یا ۶۰ ولت جریان مستقیم بدون موج، هنگامی که تجهیزات به‌طور معمول فقط در محیط‌های خشک استفاده می‌شود و انتظار نمی‌رود سطوح بزرگی از قسمت‌های برق‌دار با بدن تماس حاصل کند.

(ب) ۶ ولت موثر در جریان متناوب یا ۱۵ ولت جریان مستقیم بدون موج در همه موارد دیگر.

۱۳-۱۰-۱-۳-۱۳ منابع تغذیه FELV: این سیستم با استفاده از ولتاژ شبکه تاسیسات برقی ساختمان، برای تامین ولتاژ خیلی پایین عملیاتی مورد نیاز در شبکه‌های ارتباطات و مخابرات سیستم‌های کنترل و سیستم‌های ابزار دقیق در صورتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که رعایت همه مقررات مربوط به SELV و PELV لازم نباشد یا رعایت نشده باشد. در این سیستم، علاوه بر الزامی نبودن شرط ایمن بودن منبع تغذیه می‌توان از مدارهای با اتصال زمین نیز استفاده کرد. در این منابع، وصل بدنه‌های هادی به هادی حفاظتی مدار اولیه الزامی و نیز وصل هادی حفاظتی مدارهای FELV به زمین عملیاتی مجاز است. علاوه بر این موارد برای اطمینان از عملکرد این منابع نسبت به حفاظت در برابر تماس‌های مستقیم و غیر مستقیم موارد زیر نیز باید رعایت شود:

۱۳-۱۱-۱-۳-۱۳ حفاظت در برابر تماس مستقیم (مدارهای FELV): حفاظت در برابر تماس مستقیم باید با یکی از دو روش زیر انجام شود:

(الف) استفاده از حصارکشی‌ها یا محفظه‌ها برای جلوگیری از تماس مستقیم؛

(ب) استفاده از عایق‌بندی که با حداقل ولتاژ آزمونی مدار اولیه مطابقت داشته باشد.

در مواردی که مدارهای FELV قادر به تحمل این ولتاژ نباشند، عایق‌بندی بدنه‌های در دسترس تجهیزات هنگام نصب باید تقویت شود تا حدی که بتواند در برابر ولتاژ آزمونی ۱۵۰۰ ولت متناوب موثر استقامت کند.

۱۳-۱۱-۱-۳-۲ حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم (مدارهای FELV): حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم باید با یکی از دو روش زیر انجام شود:

(الف) بدنه‌های هادی تجهیزات FELV به هادی حفاظتی مدار اولیه وصل شود به شرط اینکه یک وسیله حفاظتی در برابر تماس غیر مستقیم منبع یا مدار تغذیه را در صورت بروز اتصالی بین فاز و بدنه قطع کند و ولتاژ تماس نیز از حدود ولتاژ قراردادی بیشتر نشود. این امر مانع وصل یکی از هادی‌های برق‌دار FELV به هادی حفاظتی مدار اولیه نخواهد شد.

(ب) بدنه‌های هادی تجهیزات FELV به هادی هم‌بندی هم‌ولتاژ کننده مدار اولیه که زمین نشده است، وصل شود. از این روش در مواردی استفاده می‌شود که مدار یا روش حفاظتی جدایی الکتریکی حفاظت می‌شود.

تبصره: پریزها و دوشاخه‌های مدارهای SELV, PELV و FELV باید مخصوص هریک از منابع بوده، نباید قابل اتصال و استفاده در مدارهای دیگر باشد.

۱۲-۱-۳-۱۳- حفاظت در برابر اثرهای حرارتی در بهره‌برداری عادی: تأسیسات برقی باید طوری طراحی و اجرا شده باشد که برای مواد قابل اشتعال در اثر دماهای زیاد یا قوس الکتریکی امکان بروز هیچ نوع آتش‌سوزی وجود نداشته باشد. همچنین، هنگام بهره‌برداری عادی از تجهیزات الکتریکی نباید هیچ نوع خطر سوختگی برای اشخاص یا حیوانات وجود داشته باشد.

۱۳-۱-۳-۱۳- حفاظت در برابر اضافه جریان: اشخاص و حیوانات و همچنین، وسایل و لوازم ساختمان‌ها باید در برابر صدمه‌ها و خسارت‌های ناشی از دماهای زیاد و عوامل الکترومکانیکی که ممکن است، در اثر هر اضافه جریانی در قسمت‌های برقی‌دار به وجود آیند، حفاظت ممکن است به یکی از روش‌های زیر تأمین شود:

(الف) قطع خودکار تغذیه هنگام بروز اضافه جریان پیش از اینکه این اضافه جریان با توجه به مدت زمان برقراری آن به مقدار خطرناک برسد.

