INSO

1937-4-41

1st.Edition

2015

جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران

۱۹۳۷-۴-۴۱

چاپ اول

۱۳۹۴

تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف-
قسمت ۴-۴۱ : حفاظت برای ایمنی-
حفاظت در برابر برق گرفتگی

Low-voltage electrical installations –
Part 4-41: Protection for safety –
Protection against electric shock

ICS: 13.260 ; 91.140.50

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1]،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

---

1 - International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3 - International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف- قسمت ۴-۴۱ : حفاظت برای ایمنی- حفاظت در برابر برق گرفتگی»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
عبدی، جواد (دکترای مهندسی برق- کنترل)	عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج – عضو سازمان نظام مهندسی استان البرز
دبیر :	
تبریزی، فرهاد (لیسانس مهندسی برق- قدرت)	کارشناس شرکت مهندسی امواج برق پایدار- عضو سازمان نظام مهندسی استان البرز
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
جوانی، خدایار (فوق لیسانس مهندسی برق- قدرت)	مدیر پروژه کیفیت توان شرکت سهامی خدمات مهندسی برق مشانیر
رثائی، حامد (لیسانس مهندسی برق- قدرت)	کارشناس سازمان ملی استاندارد ایران
عقدایی، رکسانا (فوق لیسانس زبان انگلیسی)	کارشناس شرکت مهندسی نیک صنعت جاوید
غلامی، محمد میلاد (فوق لیسانس مهندسی برق- قدرت)	کارشناس وزارت صنعت، معدن، تجارت
هاشمیان، سید مجتبی (لیسانس مهندسی برق- قدرت)	کارشناس سازمان مسکن و شهرسازی
یارائی، المیرا (لیسانس مهندسی برق- کنترل و ابزار دقیق)	کارشناس سازمان نظام مهندسی ساختمان
یوسف‌زاده، بهاره (لیسانس مهندسی برق- الکترونیک)	کارشناس اداره نظارت بر اجرای استاندارد سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش گفتار		و
مقدمه		ز
۱-۴۱۰	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲-۴۱۰	مراجع الزامی	۱
۳-۴۱۰	الزامات کلی	۲
۴۱۱	معیار حفاظتی: قطع خودکار تغذیه	۴
۱-۴۱۱	کلیات	۴
۲-۴۱۱	الزامات حفاظت پایه‌ای	۵
۳-۴۱۱	الزامات حفاظت خطا	۵
۴-۴۱۱	سامانه TN	۸
۵-۴۱۱	سامانه TT	۱۰
۶-۴۱۱	سامانه IT	۱۲
۷-۴۱۱	ولتاژ بسیار ضعیف عملکردی (FELV)	۱۵
۱-۷-۴۱۱	کلیات	۱۵
۲-۷-۴۱۱	الزامات حفاظت پایه‌ای	۱۶
۳-۷-۴۱۱	الزامات حفاظت خطا	۱۶
۴-۷-۴۱۱	منابع	۱۶
۵-۷-۴۱۱	دوشاخه‌ها و پریزها	۱۶
۴۱۲	معیار حفاظتی: عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده	۱۶
۱-۴۱۲	کلیات	۱۶
۲-۴۱۲	الزامات حفاظت پایه‌ای و حفاظت خطا	۱۷
۴۱۳	معیار حفاظتی: جداسازی الکتریکی	۲۰
۱-۴۱۳	کلیات	۲۰
۲-۴۱۳	الزامات حفاظت پایه‌ای	۲۰
۳-۴۱۳	الزامات حفاظت خطا	۲۰
۴۱۴	معیار حفاظتی: ولتاژ بسیار ضعیف تامین شده با SELV و PELV	۲۱
۱-۴۱۴	کلیات	۲۱
۲-۴۱۴	الزامات حفاظت پایه‌ای و حفاظت خطا	۲۲
۳-۴۱۴	منابع برای SELV و PELV	۲۲
۴-۴۱۴	الزامات مدارهای SELV و PELV	۲۳

عنوان صفحه

۴۱۵ حفاظت تکمیلی ۲۵
۱-۴۱۵ حفاظت تکمیلی: کلیدهای محافظ جان (RCDها) ۲۵
۲-۴۱۵ حفاظت تکمیلی: هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی مکمل ۲۵
پیوست الف (الزامی) تمهیدات حفاظت پایه‌ای ۲۷
پیوست ب (الزامی) موانع و قرار دادن دور از دسترس ۲۹
پیوست پ (الزامی) معیارهای حفاظتی فقط برای کاربرد در مواردی که تاسیسات تحت کنترل یا نظارت افراد متخصص یا آموزش دیده باشد ۳۱
پیوست پ (اطلاعاتی) ارتباط بین استاندارد IEC 60364-4:2001 و استاندارد حاضر ۳۴
کتاب‌نامه ۳۶

پیش گفتار

استاندارد «تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف- قسمت ۴-۴۱: حفاظت برای ایمنی- حفاظت در برابر برق گرفتگی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت شرکت مهندسی امواج برق پایدار تهیه و تدوین شده است و در هشتصد و چهل و یکمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۱۳۹۴/۰۱/۳۰ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

استاندارد ملی ایران شماره ۴-۴۹۶۴: سال ۱۳۷۸ باطل و این استاندارد همراه با استاندارد ملی ایران شماره ۵۳-۵-۱۹۳۷: سال ۱۳۹۳ جایگزین آن می‌شوند.

استاندارد ملی ایران شماره ۵-۴۹۶۴ سال: ۱۳۷۷ باطل و این استاندارد جایگزین آن می‌شود.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

IEC 60364-4-41: 2005, Low-voltage electrical installations - Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock

۴۱۰ مقدمه

این قسمت از مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۳۷، به موضوع اعمال حفاظت در برابر برق گرفتگی در تاسیسات الکتریکی می‌پردازد. این استاندارد بر اساس استاندارد IEC 61140 که یک استاندارد ایمنی پایه بوده و برای حفاظت افراد و دام (چهارپایان اهلی)[1] کاربرد دارد، می‌باشد. هدف استاندارد IEC 61140 ارائه اصول اساسی و الزاماتی است که برای تاسیسات الکتریکی و تجهیزات مشترک بوده یا برای هماهنگی آن‌ها الزامی می‌باشد.

قاعده اساسی حفاظت در برابر برق گرفتگی الکتریکی، مطابق استاندارد IEC 61140 آن است که، قسمت‌های برق‌دار خطرناک نباید قابل دسترس باشند و قسمت‌های رسانای قابل دسترس نباید تحت شرایط عادی یا تحت شرایط خطای تکی[2]، برق خطرناک داشته باشند.

مطابق زیربند ۴-۲ استاندارد IEC 61140، حفاظت تحت شرایط عادی از طریق تمهیدات حفاظتی پایه[3]، و حفاظت تحت شرایط خطای تکی از طریق تمهیدات حفاظتی خطا[4] ایجاد می‌شود. همچنین، حفاظت در برابر برق گرفتگی از طریق تمهید حفاظتی ارتقا یافته[5] که حفاظت تحت شرایط عادی و تحت شرایط خطای تکی را برقرار می‌کند، ایجاد می‌شود.

این استاندارد، جایگاه یک نشریه ایمنی گروهی (GSP)[6] را برای حفاظت در برابر برق گرفتگی دارد.

در ویرایش چهارم استاندارد IEC 60364 که در سال ۲۰۰۱ منتشر شده بود:

- حفاظت تحت شرایط عادی (که اکنون با عنوان حفاظت پایه‌ای مشخص می‌شود) به عنوان حفاظت در برابر تماس مستقیم معرفی شده بود، و
- حفاظت تحت شرایط خطا (که اکنون با عنوان حفاظت خطا مشخص می‌شود) به عنوان حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم معرفی شده بود.

توجه- *در صورتی که از طرف یک استاندارد به بند یا زیربندهایی از این استاندارد ارجاع داده شود، جهت اطلاع از تغییرات به عمل آمده در نحوه شماره‌گذاری بندها و زیربندها، ابتدا به پیوست ت مراجعه کنید.*

---

1 - Livestock

2 - Single fault conditions

طبق تعریف IEV 903-01-15، شرط خطای تکی شرطی است که در آن یک خطای ناشی از حفاظت تکی (اما نه یک حفاظت تقویت‌شده) یا خطای ناشی از یک جزء یا وسیله تکی وجود داشته باشد.

یادآوری- اگر شرط خطای تکی منجر به یک یا چند شرط خطای دیگر شود، همگی به عنوان یک شرط خطا در نظر گرفته می‌شوند.

3 - Basic protective provisions

4 - Fault protective provisions

5 - Enhanced protective provision

6 - Group safety publication

تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف-
قسمت ۴-۴۱ : حفاظت برای ایمنی-
حفاظت در برابر برق گرفتگی

۴۱۰-۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات اساسی مربوط به حفاظت در برابر برق گرفتگی، شامل حفاظت پایه‌ای (حفاظت در برابر تماس مستقیم) و حفاظت خطا (حفاظت در برابر تماس غیرمستقیم) برای افراد و دام (چهارپایان اهلی) می‌باشد. در این استاندارد به موضوع کاربرد و هماهنگی این الزامات در ارتباط با تاثیرات بیرونی[1] نیز پرداخته شده است.

در این استاندارد، الزاماتی نیز برای کاربرد حفاظت تکمیلی در موارد معین ارائه شده است.

۴۱۰-۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 IEC 60364-5-52, Electrical installations of buildings – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems

2-2 IEC 60364-5-54, Electrical installations of buildings – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors

2-3 IEC 60364-6, Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification

2-4 IEC 60439-1, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies

2-5 IEC 60449, Voltage bands for electrical installations of buildings

2-6 IEC 60614 (all parts), Conduits for electrical installations – Specification

2-7 IEC 61084 (all parts), Cable trunking and ducting systems for electrical installations

---

1 - External influences

2-8 IEC 61140, Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

2-9 IEC 61386 (all parts), Conduit systems for electrical installations

2-10 IEC 61558-2-6, Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 2-6: Particular requirements for safety isolating transformers for general use

2-11 IEC Guide 104, The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications

۴۱۰-۳ الزامات کلی

۴۱۰-۳-۱ در این استاندارد، اگر به صورت دیگری ذکر نشود، ویژگی ولتاژها به صورت زیر در نظر گرفته می‌شوند:

- ولتاژهای a.c. به صورت r.m.s. هستند؛

- ولتاژهای d.c. بدون موجک می‌باشند.

ولتاژ بدون موجک به طور قراردادی ولتاژی است که مقدار موثر ولتاژ موجک آن بیش از ٪ ۱۰ مؤلفه d.c. آن نباشد.