(ب) محدود کردن حداکثر اضافه جریان با توجه به مدت زمان برقراری آن به میزانی که بی‌خطر باشد.

۱۴-۱-۳-۱۳- حفاظت در برابر جریان‌های اتصالی: هادی‌ها به جز جریان‌های برقدار و همه قطعات دیگری که برای هدایت جریان‌های اتصالی پیش‌بینی شده‌اند باید بتوانند این جریان‌ها را بدون ایجاد دماهای زیاد هدایت کنند.

تبصره ۱: لازم است به جریان‌های اتصال زمین و جریان‌های ناشی توجه خاصی مبذول شود.

تبصره ۲: هادی‌های برق‌دار در برابر هر نوع جریان اتصالی، از جمله جریان اتصالی که در اثر نقصی به وجود آمده باشد، باید محفوظ بماند (مشابه با ردیف ۱۳-۱-۳-۱۳).

۱۵-۱-۳-۱۳- حفاظت اشخاص و حیوانات در برابر اضافه ولتاژ

۱۳-۱-۳-۱۵- اشخاص و حیوانات و همچنین، لوازم ساختمان‌ها باید در برابر هر نوع صدمه و اثر مضر محافظت شوند که ممکن است در نتیجه بروز اتصالی بین مدارهای با ولتاژهای مختلف ایجاد شود.

۱۳-۱-۳-۱۵- اشخاص و حیوانات و همچنین، لوازم ساختمان‌ها باید در برابر صدمه و خسارت ناشی از ولتاژهای زیاد محافظت شوند که ممکن است، در اثر عوامل دیگری مانند صاعقه یا قطع و وصل مدارها به وجود آیند (ردیف ۱۳-۱-۳-۱۶).

۱۶-۱-۳-۱۳- حفاظت تأسیسات و تجهیزات در برابر اضافه ولتاژ

اضافه ولتاژ گذرا در تأسیسات برق از جمله در پست‌های برق تأسیسات برق فشار ضعیف و همچنین، اضافه ولتاژ ناشی از آثار صاعقه یا کلیدزنی به عملکرد صحیح و سالم تجهیزات دستگاه‌ها اجزای شبکه تأسیسات برق آسیب می‌رساند و در مواردی نیز ممکن است برای افراد خطر آفرین باشد. برای همین لازم است حفاظت‌ها و تمهیدات ایمنی در تأسیسات برقی به شرح زیر پیش‌بینی شود:

۱۳-۱-۳-۱۶- حفاظت در برابر اضافه ولتاژ در پست‌های برق

برای جلوگیری از اضافه ولتاژ در شبکه برق فشار ضعیف به دلیل بروز اتصال زمین در تجهیزات شبکه برق فشار متوسط و تأثیر آن در شبکه برق فشار ضعیف موارد زیر باید رعایت شود:

(الف) الکتروود اتصال زمین قسمت برق فشار متوسط از الکتروود اتصال زمین قسمت برق فشار ضعیف (متصل به نقطه خنثی ترانسفورماتور) مجزا و مستقل از هم اجرا شود که در این صورت پست برق دارای دو الکتروود زمین مستقل خواهد بود (ردیف پ ۱-۱۰-۶).

تبصره ۱: الکتروودهای اتصال زمین قسمت برق فشار متوسط و برق فشار ضعیف هر کدام باید به ترمینال یا شینه اصلی زمین مخصوص خود وصل شوند.

تبصره ۲: پیش‌بینی و اجرای الکتروودهای اتصال زمین مجزا و مستقل در پست برق، برای قسمت برق فشار متوسط و برق فشار ضعیف، یعنی دو الکتروود برای هر پست مطمئن‌تر از یک الکتروود مشترک است.

(ب) در صورتی که به دلیل محدودیت‌های اجرایی یا شرایط طرح، فاصله مناسب بین دو الکتروود فراهم نشود و الکتروودها در حوزه ولتاژ هم قرار گیرند، یا به دلیل وجود اجسام فلزی مدفون در محل، ایجاد دو الکتروود اتصال زمین مستقل امکان‌پذیر نباشد، ایجاد الکتروود مشترک برای سیستم‌های اتصال زمین برق فشار ضعیف الزامی می‌شود. در این صورت، مقاومت الکتریکی اتصال زمین در یک الکتروود مشترک برای سیستم‌های برق فشار متوسط و برق فشار ضعیف نباید از یک اهم تجاوز کند.

تبصره ۳: در صورتی که امکان دستیابی به مقاومت یک اهم در الکتروود اتصال زمین مشترک امکان‌پذیر نباشد، کلیدهای حفاظتی اتوماتیک تابلوهای فشار متوسط در پست برق، در زمان مناسب، جریان اتصالی در شبکه فشار متوسط را باید قطع کند (ردیف پ ۱-۱۰-۶-۹).

۱۳-۳-۱-۱۶-۲ حفاظت در برابر اضافه ولتاژ در تاسیسات برق فشار ضعیف: برای حفاظت در برابر ولتاژ در تاسیسات برق فشار ضعیف موارد زیر باید رعایت شود:

(الف) برای جلوگیری از اضافه ولتاژ در هادی خنثی، در صورت بروز اتصال بین هادی فاز و هادی خنثی تجهیزات حفاظتی در برابر اضافه ولتاژ باید در مدار پیش‌بینی شود.

(ب) قطع هادی خنثی باعث مواج شدن ولتاژ بین فازها و هادی خنثی شده، موجب شکست عایق‌بندی و در نتیجه، سوختن لوازم و تجهیزات الکتریکی می‌شود. برای همین باید تمهیدات لازم برای پیشگیری از قطع هادی خنثی پیش‌بینی شود.

تبصره ۱: مسیر مجاری عبور و شرایط اجرایی مدارهای برق فشار ضعیف باید طوری در نظر گرفته شود که از احتمال اتصال تصادفی هادی فاز به سیستم اتصال زمین شبکه کامپیوتر و سیستم‌های فن‌آوری اطلاعات (IT) جلوگیری شود که باعث بروز تغییرات شدید ولتاژ در آن شبکه‌ها می‌شود.

تبصره ۲: برای حفاظت مصارف برقی سه فاز موتوری یا سایر مصارف برقی دیگر که قطع فاز و جابه‌جایی فاز به آن‌ها آسیب می‌رساند، بایستی از رله کنترل فاز یا هر مکانیسم مشابه دیگری استفاده شود.

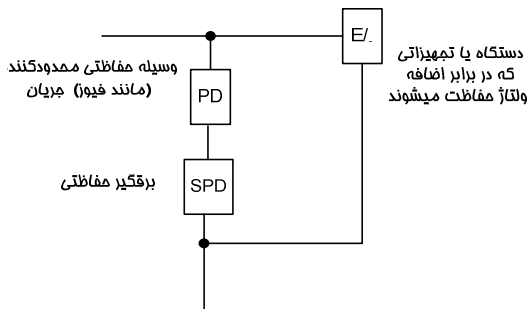
پرسش ۳-۹) کدامیک از گزینه‌های زیر در خصوص منابع اضافه ولتاژ در مدارات برقی صحیح نمی‌باشد (اردیبهشت ۹۷ نظارت «۴۲»؟)

(الف) اثر جریان‌های راه اندازی موتورهای برقی (ب) اتصال بین دو شبکه با ولتاژهای مختلف
(ج) قطع و وصل مدارها و بروز صاعقه (د) قطع هادی خنثی در سیستم سه فاز
پاسخ) طبق تبصره ۲، جریان‌های هجومی در حین راه اندازی الکتروموتور، جز اضافه ولتاژ نیست (اساساً دچار افت ولتاژ می‌شود). گزینه الف، گزینه مدنظر است.

۱۳-۳-۱-۱۶-۳ حفاظت در برابر اضافه ولتاژ ناشی از آثار صاعقه: تجهیزات، دستگاه‌ها و سیستم‌های مختلف تاسیسات برقی از جمله دستگاه‌های الکترونیکی حساس و گران‌قیمت شبکه‌های کامپیوتری و سیستم‌های فن‌آوری اطلاعات (IT) که امروزه، در ساختمان‌های بزرگ و یا خاص به‌صورت گسترده استفاده می‌شوند، باید در برابر اضافه ولتاژ ناشی از آثار صاعقه حفاظت شوند. این تجهیزات حفاظتی اصطلاحاً برق‌گیر حفاظتی نامیده می‌شوند که برای محدود کردن آثار اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه بر تاسیسات برق از جمله شبکه توزیع نیرو در تابلو ورودی برق اصلی پست برق ساختمان یا سایر تابلوهای برق مورد استفاده قرار می‌گیرند و الزام‌هایی به شرح زیر دارند:
(الف) تجهیزات برق‌گیر حفاظتی در صورت نیاز در اولین تابلو برق، در نقطه ورودی و محل تحویل نیروی برق به ساختمان (سرویس مشترک) یا در اولین تابلوی برق فشار ضعیف (تابلوی اصلی) در سیستم توزیع نیرو در نظر گرفته می‌شود.
(ب) اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه به برخی از دستگاه‌های الکترونیکی حساس و گران‌قیمت یا مشابه آن‌ها آسیب می‌رساند و کارکرد آن‌ها را مختل می‌کند. تابلوهای تغذیه کننده این دستگاه‌ها باید علاوه بر دارا بودن سایر حفاظت‌های لازم دیگر تجهیزات برق‌گیر حفاظتی مخصوص به خود را نیز داشته باشد (شکل شماره ۱۳-۱۶-۳).