۴۱۰-۳-۲ یک معیار حفاظتی، باید شامل موارد زیر باشد:

- ترکیب مناسبی از یک تمهید برای حفاظت پایه‌ای و یک تمهید مستقل برای حفاظت خطا، یا

- یک تمهید حفاظتی ارتقا یافته که هم حفاظت پایه‌ای و هم حفاظت خطا را برقرار کند.

حفاظت تکمیلی، به عنوان قسمتی از یک معیار حفاظتی، تحت شرایط معینی از تاثیرات بیرونی و در مکان‌های خاص معین (به قسمت ۷ مرتبط از استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۳۷ یا استاندارد IEC 60364 مراجعه شود)، مشخص می‌شود.

یادآوری ۱ – در کاربردهای خاص، معیارهای حفاظتی که از این موضوع پیروی نمی‌کنند (به زیربند ۴۱۰-۳-۵ و ۴۱۰-۳-۶ مراجعه شود)، مجاز می‌باشند.

یادآوری ۲- عایق‌بندی تقویت‌شده، مثالی از یک معیار حفاظتی ارتقا یافته می‌باشد.

۴۱۰-۳-۳ با در نظرگرفتن شرایط اثر بیرونی، در هر قسمت از تاسیسات باید یک یا چند یا معیار حفاظتی به کار گرفته شود.

معیارهای حفاظتی زیر عموماً مجاز می‌باشند:

- قطع خودکار تغذیه (به بند ۴۱۱ مراجعه شود)،

- عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده (به بند ۴۱۲ مراجعه شود)،

- جداسازی الکتریکی تغذیه از یک قلم تجهیز مصرف‌کنندهٔ انرژی الکتریکی[1] (به بند ۴۱۳ مراجعه شود).

- ولتاژ بسیار ضعیف (SELV[2] و PELV[3]) (به بند ۴۱۴ مراجعه شود).

معیارهای حفاظتی اعمال شده در تاسیسات باید در هنگام انتخاب و نصب[4] تجهیزات در نظر گرفته شود.

در مورد تاسیسات ویژه، به زیربندهای ۴۱۰-۳-۴ تا ۴۱۰-۳-۹ مراجعه شود.

یادآوری- قطع خودکار از تغذیه، بیشترین معیار حفاظتی معمول مورد استفاده در تاسیسات الکتریکی می‌باشد.

۴۱۰-۳-۴ برای تاسیسات یا مکان‌های خاص، معیارهای حفاظتی ویژه ارائه شده در قسمت ۷ مرتبط استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۳۷ یا استاندارد IEC 60364، باید اعمال شوند.

۴۱۰-۳-۵ معیارهای حفاظتی مشخص شده در پیوست ب، یعنی به کارگیری موانع و قرار دادن دور از دسترس، باید تنها در تاسیساتی که در اختیار افراد زیر هستند مورد استفاده قرار گیرند:

- افراد متخصص یا آموزش‌دیده، یا

- افرادی که تحت نظارت افراد متخصص یا آموزش‌دیده هستند.

۴۱۰-۳-۶ معیارهای حفاظتی مشخص شده در پیوست پ، یعنی:

- مکان غیر رسانا،

- هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده محلی بدون اتصال زمین،

- جداسازی الکتریکی تغذیه از بیش از یک قلم تجهیز مصرف‌کنندهٔ انرژی الکتریکی،

تنها در صورتی می‌توانند استفاده شوند که، تاسیسات تحت نظارت افراد متخصص یا آموزش‌دیده بوده و انجام تغییرات غیرمجاز امکان‌پذیر نباشد.

۴۱۰-۳-۷ در صورتی که امکان برقراری شرایط معین یک معیار حفاظتی وجود نداشته باشد، تمهیدات مکمل باید به گونه‌ای که این تمهیدات حفاظتی در کنار هم، درجه ایمنی یکسانی را فراهم نماید، اعمال شوند.

یادآوری- مثالی از کاربرد این قاعده در زیربند ۴۱۱-۷ ارائه شده است.

---

1 - Current-using equipment

طبق تعریف IEV 826-16-02: تجهیز مصرف‌کنندهٔ انرژی الکتریکی، یک تجهیز الکتریکی است که برای تبدیل انرژی الکتریکی به سایر شکل‌های انرژی، مانند نور، حرارت، انرژی مکانیکی، در نظر گرفته شده است.

2 - Safety extra-low voltage

3 - Protective extra-low voltage

4 - Erection

۴۱۰-۳-۸ معیارهای حفاظتی متفاوتی که در یک تاسیسات یا قسمتی از یک تاسیسات یا در یک تجهیز به کار گرفته می‌شوند نباید هیچ‌گونه اثری روی یکدیگر داشته باشند، به گونه‌ای که بروز خرابی در یک معیار حفاظتی باعث اختلال در سایر معیارهای حفاظتی نشود.

۴۱۰-۳-۹ می‌توان از معیار حفاظت خطا (حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم) برای تجهیزات زیر صرف نظر کرد:

- تکیه‌گاه‌های فلزی مقره‌های خط هوایی که به ساختمان متصل شده و دور از دسترس دست قرار می‌گیرند؛
- پایه‌های بتونی تقویت شده با فولاد در خطوط هوایی که فولادهای تقویت‌کننده آن‌ها دور از دسترس هستند؛
- قسمت‌های رسانای در معرض[1] که با توجه به ابعاد کاهش یافته آن‌ها (تقریباً ۵۰ mm × ۵۰ mm) یا موقعیت آن‌ها، توانایی درگیر شدن یا برقراری تماس جدی با قسمتی از بدن انسان را نداشته باشند، مشروط بر این که برقراری تماس با یک هادی حفاظتی تنها با دشواری امکان‌پذیر بوده یا امکان‌پذیر نباشد.

یادآوری ۱- این استثناء برای نمونه در پیچ و مهره‌ها، میخ پرچ‌ها ، پلاک مشخصات و گیره‌های کابل کاربرد دارد.

یادآوری ۲- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

- لوله‌های فلزی یا سایر محفظه‌های فلزی محافظ تجهیزات که مطابق بند ۴۱۲ باشند.

۴۱۱ معیار حفاظتی: قطع خودکار تغذیه

۴۱۱-۱ کلیات

قطع خودکار تغذیه یک معیار حفاظتی می‌باشد که در آن:

- حفاظت پایه‌ای از طریق عایق‌بندی پایه‌ای قسمت‌های برق‌دار یا از طریق حصارها یا محفظه‌ها، مطابق پیوست الف ایجاد می‌شود، و
- حفاظت خطا از طریق هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی و قطع خودکار در موارد وقوع خطا مطابق زیربندهای ۴۱۱-۳ تا ۴۱۱-۶ ایجاد می‌شود.

یادآوری ۱- در جایی که این معیار حفاظتی به کار می‌رود، تجهیزات طبقه II نیز می‌تواند استفاده شود.

در جایی که تعیین شده باشد، حفاظت تکمیلی توسط یک کلید محافظ جان (RCD)[2] با جریان باقیمانده اسمی عامل[3] تا حداکثر ۳۰ mA مطابق زیربند ۴۱۵-۱ ایجاد می‌شود.

---

1 - Exposed-conductive-parts

2 - Residual current protective device (وسیله حفاظتی جریان باقیمانده)

3 - Rated residual operating current

یادآوری ۲- پایشگرهای جریان باقیمانده (RCM)[1] ، وسایل حفاظتی نیستند ولی می‌توانند جهت پایش جریان‌های باقیمانده در تاسیسات الکتریکی استفاده شوند. هنگامی که جریان باقیمانده از مقدار پیش فرض تجاوز نماید، RCMها یک علامت شنیداری یا دیداری-شنیداری ایجاد می‌نمایند.

۴۱۱-۲ الزامات حفاظت پایه‌ای

تمامی تجهیزات الکتریکی باید با یکی از تمهیدات حفاظت پایه‌ای (حفاظت در برابر تماس مستقیم) که در پیوست الف، یا به تناسب در پیوست ب شرح داده شده است مطابقت داشته باشند.

۴۱۱-۳ الزامات حفاظت خطا

۴۱۱-۳-۱ اتصال زمین حفاظتی و هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی

۴۱۱-۳-۱-۱ اتصال زمین حفاظتی

قسمت‌های رسانای در معرض، باید تحت شرایط مشخص برای هر نوع سامانه اتصال زمین که در زیربندهای ۴۱۱-۴ تا ۴۱۱-۶ مشخص شده است، به یک هادی حفاظتی متصل شود.

به طور هم‌زمان، قسمت‌های رسانای در معرض در دسترس باید به طور مجزا به همان سامانه اتصال زمین، به صورت گروهی یا دسته‌جمعی متصل شود.

هادی‌ها برای اتصال زمین حفاظتی باید با استاندارد IEC 60364-5-54 مطابقت داشته باشد.

هر مدار باید دارای یک هادی حفاظتی متصل به پایانه اتصال زمین مرتبط باشد.

۴۱۱-۳-۱-۲ همبندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی

در هر ساختمان، هادی اتصال زمین، پایانه اتصال زمین اصلی و قسمت‌های رسانای زیر باید به هم‌بندی هم-پتانسیل‌کننده حفاظتی متصل شوند:

- لوله‌های فلزی ارائه خدمات به ساختمان، مانند گاز، آب؛

- قسمت‌های رسانای بیرونی سازه، در صورتی که در هنگام استفاده عادی در دسترس باشند، مانند سامانه‌های فلزی گرمایش مرکزی و تهویه هوا؛

- در صورت عملی بودن، تقویت‌کننده‌های فلزی بتون تقویت شده ساختمانی.

در صورتی که چنین قسمت‌های رسانایی از خارج ساختمان منشاء شوند، باید تا حد امکان نزدیک به نقطه ورود آن‌ها به ساختمان هم‌بند شده باشند.

هادی‌ها مورد استفاده در هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی باید مطابق استاندارد IEC 60364-5-54 باشند.

1 - Residual current monitors

هرگونه غلاف فلزی کابل‌های مخابراتی باید با در نظر گرفتن الزامات مالکان یا کاربران این کابل‌ها، به هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی متصل شود.

۴۱۱-۳-۲ قطع خودکار هنگام بروز خطا

۴۱۱-۳-۲-۱ به غیر از آنچه در زیربندهای ۴۱۱-۳-۲-۵ و ۴۱۱-۳-۲-۶ آورده شده است، یک وسیله حفاظتی باید هنگامی که بین هادی خط و یک قسمت رسانای در معرض یا هادی حفاظتی مدار یا تجهیز، یک خطا با امپدانس ناچیز رخ دهد، در مدت زمان قطع ذکر شده در زیربندهای ۴۱۱-۳-۲-۲ ، ۴۱۱-۳-۲-۳ یا ۴۱۱-۳-۲-۴ تغذیه هادی خط مدار یا تجهیز به طور خودکار قطع نماید.