(پ) تجهیزات برق‌گیر حفاظتی در هر تابلوی برق باید با یک برچسب مخصوص و دائمی مشخص شده باشد.

(ت) تجهیزات برق‌گیر حفاظتی بر اساس سطح یا تراز ولتاژ حفاظت، جریان تخلیه الکتریکی، جریان حداکثر یا جریان ضربه و سایر مشخصات دیگر آن‌ها انتخاب می‌شوند.



تبصره: شایان ذکر است که در تاسیسات برق ۴۰۰/۲۳۰ ولت سطح یا تراز ولتاژ عملکرد برق‌گیر حفاظتی از ۲/۵ کیلو ولت بیشتر نیست.

(ث) تجهیزات برق‌گیر در شبکه توزیع سیستم‌های نیرو، باید در نقاط مشخص و مطابق شکل‌های شماره (۱۳-۱۶-۳: ۱ تا ۱۳-۱۶-۳: ۴) نصب شوند.

توضیحات علائم شکل ۱۳-۱۶-۳ به شرح زیر است:

PD: وسیله حفاظتی (فیوز) برق‌گیر حفاظتی

SPD: برق‌گیر حفاظتی

E/I: دستگاه یا تجهیزاتی که در برابر اضافه ولتاژ حفاظت می‌شود.

شکل (۱۳-۱۶-۳) طرح‌واره نصب وسیله حفاظتی و

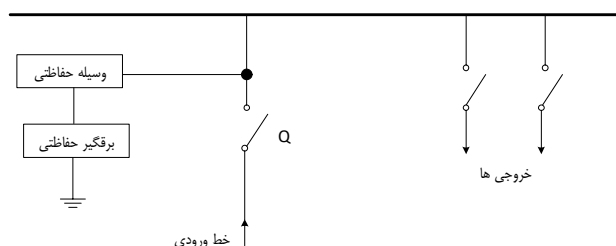
پرسش ۳-۱۰) علت استفاده از وسیله حفاظتی (فیوز) در مسیر تغذیه برق‌گیر حفاظتی چه می‌باشد (اردیبهشت ۹۷ طراحی «۳۶»؟)
(الف) استفاده از وسیله حفاظتی (فیوز) در مسیر تغذیه برق‌گیر حفاظتی الزامی نبوده و می‌توان آن را حذف کرد.

(ب) برای تداوم کار مداری (عدم قطع بار) که برای آن برقگیر حفاظتی پیش‌بینی شده است.

(ج) برای جلوگیری از آسیب دیدن برقگیر حفاظتی

(د) گزینه‌های ب و ج هر دو صحیح است.

پاسخ) طبق شکل ۱۳-۳-۱۶-۳، برق گیر باید دارای وسیله حفاظتی (فیوز) باشد، فیوز با زمان قطع طولانی‌تر نسبت به برقگیر، صرفاً برای تداوم عملکرد برقگیر در فاصله قطع مدار و وصل مجدد، در مدار قرار می‌گیرد. گزینه ب صحیح است.



پرسش ۱۱-۳) کدامیک از گزینه های زیر در

خصوص وسیله حفاظتی برای برقگیر حفاظتی (Surge

Protective Device) صحیح می باشد؟ (Q وسیله حفاظتی

مدار می باشد) (اسفند ۹۵ طراحی «۴»)

الف) وسیله حفاظتی باید فیوز باشد.

ب) وسیله حفاظتی می تواند فیوز و یا کلید خودکار اتوماتیک

معمولی باشد.

ج) وسیله حفاظتی باید کلید خودکار اتوماتیک معمولی باشد.

(د) استفاده از وسیله حفاظتی در مدار برقگیر حفاظتی الزامی نمی باشد.

پاسخ) طبق بند «ث» آئین نامه ۱۳-۳-۱۶-۳ و شکل آن، در ورودی برق گیر باید وسیله حفاظتی اضافه جریان نصب شود با اولویت محدودکنندگی (مانند فیوز) نصب شود. گزینه الف صحیح است.

پرسش ۱۲-۳) حفاظت از تجهیزات و دستگاه‌های الکتریکی در برابر اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه توسط چه وسیله‌ای حفاظت می‌شود (مهر ۹۶ طراحی «۳۸»؟)

الف) کلید خودکار اتوماتیک

ب) رله کنترل ولتاژ

ج) کلید جریان باقیمانده (RCD) با جریان عامل ۳۰ میلی‌آمپر

د) برق گیر حفاظتی

پاسخ) کلید خودکار برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه و اضافه بار، رله کنترل ولتاژ برای حفاظت در مقابل خطاهایی مانند کاهش یا افزایش ولتاژ، دو فاز شدن و عدم تقارن، کلید RCD برای حفاظت در برابر جریان‌های ناشی در تماس غیرمستقیم و برق گیر برای اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه و در خطوط انتقال برای اضافه ولتاژ ناشی از کلیدزنی بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند. گزینه د صحیح است.

۱۳-۱۶-۱-۳ محل قرارگیری وسیله حفاظتی و برق‌گیر حفاظتی

محل قرارگیری وسیله حفاظتی و برق‌گیر حفاظتی در سیستم‌های نیروی TT, TN و IT در شکل‌های (۱۳-۱۶-۴: ۱ تا ۱۳-۱۶-۴: ۴) نمایش داده شده است.

توضیحات علائم شکل ۱۳-۱۶-۴: ۱ تا ۱۳-۱۶-۴: ۴ به شرح زیر است:

3: ترمینال یا شینه اتصال زمین اصلی

5: اتصال هادی حفاظتی به برق‌گیر حفاظتی با گزینه‌های 5_a و 5_b

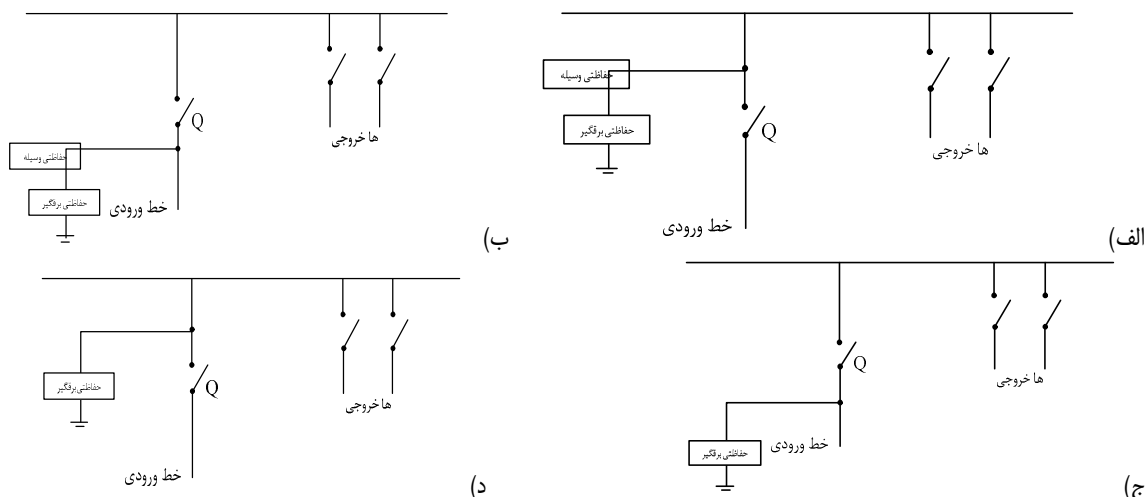
6: تجهیزاتی که باید محافظت شود

F1: وسیله حفاظتی اصلی تابلو

F2: وسیله حفاظتی برق‌گیر حفاظتی

(به توصیه سازنده برق‌گیر حفاظتی)

فازها = L1 , L2 , L3 هادی خنثی = N هادی حفاظتی = PE



پاسخ) طبق شکل‌های فوق، برقگیر باید در سمت ورودی تابلو و بعد از کلید اصلی، نصب می‌شود. گزینه الف صحیح است.
۱۷-۱-۳-۱۳ حفاظت در برابر پایین بودن ولتاژ: وسایل و لوازم الکتریکی که ممکن است، در پی کاهش احتمالی ولتاژ دچار آسیب‌دیدگی و خسارت شوند، باید در برابر کاهش ولتاژ حفاظت شوند.