یادآوری ۱- مقادیر بیشتر مدت زمان قطع نسبت به الزامات این زیربند، می‌تواند در سامانه‌هایی که برای توزیع برق به عموم یا تولید برق و انتقال به چنین سامانه‌هایی می‌باشد، استفاده شود.

یادآوری ۲- مقادیر کمتر مدت زمان قطع می‌تواند برای تاسیسات یا مکان‌های خاص مطابق آن چه در قسمت ۷ مرتبط استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۳۷ یا استاندارد IEC 60364 ذکر شده، مورد استفاده قرار گیرد.

یادآوری ۳- برای سامانه های IT، معمولاً قطع خودکار در هنگام بروز نخسیتن خطا الزامی نمی‌باشد (به زیربند ۴۱۱-۶-۱ مراجعه شود). جهت آگاهی از الزامات قطع پس از بروز اولین خطا به زیربند ۴۱۱-۶-۴ مراجعه شود.

یادآوری ۴- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

یادآوری ۵- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

۴۱۱-۳-۲-۲ مقدار بیشینه مدت زمان قطع ذکر شده در جدول ۴۱-۱ باید در مدار نهایی اعمال شده و از ۳۲ A بیشتر نشود.

جدول ۴۱-۱- مقدار بیشینه مدت زمان قطع

سامانه	$120\ V \geq U_0 > 50\ V$ ثانیه		$230\ V \geq U_0 > 120\ V$ ثانیه		$400\ V \geq U_0 > 230\ V$ ثانیه		$U_0 > 400\ V$ ثانیه	
	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.
TN	۰/۸	یادآوری ۱	۰/۴	۵	۰/۲	۰/۴	۰/۱	۰/۱
TT	۰/۳	یادآوری ۱	۰/۲	۰/۴	۰/۰۷	۰/۲	۰/۰۴	۰/۱

اگر در سامانه‌های TT، قطع از طریق وسیله حفاظتی اضافه‌جریان انجام شود و هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی به تمام قسمت‌های رسانای بیرونی تاسیسات متصل شده باشد، می‌توان از مقدار بیشینه مدت زمان قطع سامانه‌های TN استفاده کرد.

U_0 ولتاژ نامی .a.c یا .d.c خط به زمین است.

یادآوری ۱ – عمل قطع می‌تواند به دلایلی غیر از حفاظت در برابر برق گرفتگی باشد.

یادآوری ۲– اگر عمل قطع از طریق RCD ایجاد شود، به یادآوری زیربند ۴۱۱-۴-۴، یادآوری ۴ زیربند ۴۱۱-۵-۳ و ردیف ب یادآوری زیربند ۴۱۱-۶-۴ مراجعه شود.

یادآوری۳– این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

یادآوری ۴– این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

یادآوری ۵– این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

۴۱۱-۳-۲-۳ در سامانه‌های TN، مدت زمان قطعی که از پنج ثانیه بیشتر نباشد برای مدارهای توزیع و مدارهایی که شامل موارد زیربند ۴۱۱-۳-۲-۲ نیستند، مجاز می‌باشد.

۴۱۱-۳-۲-۴ در سامانه های TT، مدت زمان قطعی که از یک ثانیه بیشتر نباشد برای مدارهای توزیع و مدارهایی که شامل موارد زیربند ۴۱۱-۳-۲-۲ نیستند، مجاز می‌باشد.

۴۱۱-۳-۲-۵ در سامانه‌های با ولتاژ نامی U_0 بیشتر از ۵۰ V a.c یا ۱۲۰ V d.c. ، اگر هنگام بروز خطای زمین یا هادی حفاظتی، ولتاژ خروجی منبع در کمتر از پنج ثانیه تا مقدار ۵۰ V a.c یا ۱۲۰ V d.c. کاهش یابد، در این صورت نیازی به قطع خودکار در مدت زمان الزام شده در زیربندهای ۴۱۱-۳-۲-۲، ۴۱۱-۳-۲-۳ یا ۴۱۱-۳-۲-۴، هر کدام که مناسب باشد، نیست. در چنین شرایطی باید ملاحظات قطع کردن برای مواردی غیر از برق‌گرفتگی مد نظر قرار گیرد.

۴۱۱-۳-۲-۶ اگر قطع خودکار مطابق زیربند ۴۱۱-۳-۲-۱ در مدت زمان الزام شده در زیربند ۴۱۱-۳-۲-۲، ۴۱۱-۳-۲-۳ یا ۴۱۱-۳-۲-۴، هر کدام که مناسب باشد، قابل انجام نباشد، هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی مکمل باید مطابق زیربند ۴۱۵-۲ ایجاد شود.

۴۱۱-۳-۳ حفاظت تکمیلی

در سامانه‌های .a.c ، حفاظت تکمیلی باید توسط یک کلید محافظ جان (RCD) مطابق زیربند ۴۱۵-۱ برای موارد زیر ایجاد شود:

- پریزهای با جریان اسمی حداکثر A ۱۲۰ که برای استفاده افراد عادی بوده و برای کاربردهای رایج در نظر گرفته شده‌اند؛ و

یادآوری ۱- یک استثناء می‌تواند به صورت زیر باشد:

- پریزهایی که تحت نظارت افراد متخصص یا آموزش‌دیده استفاده می‌شوند، مانند آن‌هایی که در برخی مکان‌های تجاری یا صنعتی استفاده می‌شود، یا
- پریز خاصی که برای اتصال یک جزء ویژه از تجهیز استفاده می‌شود.

یادآوری ۲- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

یادآوری ۳- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

یادآوری ۴- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

یادآوری ۵- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

- تجهیزات سیار با جریان اسمی حداکثر A ۳۲ برای استفاده در مکان‌های سرباز[1].

۴-۴۱۱ سامانه TN

۱-۴-۴۱۱ در سامانه TN یکپارچگی[2] اتصال زمین تاسیسات بستگی به اتصال مطمئن و مؤثر هادی‌های PEN یا PE به زمین دارد. در جایی که اتصال زمین، از یک سامانه تغذیه عمومی یا سایر سامانه‌های تغذیه گرفته شده باشد، انطباق با شرایط ضروری بیرون از تاسیسات، بر عهدهٔ کاربر شبکه تغذیه می‌باشد.

یادآوری ۱- نمونه‌هایی از شرایط به قرار زیر است:

- هادی PEN در تعدادی از نقاط به زمین متصل شده، و به گونه‌ای نصب می‌شود که خطر بروز شکست در هادی PEN به حداقل برسد؛
- $$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{(U_0 - 50)}$$

که در آن:

R_B مقاومت الکترود زمین، برحسب اهم، مربوط به تمام الکترودهای موازی با هم؛

R_E مقدار کمینه مقاومت تماس با زمین، برحسب اهم، مربوط به قسمت‌های رسانای بیرونی که به هادی حفاظتی متصل نبوده و خطای بین خط و زمین ممکن است از طریق آن‌ها رخ دهد؛

U_0 ولتاژ نامی مؤثر a.c. نسبت به زمین، برحسب ولت می‌باشد.

---

1 - Outdoors
2 - Integrity

یادآوری ۲- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

۴۱۱-۴-۲ نقطه خنثی یا نقطه میانی سامانه تغذیه توان باید به زمین متصل شود. اگر نقطه خنثی یا نقطه میانی، موجود یا در دسترس نباشد، هادی خط باید به زمین متصل شود.

قسمت‌های رسانای در معرض مربوط به تاسیسات، باید توسط هادی حفاظتی به پایانه اتصال زمین اصلی تاسیسات متصل شوند، این در حالی است که پایانه اتصال زمین اصلی باید به نقطه زمین شده سامانه تغذیه توان متصل شده باشد.

یادآوری ۱- توصیه می‌شود، در صورت وجود سایر اتصالات زمین مؤثر، هادی‌های حفاظتی هر جا که ممکن باشد به چنین نقاطی نیز متصل شوند. اتصال زمین در نقاط تکمیلی که تا حد امکان توزیع شده باشند ممکن است ضروری باشد تا اطمینان حاصل شود که ولتاژهای هادی‌های حفاظتی، هنگام بروز خطا، تا حد ممکن نزدیک ولتاژ اتصال به زمین باقی می‌مانند.

در ساختمان‌های بزرگ، مانند ساختمان‌های بلند مرتبه، اتصال زمین تکمیلی هادی‌های حفاظتی به دلایل عملی امکان‌پذیر نیست. در چنین ساختمان‌هایی، هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی بین هادی‌های حفاظتی و قسمت‌های رسانای بیرونی، دارای عملکرد مشابهی می‌باشد.

یادآوری ۲- توصیه می‌شود با در نظر گرفتن هر جریان خنثی برگشتی[1]، هادی‌های حفاظتی (PE یا PEN) در محل ورود به ساختمان‌ها یا ملک‌ها[2] به زمین متصل شوند.

۴۱۱-۴-۳ در تاسیسات ثابت، به شرطی که الزامات زیربند ۴-۵۴۳ استاندارد IEC 60364-5-54 برآورده شود، یک هادی تکی می‌تواند به عنوان هم هادی حفاظتی و هم هادی خنثی (هادی PEN) عمل کند. هیچ‌گونه وسیله کلیدزنی یا ایزوله‌کننده نباید در هادی PEN قرار گیرد.

یادآوری ۱- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

یادآوری ۲- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

۴۱۱-۴-۴ مشخصه‌های وسایل حفاظتی (به زیربند ۴۱۱-۴-۵ مراجعه شود) و امپدانس‌های مدار باید الزامات زیر را برآورده نمایند:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

که در آن:

Z_s امپدانس حلقه خطا، برحسب اهم (Ω) که این حلقه شامل موارد زیر است:

- منبع،

1 - Diverted neutral currents
2 - Premises

- هادی خط تا نقطه بروز خطا، و

- هادی حفاظتی بین نقطه بروز خطا و منبع؛

I_a جریانی است برحسب آمپر که منجر به عملکرد خودکار وسیله قطع‌کننده در مدت زمان مشخص شده در زیربند ۴۱۱-۳-۲-۲ یا ۴۱۱-۳-۲-۳ می‌شود. هنگامی که کلید محافظ جان (RCD) به کار گرفته می‌شود، این جریان، جریان باقیمانده عامل می‌باشد که باعث قطع در مدت زمان مشخص شده در زیربند ۴۱۱-۳-۲-۲ یا ۴۱۱-۳-۲-۳ می‌شود؛

U_0 ولتاژ نامی a.c. یا d.c. خط به زمین، برحسب ولت (V) است.

یادآوری- هنگامی که مطابقت با این زیربند، توسط یک RCD برآورده شود، زمان‌های قطع مطابق با جدول ۴۱-۱، به جریان‌های خطای باقیمانده مورد انتظار که به طور قابل توجهی از جریان باقیمانده اسمی عامل RCD (معمولاً $I_{\Delta n}$ ۵) بیشتر است، مربوط می‌باشند.

۴۱۱-۴-۵ در سامانه‌های TN، وسایل حفاظتی زیر می‌تواند جهت حفاظت خطا (حفاظت در برابر تماس مستقیم) استفاده شوند:

- وسایل حفاظتی اضافه جریان؛

- کلیدهای محافظ جان (RCDها).

یادآوری ۱- هنگامی که یک RCD به منظور حفاظت خطا استفاده شود، بهتر است مدار مطابق با استاندارد IEC 60364-4-43 توسط یک وسیله حفاظتی اضافه جریان نیز حفاظت شود.

کلید محافظ جان (RCD) نباید در سامانه TN-C استفاده شود.

در صورت استفاده از RCD در یک سامانه TN-C-S، از هادی PEN نباید در سمت بار استفاده شود. اتصال هادی حفاظتی به هادی PEN باید در سمت منبع RCD برقرار شود.

یادآوری ۲- در جایی که تمیز دادن بین RCDها ضروری باشد، به زیربند ۵۳۵-۳ استاندارد IEC 60364-5-53 مراجعه شود.

۴۱۱-۵ سامانه TT

۴۱۱-۵-۱ تمام قسمت‌های رسانای در معرض که به طور دسته جمعی توسط یک وسیله حفاظتی حفاظت می‌شوند باید توسط هادی‌های حفاظتی، به یک الکترود زمین مشترک با تمام آن قسمت‌ها متصل شود. اگر از چندین وسیله حفاظتی به صورت سری بهره‌برداری شود، این الزامات به طور جداگانه برای تمام قسمت‌های رسانای در معرض حفاظت شده توسط هر وسیله، اعمال می‌شود.

نقطه خنثی یا نقطه میانی سامانه تغذیه توان باید به زمین متصل شود. اگر نقطه خنثی یا نقطه میانی، موجود یا در دسترس نباشد، هادی خط باید به زمین متصل شود.

یادآوری – این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

۴۱۱-۵-۲ به طور کلی در سامانه های TT، باید از RCDها جهت حفاظت خطا استفاده شود. به طور جایگزین می‌توان از وسایل حفاظتی اضافه جریان برای حفاظت خطا استفاده کرد، این به شرطی است که مقدار مناسب کم Z_S را به طور پایدار و قابل اطمینان ایجاد کند.

یادآوری ۱- در صورتی که از یک RCD به منظور حفاظت خطا استفاده شود، توصیه می‌شود مدار همچنین توسط یک وسیله حفاظتی اضافه جریان مطابق استاندارد IEC 60364-4-43 حفاظت شود.

یادآوری ۲- استفاده از وسایل حفاظتی عمل‌کننده با خطای ولتاژ[1]، در دامنه کاربرد این استاندارد نمی‌باشد.

یادآوری ۳- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

۴۱۱-۵-۳ در صورتی که کلید محافظ جان (RCD) برای حفاظت خطا به کار می‌رود، شرایط زیر باید برقرار شود:

۱- مدت زمان قطع که در زیربند ۴۱۱-۳-۲-۲ یا ۴۱۱-۳-۲-۴ الزام شده است، و

۲- $R_A \times I_{\Delta n} \leq 50V$

که در آن:

R_A مجموع مقاومت الکترود زمین و هادی حفاظتی قسمت‌های رسانای در معرض، برحسب اهم، و

$I_{\Delta n}$ جریان باقیمانده اسمی عامل RCD است.

یادآوری ۱- در صورتی که امپدانس خطا قابل چشم‌پوشی نباشد، در این مورد حفاظت خطا نیز برقرار می‌شود.

یادآوری ۲- در صورتی که تمیز دادن بین RCDها الزامی باشد، به زیربند ۵۳۵-۳ استاندارد IEC 60364-5-53 مراجعه شود.

یادآوری ۳- در صورتی که R_A مشخص نباشد، می‌تواند با Z_S جایگزین شود.

یادآوری ۴- زمان‌های قطع مطابق با جدول ۴۱-۱، به جریان‌های خطای باقیمانده مورد انتظار که به طور قابل توجهی از جریان باقیمانده اسمی عامل RCD (معمولاً $I_{\Delta n}$ ۵) بیشتر است، مربوط می‌باشند.

۴۱۱-۵-۴ در صورتی که یک وسیله حفاظتی اضافه جریان به کار برده شود، شرایط زیر باید برقرار باشد:

$$Z_S \times I_a \leq U_0$$

که در آن:

1 - Fault-voltage operated protective devices

Z_S امپدانس حلقه خطا برحسب اهم (Ω) است که شامل موارد زیر می‌باشد:

- منبع
- هادی خط تا نقطه بروز خطا،
- هادی حفاظتی قسمت‌های رسانای در معرض،
- هادی اتصال زمین،
- الکترود اتصال زمین تاسیسات، و
- الکترود اتصال زمین منبع؛

I_a جریان بر حسب آمپر است که باعث عملکرد خودکار وسیله قطع‌کننده در مدت زمان مشخص در زیربند ۴۱۱-۳-۲-۲ یا ۴۱۱-۳-۲-۴ می‌شود؛

U_0 ولتاژ نامی a.c. یا d.c. خط به زمین است.

۴۱۱-۶ سامانه IT

۴۱۱-۶-۱ قسمت‌های برق‌دار سامانه‌های IT باید نسب به اتصال زمین عایق شوند یا از طریق یک امپدانس به اندازه کافی بزرگ، به زمین متصل شوند. این اتصال می‌تواند در نقطه خنثی یا نقطه میانی سامانه یا در یک نقطه خنثی مصنوعی برقرار شود. در مورد آخر اگر در فرکانس سامانه، امپدانس ایجاد شده در نقطه خنثی مصنوعی نسبت به زمین، مقدار قابل توجهی باشد، این نقطه می‌تواند مستقیماً به زمین متصل شود. در صورتی که هیچ گونه نقطه خنثی یا نقطه میانی وجود نداشته باشد، یک هادی خط می‌تواند از طریق یک امپدانس بزرگ به زمین متصل شود.

بنابراین جریان خطا در صورت بروز یک خطای تکی در قسمت رسانای در معرض یا در زمین کم خواهد بود و قطع خودکار مطابق با زیربند ۴۱۱-۳-۲ ضروری نیست و شرایط زیربند ۴۱۱-۶-۲ برقرار می‌شود. به هر حال باید برای اجتناب از خطر تاثیرات پاتوفیزیولوژیکی جدی در فردی که در تماس همزمان با قسمت‌های رسانای در معرض در دسترس هنگام بروز همزمان دو خطا می‌باشد، تمهیدات لازم در نظرگرفته شود.

یادآوری ۱- ممکن است برای کاهش اضافه‌ولتاژ یا میرا کردن نوسانات ولتاژ، ایجاد اتصال زمین از طریق امپدانس‌ها یا نقاط خنثی مصنوعی ضروری باشد و بهتر است مشخصات آن‌ها مطابق با الزامات تاسیسات باشد.

یادآوری ۲- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

۴۱۱-۶-۲ قسمت‌های رسانای در معرض باید به طور مجزا، گروهی یا دسته‌جمعی به زمین متصل شوند.

شرایط زیر باید برقرار شود:

- در سامانه‌های a.c. $R_A \times I_d \le 50\,\mathrm{V}$

- در سامانه‌های d.c. $R_A \times I_d \le 120\,\mathrm{V}$

که در آن:

R_A مجموع مقاومت الکترود زمین و هادی حفاظتی قسمت‌های رسانای در معرض، برحسب اهم است؛

I_d جریان خطا بر حسب آمپر مربوط به اولین خطای ناشی از امپدانس قابل چشم‌پوشی بین هادی خط و قسمت رسانای در معرض می‌باشد. مقدار I_d از جریان‌های نشت و کل امپدانس اتصال زمین تاسیسات الکتریکی محاسبه می‌شود.

۴۱۱-۶-۳ در سامانه‌های IT، وسایل پایش و وسایل حفاظتی زیر می‌تواند به کار رود:

- وسایل پایش عایق‌بندی (IMDها)[1]؛

- وسایل پایش جریان باقیمانده (RCMها)؛

- سامانه‌های محل‌یابی خطای عایق‌بندی[2]؛

- وسایل حفاظتی اضافه‌جریان؛

- کلیدهای محافظ جان (RCDها).

یادآوری – در صورت استفاده از کلید محافظ جان (RCD)، به دلیل جریان‌های نشت خازنی، از فرمان قطع RCD هنگام بروز اولین خطا نمی‌توان چشم‌پوشی کرد.

۴۱۱-۶-۳-۱ در مواردی که به دلیل پیوستگی تغذیه[3]، از یک سامانه IT استفاد می‌شود، یک وسیله پایش عایق‌بندی باید فراهم شود تا بروز اولین خطا از یک قسمت برق‌دار به قسمت‌های رسانای در معرض یا به اتصال زمین را مشخص کند. عملکرد این وسیله باید با یک علامت شنیداری و/یا دیداری آغاز شود که تا زمانی که خطا وجود دارد ادامه می‌یابد.

در صورتی که هر دو علامت شنیداری و دیداری وجود داشته باشند، قطع علامت شنیداری مجاز است.

یادآوری ۱- توصیه می‌شود که اولین خطا با کوتاه‌ترین تأخیر ممکن برطرف شود.

یادآوری ۲- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

---

1 - Insulation monitoring devices
2 - Insulation fault location systems
3 - Continuity of supply

۴۱۱-۶-۳-۲ به استثنای جایی که در آن یک وسیله حفاظتی برای ایجاد وقفه در تغذیه در هنگام بروز اولین خطای اتصال به زمین نصب شده است، می‌توان یک RCM یا یک سامانه محل‌یابی خطای عایق‌بندی را برای مشخص کردن بروز اولین خطا از یک قسمت برق‌دار به قسمت‌های رسانای در معرض یا به زمین به کار برد. عملکرد این وسیله باید با یک علامت شنیداری و/یا دیداری آغاز شود که تا زمان وجود خطا ادامه می‌یابد.

در صورتی که هر دو علامت شنیداری و دیداری وجود داشته باشند، قطع علامت شنیداری مجاز است، ولی علامت دیداری باید تا زمانی که خطا وجود دارد، ادامه پیدا کند.

یادآوری- توصیه می‌شود که اولین خطا با کوتاهترین تأخیر ممکن برطرف شود.