۱۸-۱-۳-۱۳ حفاظت در برابر تداخل امواج الکترومغناطیسی: اگر تأسیسات برقی و اجزای آن در معرض امواج شدید الکترومغناطیسی قرار بگیرند، باید در برابر آثار تداخل این امواج حفاظت شوند. تداخل بیش از حد امواج الکترومغناطیسی باعث اختلال در کارکرد تجهیزات مورد استفاده تأسیسات برق بخصوص تجهیزات الکتریکی شده و به قطعات نیز آسیب می‌رساند. این پدیده ممکن است بر اثر وقوع صاعقه، قطع و وصل کلیدهای با آمپر بالا به‌ویژه، در تابلوهای اصلی و نیمه اصلی، اتصال کوتاه در شبکه توزیع نیرو، راه‌اندازی موتورهای با توان بالا و سایر پدیده‌هایی به‌وجود آید که تداخل امواج و در نتیجه، اضافه ولتاژ را در تأسیسات برق باعث می‌شوند.
تبصره ۱: وجود مسیر مشترک بیش از حد مجاز در کابل کشی یا سیم‌کشی شبکه توزیع نیرو با شبکه کامپیوتر و فناوری اطلاعات (IT) و شبکه مخابرات یا وجود هرگونه حلقه (لوپ) فلزی بزرگ در ساختمان، در ظاهر شدن پدیده تداخل امواج مغناطیسی موثر است.
تبصره ۲: در طراحی تأسیسات برقی ساختمان‌های ویژه حیاتی و بسیار زیاد حساس، برای اجتناب از تداخل بیش از حد امواج الکترومغناطیسی الزام‌های IEC 61000 باید رعایت شود. همچنین، استفاده از تمهیدات لازم در این ساختمان‌ها، برای حفاظت سامانه‌های حساس الکتریکی و الکترونیکی در برابر تهدیدهای بمب‌های الکترومغناطیسی توصیه می‌شود (مبحث ۲۱ مقررات ملی ساختمان).
۱-۱۸-۳-۱۳ کاهش آثار ناشی از تداخل امواج الکترومغناطیسی: برای کاهش آثار ناشی از تداخل امواج الکترومغناطیسی تمهیدات و موارد زیر باید در نظر گرفته شوند:

- (الف) پیش‌بینی برق‌گیر حفاظتی در تأسیسات برقی (ردیف ۱۳-۳-۱۶-۳)
 (ب) تامین فاصله مناسب بین هادی نزولی (پایین‌رو) سیستم صاعقه‌گیر با کابل‌های شبکه توزیع نیرو، کابل‌های حامل سیگنال‌های الکترونیکی و کابل‌های شبکه کامپیوتر طبق توصیه سازندگان سیستم‌های صاعقه‌گیر.
تبصره: هادی نزولی در سیستم صاعقه‌گیر، عبارت از هادی‌ای است که صاعقه‌گیر را از طریق جعبه رسیدگی و آزمایش به الکتروود اتصال زمین صاعقه‌گیر متصل می‌کند (شکل شماره پ ۱-۲-۸-۴).
 (پ) در ساختمان‌هایی که از شبکه کامپیوتر و فن‌آوری اطلاعات (IT) به‌صورت گسترده استفاده می‌شود، سیستم نیرو باید از نوع TN-S باشد و استفاده از سیستم نیروی TN-C در این‌گونه ساختمان‌ها مجاز نیست.
پرسش ۳-۱۵) کدام سیستم نیرو برای ساختمانی که شبکه کامپیوتر و فناوری اطلاعات (IT) به‌صورت گسترده در آن استفاده می‌شود، مورد قبول است (پهمن ۹۷ طراحی «۵۲»)?

الف) TN-S ب) TN-C ج) TT د) گزینه‌های الف و ج صحیح است.
 پاسخ) طبق بند «پ»، استفاده از سیستم TN-S مجاز (گزینه الف صحیح است) و سیستم TN-C غیرمجاز (گزینه ب اشتباه است) می‌باشد. طبق صفحه ۳۳۵ مرجع [۴] نیز علاوه بر سیستم TN-S (گزینه الف)، سیستم‌های IT و TT (گزینه ج صحیح است)، نیز مجاز می‌باشد. گزینه د، کامل‌ترین پاسخ است.