۴۱۱-۶-۴ پس از وقوع اولین خطا، شرایط قطع خودکار تغذیه در هنگامی که دومین خطا در یک هادی برق‌دار دیگر رخ می‌دهد باید مطابق با موارد زیر باشد:

الف- اگر قسمت‌های رسانای در معرض، از طریق یک هادی حفاظتی که به طور دسته‌جمعی به یک سامانه اتصال زمین متصل است، به هم وصل شده باشند، شرایط مشابه سامانه TN اعمال می‌شود و شرایط زیر باید جایی که هادی خنثی در سامانه‌های a.c. توزیع نشده و هادی نقطه میانی در سامانه‌های d.c. توزیع نشده باشد برقرار باشند:

$$2I_a Z_s \leq U$$

یا جایی که هادی خنثی یا هادی نقطه میانی به ترتیب توزیع شوند:

$$2I_a Z'_s \leq U_0$$

که در آن:

U_0 ولتاژ نامی a.c. یا d.c. بین هادی خط و هادی خنثی یا هادی نقطه میانی، هر کدام که مناسب است، برحسب ولت می‌باشد؛

U ولتاژ نامی a.c. یا d.c. بین هادی‌های خط، برحسب ولت می‌باشد؛

Z_s امپدانس حلقه خطا متشکل از هادی خط و هادی حفاظتی مدار، برحسب اهم می‌باشد؛

Z'_s امپدانس حلقه خطا متشکل از هادی خنثی و هادی حفاظتی مدار، برحسب اهم می‌باشد؛

I_a جریانی است که باعث عملکرد وسیله حفاظتی در مدت زمان مشخص شده برای سامانه TN در زیربند ۴۱۱-۳-۲-۲ یا زیربند ۴۱۱-۳-۲-۳ می‌شودکه برحسب آمپر می‌باشد.

یادآوری ۱- مدت زمان مشخص شده برای سامانه TN در جدول ۴۱-۱ زیربند ۴۱۱-۳-۲-۲، در سامانه های IT با هادی خنثی یا هادی نقطه میانی توزیع شده یا توزیع نشده نیز قابل اعمال می‌باشد.

یادآوری ۲- ضریب ۲ در هر دو فرمول برای این در نظر گرفته شده که در هنگام وقوع همزمان دو خطا، خطاها ممکن است در مدارهای متفاوت رخ دهند.

یادآوری ۳- در امپدانس حلقه خطا، توصیه می‌شود حادترین حالت در نظر گرفته شود، برای مثال یک خطا در هادی خط در تغذیه و به طور همزمان یک خطای دیگر در هادی خنثی تجهیز مصرف‌کنندهٔ انرژی الکتریکی مستقر در مدار در نظر گرفته شوند.

ب- در صورتی که قسمت های رسانای در معرض به صورت گروهی یا مجزا به زمین متصل شود، شرایط زیر اعمال شوند:

$$R_A \times I_a \leq 50\,\mathrm{V}$$

که در آن:

R_A مجموع مقاومت‌های بین الکترود زمین و هادی حفاظتی تا قسمت‌های رسانای در معرض است.

I_a جریانی است که منجر به قطع خودکار وسیله قطع در مدت زمان مشخص برای سامانه‌های TT در جدول ۴۱-۱ زیربند ۴۱۱-۳-۲-۲ یا در مدت زمان مشخص شده در زیربند ۴۱۱-۳-۲-۴ می‌شود.

یادآوری ۴- در صورتی که مطابقت با الزامات ردیف ب) توسط کلید محافظ جان (RCD) برآورده شود، مطابقت با مدت زمان‌های قطع مشخص شده در جدول ۴۱-۱ برای سامانه‌های TT ممکن است نیازمند جریان‌های باقیمانده‌ای باشند که به طور قابل توجهی (معمولاً $I_{\Delta n}$ ۵) بیشتر از جریان باقیمانده اسمی عامل $I_{\Delta n}$ مورد استفاده در RCD باشند.

۴۱۱-۷ ولتاژ بسیار ضعیف عملکردی (FELV)[1]

۴۱۱-۷-۱ کلیات

در جایی که به دلایل عملکردی، از ولتاژ نامی حداکثر تا ۵۰ V a.c. یا ۱۲۰ V d.c. استفاده شود ولی تمامی الزامات بند ۴۱۴ مربوط به SELV یا PELV برآورده نشوند، و در جایی که استفاده از SELV یا PELV ضروری نباشد، تمهیدات مکمل مشخص شده در زیربندهای ۴۱۱-۷-۲ و ۴۱۱-۷-۳ برای اطمینان از حفاظت پایه‌ای و حفاظت خطا باید اتخاذ شوند. این ترکیب تمهیدات، به عنوان FELV شناخته می‌شود.

یادآوری- چنین شرایطی برای مثال ممکن است هنگامی ایجاد می‌شود که مدار شامل تجهیزاتی (مانند ترانسفورماتورها، رله‌ها، کلیدهای کنترل از راه دور، کنتاکتورها) باشد که نسبت به مدارهای با ولتاژ بالاتر به طور مناسب عایق‌بندی نشده‌اند.

1 - Functional extra-low voltage

۴۱۱-۷-۲ الزامات حفاظت پایه‌ای

حفاظت پایه‌ای باید از طریق:

- عایق‌بندی پایه مطابق با بند الف-۱ که متناظر با ولتاژ نامی مدار اولیه منبع می‌باشد، یا

- حصارها یا محفظه‌های مطابق با بند الف-۲ برقرار شود.

۴۱۱-۷-۳ الزامات حفاظت خطا

قسمت‌های رسانای در معرض تجهیزات مدار FELV باید به هادی حفاظتی مدار اولیه منبع متصل شوند و این به شرطی است که مدار اولیه توسط قطع خودکار منبع شرح داده شده در زیربندهای ۴۱۱-۳ تا ۴۱۱-۶ تحت حفاظت باشد.

۴۱۱-۷-۴ منابع

منبع سامانه FELV باید یا یک ترانسفورماتور با حداقل جداسازی ساده بین سیم‌پیچ‌ها بوده یا مطابق زیربند ۴۱۴-۳ باشد.

یادآوری- اگر سامانه از یک سامانه با ولتاژ بالاتر، توسط تجهیزاتی مانند اتوترانسفورماتورها، پتانسیومترها، قطعات نیمه هادی و غیره تغذیه شود که این تجهیزات حداقل جداسازی ساده بین آن سامانه و سامانه FELV را ایجاد نکنند، مدار خروجی به عنوان ادامه مدار ورودی فرض می‌شود و توصیه می‌شود توسط معیار حفاظتی اعمال شده به مدار ورودی، حفاظت شود.

۴۱۱-۷-۵ دوشاخه‌ها و پریزها

دوشاخه‌ها و پریزها در سامانه‌های FELV باید با الزامات زیر مطابقت داشته باشد:

- دوشاخه‌ها نباید قابلیت ورود به پریزهای سایر سامانه‌های ولتاژ را داشته باشند،

- پریزها نباید اجازه ورود دوشاخه‌های سایر سامانه‌های ولتاژ را بدهند،

- پریزها باید دارای اتصال هادی حفاظتی باشد.

۴۱۲ معیار حفاظتی: عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده

۴۱۳-۱ کلیات

۴۱۲-۱-۱ عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده یک معیار حفاظتی است که در آن:

- حفاظت پایه‌ای از طریق عایق‌بندی پایه، و حفاظت خطا از طریق عایق‌بندی مکمل ایجاد می‌شود، یا

- حفاظت پایه‌ای و حفاظت خطا از طریق عایق‌بندی تقویت‌شده بین قسمت‌های برق‌دار و قسمت های در دسترس ایجاد می‌شود.

یادآوری- این معیار حفاظتی برای این صورت می‌گیرد که در اثر بروز خطا در عایق‌بندی پایه، از ایجاد ولتاژ خطرناک در قسمت‌های در دسترس تجهیزات الکتریکی جلوگیری شود.

۴۱۲-۱-۲ این معیار حفاظتی توسط عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده در تمام شرایط، به جز برخی مکان‌های مشخص شده در قسمت ۷ مرتبط از استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۳۷ یا استاندارد IEC60364 اعمال می‌شود.

۴۱۲-۱-۳ در جایی که این معیار حفاظتی به عنوان تنها معیار حفاظتی به کار گرفته شود (یعنی در جایی که کل تاسیسات یا مدار در تمامی تجهیزات دارای عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده باشد)، تاسیسات یا مدار مذکور باید در استفاده عادی تحت نظارت موثر باشد، طوری که هیچ‌گونه تغییری که امکان نقض اثربخشی معیار حفاظتی را داشته باشد، ایجاد نشود. بنابراین این معیار حفاظتی نباید در هیچ گونه مداری که شامل پریز بوده یا مداری که ممکن است کاربر بدون اجازه مولفه‌های تجهیز را تغییر دهد، به کار رود.

۴۱۲-۲ الزامات حفاظت پایه‌ای و حفاظت خطا

۴۱۲-۲-۱ تجهیزات الکتریکی

در صورتی که معیار حفاظتی، از عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده برای کل تاسیسات یا قسمتی از تاسیسات استفاده کند، تجهیزات الکتریکی باید با یکی از زیربندهای زیر مطابقت داشته باشد:

- ۴۱۲-۲-۱-۱؛ یا
- ۴۱۲-۲-۱-۲ و ۴۱۲-۲-۲؛ یا
- ۴۱۲-۲-۱-۳ و ۴۱۲-۲-۲.

۴۱۲-۲-۱-۱ تجهیزات الکتریکی باید از انواع زیر بوده، و مطابق با استانداردهای مرتبط تحت آزمون نوعی و نشانه‌گذاری واقع شود:

- تجهیزات الکتریکی دارای عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده (تجهیزات طبقه II)؛

- تجهیزات الکتریکی که در استاندارد محصول مرتبط، معادل با طبقه II معرفی شده، مانند مجموعه‌های تجهیزات الکتریکی دارای عایق‌بندی کامل (به استاندارد IEC 60439-1 مراجعه شود).

یادآوری- این تجهیزات در استاندارد IEC 60417-5172 (DB[1]: 2002-10): تجهیزات طبقه II، توسط نماد ⧈ مشخص می‌شود.

۴۱۲-۲-۱-۲ تجهیزات الکتریکی دارای عایق‌بندی پایه باید تنها دارای عایق‌بندی مکملی باشد که در فرآیند نصب تاسیسات الکتریکی اعمال می‌شود، و درجه ایمنی معادل با تجهیزات الکتریکی طبق زیربند ۴۱۲-۲-۱-۱ را ایجاد کرده و مطابق با زیربندهای ۴۱۲-۲-۲-۱ تا ۴۱۲-۲-۲-۳ باشد.

---

۱ - DB به پایگاه داده برخط IEC اشاره دارد.

یادآوری- توصیه می‌شود نماد در یک موقعیت آشکار در خارج و داخل محفظه درج شود. به استاندارد IEC 60417-5019 (DB:2002-10): زمین حفاظتی، مراجعه شود.

۴۱۲-۲-۱-۳ تجهیزات الکتریکی دارای قسمت‌های برق‌دار بدون عایق باید دارای عایق‌بندی تقویت‌شده‌ای باشد که در فرآیند نصب تاسیسات الکتریکی اعمال می‌شود، و درجه ایمنی معادل با تجهیزات الکتریکی مطابق با زیربند ۴۱۲-۲-۱-۱ را ایجاد کرده و مطابق با زیربندهای۴۱۲-۲-۲-۲ و ۴۱۲-۲-۲-۳ است؛ چنین تاسیساتی تنها در صورتی مورد پذیرش هستند که مشخصه‌های ساختاری آن‌ها مانع به کار بردن عایق‌بندی مضاعف باشد.

یادآوری- توصیه می‌شود نماد در یک موقعیت آشکار در خارج و داخل محفظه درج شود. به استاندارد IEC 60417-5019 (DB:2002-10): زمین حفاظتی، مراجعه شود.

۴۱۲-۲-۲ محفظه‌ها

۴۱۲-۲-۲-۱ تمام قسمت‌های رسانای یک تجهیزات الکتریکی آماده بهره‌برداری که تنها از طریق عایق‌بندی پایه از قسمت‌های برق‌دار جدا شده‌اند، باید دارای محفظه عایقی باشند که درجه حفاظت دست‌کم IPXXB یا IP2X را تامین کند.

۴۱۲-۲-۲-۲ الزامات زیر در صورتی که تعیین شوند، اعمال می‌شوند:

- قسمت‌های رسانا که احتمال انتقال پتانسیل دارند نباید از محفظه عایقی عبور کنند، و
- محفظه عایقی نباید دارای هیچ‌گونه پیچ یا وسیله تثبیت‌کننده مواد عایقی باشد که ممکن است الزام به برداشتن آن‌ها، یا احتمالاً برداشتن آن‌ها در طول نصب و تعمیر و نگهداری و جابه‌جایی آن‌ها با پیچ‌های یا سایر وسایل تثبیت‌کننده فلزی باشد که می‌تواند باعث ایجاد نقص در عایق‌بندی محفظه شود.

اگر مفصل‌ها یا اتصالات (برای مثال دسته‌های عملکردی دستگاه توکار) باید از محفظه عایقی عبور کنند، چیدمان آن‌ها باید طوری باشد که حفاظت در برابر برق‌گرفتگی در هنگام بروز خطا دچار نقص نشود.

۴۱۲-۲-۲-۳ اگر درپوش‌ها یا درهای محفظه عایقی بدون استفاده از ابزار یا کلید قابل باز شدن باشد، تمام قسمت‌های رسانایی که در صورت باز بودن درپوش یا در، امکان دسترسی به آن‌ها وجود دارد باید برای جلوگیری از تماس غیرعمدی افراد با این قسمت‌های رسانا، پشت یک حصار عایقی (با درجه حفاظت دست‌کم IPXXB یا IP2X) قرار گیرند. این حصار عایقی باید تنها توسط ابزار یا کلید قابل برداشتن باشد.

۴۱۲-۲-۲-۴ قسمت‌های رسانای محصور شده در محفظه عایقی نباید به هادی حفاظتی متصل شوند. هر چند که ممکن است تمهیدی برای اتصال هادی‌های حفاظتی که لازم است به منظور حفاظت از سایر مؤلفه‌های تجهیزات الکتریکی و مدار تغذیه در داخل محفظه قرار گیرد، اتخاذ شود. در داخل محفظه، چنین هادی‌ها و

پایانه‌های آن‌ها باید مانند قسمت‌های برق‌دار عایق‌بندی شوند، و پایانه‌های آن‌ها به عنوان پایانه‌های PE نشانه-گذاری شوند.

قسمت‌های رسانای در معرض و قسمت‌های میانی نباید به هادی حفاظتی متصل شود، مگر این که تمهید خاصی برای این مورد مطابق با ویژگی‌های تجهیزات مورد نظر، اتخاذ شود.

۴۱۲-۲-۲-۵ محفظه نباید روی عملکرد تجهیزاتی که به این شیوه حفاظت می‌شوند، تأثیر منفی داشته باشد.

۴۱۲-۲-۳ نصب

۴۱۲-۲-۳-۱ نصب تجهیزات ذکر شده در زیربند ۴۱۲-۲-۱ (تثبیت کردن، اتصال هادی‌ها و غیره) باید به گونه‌ای اجرا شود که موجب نقص در حفاظتی که مطابق ویژگی تجهیزات برقرار شده است، نشود.

۴۱۲-۲-۳-۲ به جز در موارد مشخص شده در زیربند ۴۱۲-۱-۳، مداری که اقلام تجهیزات طبقه II را تغذیه می‌کند باید دارای یک هادی حفاظتی مدار باشد که قابل انتقال و اتصال به هر نقطه از سیم‌کشی و هر یک از لوازم جانبی باشد.

یادآوری- این الزام به این جهت در نظر گرفته شده که جایگزین کردن تجهیزات طبقه II با تجهیزات طبقه I توسط کاربر لحاظ شود.

۴۱۲-۲-۴ سامانه‌های سیم‌کشی

۴۱۲-۲-۴-۱ سامانه‌های سیم‌کشی که مطابق استاندارد IEC 60364-5-52 نصب می‌شوند، در صورتی برآورده کننده الزامات زیربند ۴۱۲-۲ در نظر گرفته می‌شوند که:

- ولتاژ اسمی سامانه سیم‌کشی نباید کمتر از ولتاژ نامی سامانه و دست‌کم ۳۰۰ V/۵۰۰ V باشد، و
- حفاظت مکانیکی مناسب از عایق‌بندی پایه توسط یک یا چند مورد زیر ایجاد شود:

الف- غلاف غیر فلزی کابل، یا

ب- داکت یا ترانک غیر فلزی[1] مطابق با مجموعه استاندارد IEC 61084، یا مجرای غیر فلزی مطابق با مجموعه استاندارد IEC 60614 یا مجموعه استاندارد IEC 61386.

یادآوری ۱- استانداردهای محصول کابل، قابلیت تحمل در برابر موج ضربه[2] را مشخص نمی‌کنند، با این وجود عایق‌بندی سامانه کابل‌کشی باید حداقل معادل با الزامات استاندارد IEC 61140 برای عایق‌بندی تقویت‌شده باشد.

1 - Non-metallic trunking or ducting
2 - Impulse

یادآوری ۲- بهتر ایت این سامانه سیم‌کشی با نماد از استاندارد IEC 60417-5172 (DB:2002-10)، و نماد از استاندارد IEC 60417-5019 (DB:2002-10) نشانه‌گذاری نشود.

یادآوری ۳- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

۴۱۳ معیار حفاظتی: جداسازی الکتریکی

۴۱۳-۱ کلیات

۴۱۳-۱-۱ جداسازی الکتریکی یک معیار حفاظتی است که در آن:

- حفاظت پایه‌ای از طریق عایق‌بندی پایه‌ای قسمت‌های برق‌دار یا از طریق حصارها و محفظه‌های مطابق پیوست الف ایجاد می‌شود، و

- حفاظت خطا از طریق جداسازی ساده مدار جدا شده از سایر مدارها و زمین ایجاد می‌شود.

۴۱۳-۱-۲ به جز مورد مشخص شده در زیربند ۴۱۳-۱-۳، این معیار حفاظتی باید به منبع یک قلم تجهیز مصرف‌کنندهٔ انرژی الکتریکی که از یک منبع زمین نشده با جداسازی ساده تغذیه می‌شود، محدود شود.

یادآوری- در صورت استفاده از این معیار حفاظتی، اطمینان از مطابقت عایق‌بندی پایه با استاندارد محصول، بسیار مهم می‌باشد.

۴۱۳-۱-۳ در صورتی که بیش از یک قلم تجهیز مصرف‌کنندهٔ انرژی الکتریکی از یک منبع زمین نشده با جداسازی ساده تغذیه شود، الزامات بند پ-۳ باید برآورده شود.

۴۱۳-۲ الزامات حفاظت پایه‌ای

تمام تجهیزات الکتریکی باید به یکی از تمهیدات حفاظتی پایه ارائه شده در پیوست الف یا معیار حفاظتی ارائه شده در بند ۴۱۲ مجهز شوند.

۴۱۳-۳ الزامات حفاظت خطا

۴۱۳-۳-۱ حفاظت از طریق جداسازی الکتریکی باید توسط مطابقت با زیربندهای ۴۱۳-۳-۲ تا ۴۱۳-۳-۶ مورد اطمینان واقع شود.

۴۱۳-۳-۲ مدار جدا شده باید از طریق یک منبع که دارای حداقل جداسازی ساده باشد تغذیه شود، و ولتاژ مدار جدا شده نباید بیش از ۵۰۰ V باشد.

۴۱۳-۳-۳ قسمت‌های برق‌دار مدار جدا شده نباید به هیچ نقطه‌ای از مدار دیگر یا زمین یا هادی حفاظتی متصل شود.

برای اطمینان از جداسازی الکتریکی، چیدمان‌ها باید به گونه‌ای باشد که عایق‌بندی پایه بین مدارها ایجاد شود.

۴۱۳-۳-۴ قسمت‌هایی از طول بندها و کابل‌های قابل انعطاف که در معرض آسیب مکانیکی است، باید قابل رویت باشند.

۴۱۳-۳-۵ توصیه می‌شود برای مدارهای جدا شده، از سامانه‌های سیم‌کشی جدا شده استفاده شود. در صورتی که مدارهای جدا شده و سایر مدارها در یک سامانه سیم‌کشی باشد، به شرطی که موارد زیر برآورده شوند، باید از کابل‌های چند سیمه فاقد روکش فلزی، هادی‌های عایق شده در مجرای عایقی، داکت‌های عایق شده یا ترانک-های عایق شده استفاده شود:

- ولتاژ اسمی کمتر از بالاترین ولتاژ نامی نباشد، و

- هر مدار در برابر اضافه جریان حفاظت شود.

۴۱۳-۳-۶ قسمت‌های رسانای در معرض مدار جدا شده نباید به هادی حفاظتی یا قسمت‌های رسانای در معرض سایر مدارها، یا زمین متصل شود.

یادآوری- در صورتی که قسمت‌های رسانای در معرض مدار جدا شده به طور ارادی یا تصادفی در معرض تماس با هادی‌های در معرض مدارهای دیگر باشند، حفاظت در برابر برق گرفتگی تنها به حفاظت از طریق جداسازی الکتریکی منحصر نمی‌شود بلکه تمهیدات حفاظتی برای قسمت‌های رسانای در معرض مذکور اعمال می‌شود.

۴۱۴ معیار حفاظتی: ولتاژ بسیار ضعیف تامین شده با SELV و PELV

۴۱۴-۱ کلیات

۴۱۴-۱-۱ حفاظت از طریق ولتاژ بسیار ضعیف یک معیار حفاظتی است که شامل دو سامانه ولتاژ بسیار ضعیف متفاوت زیر می‌باشد:

- SELV ؛ یا

- PELV .

این معیار حفاظتی الزامات زیر را در بردارد:

- محدودیت ولتاژ در سامانه SELV یا PELV تا حد بالای باند ولتاژ I ، ۵۰ V a.c. یا ۱۲۰ V d.c. (به استاندارد IEC 60449 مراجعه شود)، و

- جداسازی حفاظتی سامانه SELV یا PELV از تمامی مدارها به غیر از مدارهای SELV و PELV، و عایق‌بندی پایه بین سامانه SELV یا PELV و سایر سامانه‌هایی SELV یا PELV، و

- عایق‌بندی پایه بین سامانه SELV و زمین، تنها برای سامانه‌های SELV .

۲-۱-۴۱۴ استفاده از SELV یا PELV مطابق با بند ۴۱۴، در تمامی شرایط به عنوان یک معیار حفاظتی در نظر گرفته می‌شود.

یادآوری- در موارد معین مشخص شده در مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۷-۱۹۳۷ یا استاندارد IEC 60364-7، ولتاژ بسیار ضعیف به مقداری کمتر از ۵۰ V a.c. یا ۱۲۰ V d.c. محدود می‌شود.

۲-۴۱۴ الزامات حفاظت پایه‌ای و حفاظت خطا

حفاظت پایه‌ای و حفاظت خطا هنگامی برقرار شده محسوب می‌شود که:

- ولتاژ نامی نتواند از حد بالایی باند ولتاژ I بیشتر شود،

- منبع، یکی از تغذیه‌های فهرست شده در زیربند ۳-۴۱۴ باشد، و

- شرایط مشخص شده در زیربند ۴-۴۱۴ برآورده شوند.

یادآوری ۱- اگر سامانه از طریق یک سامانه دارای ولتاژ بالاتر که توسط تجهیزاتی که حداقل جداسازی ساده بین این سامانه و سامانه ولتاژ بسیار ضعیف (ELV) را تامین می‌کنند، تغذیه شود، ولی در آن الزامات منابع SELV و PELV زیربند ۳-۴۱۴ برآورده نشوند، الزامات FELV می‌تواند کاربرد داشته باشد، به زیربند ۷-۴۱۱ مراجعه شود.

یادآوری ۲- ولتاژهای d.c. در مدارهای ELV توسط یک مبدل نیمه‌هادی (به استاندارد IEC 60146-2 مراجعه شود) تولید می‌شود که برای تغذیه پشته یکسوکننده به یک مدار داخلی با ولتاژ a.c. نیاز دارد. این ولتاژ a.c. داخلی به دلایل فیزیکی از ولتاژ d.c. فراتر می‌رود. این مدار داخلی با ولتاژ a.c. مطابق با مفهوم این بند به عنوان مدار با ولتاژ بالاتر در نظر گرفته نمی‌شود. بین مدارهای داخلی و مدارهای با ولتاژ بالاتر ،جداسازی حفاظتی الزامی می‌باشد.

یادآوری ۳- در سامانه‌های d.c. دارای باطری، شارژ کردن باطری و ولتاژهای شناور برحسب نوع باطری از مقدار ولتاژ نامی باطری بیشتر می‌شود. در این مورد هیچ گونه اقدامات حفاظتی علاوه بر آن چه در این بند مشخص شده نیاز نمی‌باشد. توصیه می‌شود ولتاژ شارژ کردن مطابق با شرایط محیطی مشخص شده در جدول ۱ استاندارد IEC 61201:1992 از حداکثر مقدار ۷۵ V a.c. یا ۱۵۰ V d.c. بیشتر نشود.

۳-۴۱۴ منابع برای SELV و PELV

منابع زیر می‌تواند برای سامانه‌های SELV و PELV استفاده شود:

۱-۳-۴۱۴ ترانسفورماتور ایزوله کننده ایمن مطابق با استاندارد IEC 61558-2-6 .

۲-۳-۴۱۴ یک منبع جریان که درجه ایمنی معادل با ترانسفورماتور ایزوله کننده ایمن مشخص شده در زیربند ۱-۳-۴۱۴ را فراهم می‌کند (مانند موتور ژنراتور دارای سیم‌پیچ‌هایی که ایزوله‌سازی معادل را فراهم کند).

۳-۳-۴۱۴ یک منبع الکتروشیمیایی (مانند باطری) یا یک منبع دیگر که مستقل از مدار با ولتاژ بالاتر است (مانند ژنراتور با محرک دیزلی).

۴۱۴-۳-۴ وسایل الکترونیکی معین منطبق با استانداردهای مناسب که در آن‌ها تمهیدات لازم برای اطیمنان از بیشتر نشدن ولتاژ پایانه‌های خروجی از مقدار مشخص شده در زیربند ۴۱۴-۱- ۱ حتی در زمان بروز یک خطای داخلی، اتخاذ شده است. با این وجود، ولتاژهای بالاتر در پایانه‌های خروجی در صورتی مجاز می‌باشد که اطیمنان حاصل شود در مواقع تماس با یک قسمت برق‌دار یا در مواقع بروز خطا بین یک قسمت برق‌دار و قسمت رسانای در معرض، ولتاژ پایانه‌های خروجی فوراً تا آن مقادیر یا مقادیر کمتر کاهش می‌یابد.

یادآوری ۱- نمونه هایی از چنین وسایلی شامل تجهیزات آزمون عایق‌بندی و وسایل پایش می‌باشد.

یادآوری ۲- اگر ولتاژهای بالاتر در پایانه‌های خروجی وجود داشته باشد، مطابقت با این بند در صورتی برآورده تلقی می‌شود که ولتاژ پایانه‌های خروجی هنگامی که توسط یک ولت‌متر با مقاومت داخلی حداقل ۳ ۰۰۰ Ω اندازه‌گیری می‌شود، در محدوده‌های مشخص شده در زیربند ۴۱۴-۱-۱ باشد.

۴۱۴-۳-۵ منابع سیار تأمین‌کننده ولتاژ ضعیف، مانند ترانسفورماتورهای ایزوله‌کننده ایمن یا موتور ژنراتورها، باید مطابق الزامات حفاظت با استفاده از عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده (به بند ۴۱۳ مراجعه شود) انتخاب یا نصب شوند.

۴۱۴-۴ الزامات مدارهای SELV و PELV

۴۱۴-۴-۱ مدارهای SELV و PELV باید دارای موارد زیر باشد:

- عایق‌بندی پایه بین قسمت‌های برق‌دار و سایر مدارهای SELV یا PELV، و
- جداسازی حفاظتی از قسمت‌های برق‌دار مدارها غیر از SELV یا PELV، که از طریق عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده یا عایق‌بندی پایه و صفحه‌گذاری حفاظتی[1] برای بالاترین ولتاژ موجود ایجاد می‌شود.

مدارهای SELV باید دارای عایق‌بندی پایه بین قسمت‌های برق‌دار و زمین باشند.

مدارهای PELV و/یا قسمت‌های رسانای در معرض تجهیزات که از طریق مدارهای PELV تغذیه می‌شوند می‌توانند به زمین متصل شود.

یادآوری ۱- به طور ویژه، جداسازی حفاظتی بین قسمت‌های برق‌دار تجهیزات الکتریکی، مانند رله‌ها، کنتاکتورها، کلیدهای کمکی، و هر قسمت از مدار ولتاژ بالاتر یا یک مدار FELV ضروری می‌باشد.

یادآوری ۲- زمین کردن مدارهای PELV را می‌توان از طریق یک اتصال به زمین یا با هادی حفاظتی متصل به زمین در منبع آن ایجاد کرد.

۴۱۴-۴-۲ جداسازی حفاظتی سامانه‌های سیم‌کشی مدارهای SELV و PELV از قسمت‌های برق‌دار سایر مدارها، که حداقل دارای عایق‌بندی پایه می‌باشد، می‌تواند از طریق یکی از چیدمان‌های زیر حاصل شود:

---

1 - Protective screening

- هادی‌های مدار SELV و PELV باید علاوه بر عایق‌بندی پایه در یک غلاف غیر فلزی یا محفظه عایقی محصور شود؛

- هادی‌های مدار SELV و PELV باید از طریق یک غلاف فلزی متصل به زمین یا ورق فلزی[1] متصل به زمین از هادی‌های مدارهای با ولتاژهایی بالاتر از باند I، جداسازی شود؛

- اگر هادی‌های SELV وPELV برای بالاترین ولتاژ موجود عایق‌بندی شده باشند، هادی‌های مدار با ولتاژهای بالاتر از باند I می‌توانند در یک کابل چند سیمه یا سایر گروه‌سازی هادی‌ها قرار داده شود؛

- سامانه‌های سیم‌کشی سایر مدارها مطابق با زیربند ۴۱۲-۲-۴-۱ باشند؛

- جداسازی فیزیکی.

۳-۴-۴۱۴ دوشاخه‌ها و پریزها در سامانه‌های SELV و PELV باید مطابق با الزامات زیر باشند:

- دوشاخه‌ها نباید قابل اتصال به پریزهای سایر سامانه‌های ولتاژ باشد؛

- پریزها نباید به دوشاخه‌های سایر سامانه‌های ولتاژ اجازه ورود بدهند؛

- دوشاخه‌ها و پریزها در سامانه‌های SELV نباید با هادی حفاظتی تماس داشته باشد.

۴-۴-۴۱۲ قسمت‌های رسانای در معرض مدارهای SELV نباید به زمین، یا به هادی‌های حفاظتی یا قسمت‌های رسانای در معرض سایر مدارها متصل شود.

یادآوری- اگر قسمت‌های رسانای در معرض متعلق به مدار SELV، به طور ارادی یا تصادفی در معرض تماس با هادی‌های در معرض متعلق به مدارهای دیگر قرار گیرند، حفاظت در برابر برق گرفتگی تنها به حفاظت از طریق SELV منحصر نشده، بلکه تمهیدات حفاظتی برای قسمت‌های رسانای در معرض متعلق به مدارهای دیگر[2] نیز اعمال می‌شود.

۵-۴-۴۱۴ اگر ولتاژ نامی از مقدار ۲۵ V a.c. یا ۶۰ V d.c. بیشتر شود یا تجهیز غوطه‌ور شده[3] باشد، حفاظت پایه‌ای برای مدارهای SELV وPELV از طریق موارد زیر باید ایجاد شود:

- عایق‌بندی مطابق با بند الف-۱، یا

- حصارها یا محفظه‌های مطابق با بند الف -۲ .

به طور کلی حفاظت پایه‌ای در شرایط خشک عادی برای موارد زیر الزامی نمی‌باشد:

- مدارهای SELV که در آن‌ها ولتاژ نامی از ۲۵ V a.c. یا ۶۰ V d.c. بیشتر نشود؛

1 - Metallic sheath
2 - Latter
3 - Equipment is immersed

- مدارهای PELV که ولتاژ نامی در آن‌ها از ۲۵ V a.c. یا ۶۰ V d.c. بیشتر نشود و قسمت‌های رسانای در معرض یا قسمت‌های برق‌دار از طریق هادی حفاظتی به پایانه اتصال زمین اصلی متصل می‌شود.

در سایر موارد، اگر ولتاژ نامی سامانه SELV یا PELV از مقدار ۱۲ V a.c. یا ۳۰ V d.c. بیشتر نشود، حفاظت پایه‌ای الزامی نمی‌باشد.

۴۱۵ حفاظت تکمیلی

یادآوری- حفاظت تکمیلی می‌تواند توسط معیار حفاظتی تحت شرایط معین تاثیرات بیرونی و در مکان‌های خاص معین (به قسمت ۷ مرتبط از استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۳۷ یا استاندارد IEC 60364 مراجعه شود) تعیین شود.

۴۱۵-۱ حفاظت تکمیلی: کلیدهای محافظ جان (RCDها)

۴۱۵-۱-۱ در سامانه‌های a.c. استفاده از کلید محافظ جان با جریان باقیمانده اسمی عامل حداکثر ۳۰ mA به عنوان حفاظت تکمیلی در زمان بروز خرابی تمهید حفاظت پایه‌ای و/یا تمهید حفاظت خطا یا سهل‌انگاری کاربرها شناخته می‌شود.

یادآوری- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

۴۱۵-۱-۲ استفاده از چنین وسایلی به عنوان تنها وسیله حفاظت شناخته نشده و ضرورت اعمال یکی از معیارهای حفاظتی مشخص شده در بندهای ۴۱۱ تا ۴۱۴ را مرتفع نمی‌کند.

۴۱۵-۲ حفاظت تکمیلی: هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی مکمل

یادآوری ۱- هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی مکمل به عنوان تکمیل‌کننده حفاظت خطا در نظر گرفته می‌شود.

یادآوری ۲- هم‌بندی حفاظتی مکمل، ضرورت قطع منبع بنابر دلایل دیگر، مانند حفاظت در برابر آتش، تنش‌های حرارتی در تجهیزات و غیره را مرتفع نمی‌سازد.

یادآوری ۳- همبندی حفاظتی مکمل می‌تواند برای کل تاسیسات، قسمتی از تاسیسات ، یک قلم از دستگاه، یا یک مکان استفاده شود.

یادآوری ۴- الزامات تکمیلی می‌تواند برای مکان‌های خاص (به قسمت ۷ مرتبط از استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۳۷ یا استاندارد IEC 6034 مراجعه شود)، یا برای سایر دلایل الزامی باشد.

۴۱۵-۲-۱ هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی مکمل باید هم برای قسمت‌های رسانای در معرض در دسترس تجهیزات ثابت و هم برای قسمت‌های رسانای بیرونی، از جمله تقویت‌کننده‌های فلزی اصلی بتون تقویت شده ساختمانی استفاده شود. سامانه هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده باید به هادی‌های حفاظتی همه تجهیزات از جمله هادی‌های حفاظتی پریزها متصل شود.

۴۱۵-۲-۲ اگر تردیدی در خصوص اثربخشی هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی مکمل وجود داشته باشد، باید مقدار مقاومت R بین قسمت‌های رسانای در معرض و قسمت‌های رسانای بیرونی که به طور همزمان در دسترس می‌باشند در رابطه زیر صدق کند:

$$R \leq \frac{50V}{I_a}$$ (در سامانه‌های a.c.)

$$R \leq \frac{120V}{I_a}$$ (در سامانه‌های d.c.)

که در آن:

I_a جریان عامل وسیله حفاظتی برحسب آمپر است، که

- برای کلیدهای محافظ جان (RCDها)، برابر $I_{\Delta n}$ و
- برای وسایل اضافه جریان، برابر جریان عامل پنج ثانیه می‌باشد.

پیوست الف

(الزامی)

تمهیدات حفاظت پایه‌ای

یادآوری- تمهیدات حفاظت پایه‌ای، حفاظت تحت شرایط عادی را ایجاد می‌کنند و اگر که به عنوان قسمتی از معیار حفاظتی انتخابی تعیین شده باشند به کار برده می‌شوند.

الف-۱ عایق‌بندی پایه قسمت‌های برق‌دار

یادآوری- این عایق‌بندی برای جلوگیری از تماس با قسمت‌های برق‌دار صورت می‌گیرد.

قسمت‌های برق‌دار باید به طور کامل با عایق‌بندی که تنها از طریق تخریب قابل برداشتن باشد، پوشیده شوند.

برای تجهیزات، عایق‌بندی باید مطابق با استانداردهای مرتبط برای تجهیزات الکتریکی باشد.

الف-۲ حصارها و محفظه‌ها

یادآوری- حصارها یا محفظه‌ها برای جلوگیری از تماس با قسمت های برق‌دار می‌باشند.

الف-۲-۱ قسمت‌های برق‌دار باید درون محفظه‌ها یا پشت حصارها قرار گیرند تا درجه حفاظت دست‌کم IPXXB یا IP2X برقرار شود، به جز در مواردی که بازشدگی‌های بزرگتر[1] حین جایگزین‌کردن قسمت‌ها، مانند فیوزها یا نگهدارنده (سرپیچ)های لامپ معین، ایجاد می‌شود یا هنگامی که سوراخ‌های بزرگتر برای تسهیل در عملکرد بهتر تجهیزات مطابق با الزامات مرتبط با تجهیزات ضروری هستند، که در این موارد:

- به منظور جلوگیری از تماس غیر ارادی افراد یا دام (چهارپایان اهلی) با قسمت‌های برق‌دار، باید اقدامات پیشگیرانه مناسب در نظر گرفته شود، و
- تا حد ممکن باید اطمینان حاصل شود که افراد از این موضوع مطلع شده‌اند که می‌توان با قسمت‌های برق‌دار از طریق سوراخ‌ها تماس برقرار کرد و بهتر است به طور عمدی با آن‌ها تماس برقرار نکنند، و
- سوراخ‌ها باید به قدری کوچک باشد که با الزامات عملکردی مناسب و جایگزین کردن یک قسمت، سازگاری داشته باشند.

الف-۲-۲ سطوح افقی بالایی حصارها یا محفظه‌ها که به سهولت قابل دسترسی هستند باید دارای درجه حفاظت دست‌کم IPXXD یا IP4X باشد.

---

1 - Larger openings

الف-۲-۳ حصارها و محفظه‌ها باید در محل خود مستحکم شده و به منظور تأمین درجه‌های حفاظت مورد نیاز و جداسازی مناسب از قسمت‌های برق‌دار در شرایط بهره‌برداری عادی مشخص، با در نظر گرفتن تاثیرات بیرونی، دارای پایداری و دوام مناسب باشند.

الف-۲-۴ اگر برداشتن حصارها یا باز کردن محفظه‌ها یا برداشتن قسمتی از محفظه‌ها الزامی باشد، این امر تنها باید از طریق موارد زیر صورت گیرد:

- با استفاده از کلید یا ابزار، یا

- پس از قطع تغذیه قسمت‌های برق‌دار که حفاظت آن‌ها بر عهده حصارها یا محفظه می‌باشد، احیای تغذیه تنها باید پس از جایگزین کردن یا محصور کردن مجدد توسط حصارها یا محفظه‌ها امکان‌پذیر باشد، یا

- اگر یک حصار میانی که درجه حفاظت دست‌کم IPXXB یا IP2X را ایجاد کند از برقراری تماس با قسمت-های برق‌دار جلوگیری کند، این حصار میانی توسط یک کلید یا ابزار برداشته شود.

الف-۲-۵ اگر پشت یک حصار یا درون یک محفظه، اقلامی از تجهیزات نصب شده باشند که پس از خاموش شدن امکان حفظ بارهای الکتریکی خطرناک را داشته باشند (مانند خازن‌ها و غیره)، نصب یک برچسب هشداردهنده الزامی می‌باشد. خازن‌های کوچک که به منظور حذف قوس الکتریکی، تأخیر در پاسخ رله‌ها، و غیره استفاده می‌شوند، نباید به عنوان موار خطرناک تلقی شوند.

یادآوری- تماس غیرارادی، در صورتی که ولتاژ ایجاد شده ناشی از بارهای ساکن، در کمتر از پنج ثانیه پس از قطع تغذیه توان به کمتر از ۱۲۰ V d.c. کاهش یابد، خطرناک تلقی نمی‌شود.

پیوست ب

(الزامی)

موانع و قرار دادن دور از دسترس

ب-۱ کاربرد

معیارهای حفاظتی موانع و قراردادن دور از دسترس، تنها حفاظت پایه‌ای را ایجاد می‌کنند. این معیارها برای کاربرد در تاسیسات با یا بدون حفاظت خطا که توسط افراد متخصص یا آموزش‌دیده کنترل یا نظارت می‌شود، فراهم می‌شود.

شرایط نظارتی که در آن تمهیدات حفاظتی پایه پیوست ب می‌تواند به عنوان قسمتی از معیار حفاظتی به کار رود در زیربند ۴۱۰-۳-۵ ارائه شده است.

ب-۲ موانع

یادآوری- موانع برای جلوگیری از تماس غیر ارادی با قسمت‌های برق‌دار در نظر گرفته می‌شوند ولی از تماس ارادی که در نتیجه دور زدن عمدی موانع برقرار شود ممانعت نمی‌کند.

ب-۲-۱ موانع باید از موارد زیر جلوگیری کنند:

- نزدیک شدن غیر ارادی بدن به قسمت‌های برق‌دار، و
- تماس غیر ارادی با قسمت‌های برق‌دار در طول مدت عملکرد تجهیزات برق‌دار در بهره‌برداری عادی.

ب-۲-۲ موانع می‌تواند بدون نیاز به کلید یا ابزار قابل برداشته شدن باشد ولی باید به گونه ای محکم شده باشند تا از برداشته شدن غیر ارادی اجتناب شود.

ب-۳ قرار دادن دور از دسترس

یادآوری- حفاظت از طریق قرار دادن دور از دسترس، تنها برای جلوگیری از تماس غیر ارادی با قسمت‌های برق‌دار در نظر گرفته می‌شود.

ب-۳-۱ تماس همزمان با قسمت‌های در دسترسی که دارای پتانسیل‌های متفاوت هستند نباید توسط دست (از مفصل کتف تا مفصل مچ) امکان پذیر باشد.

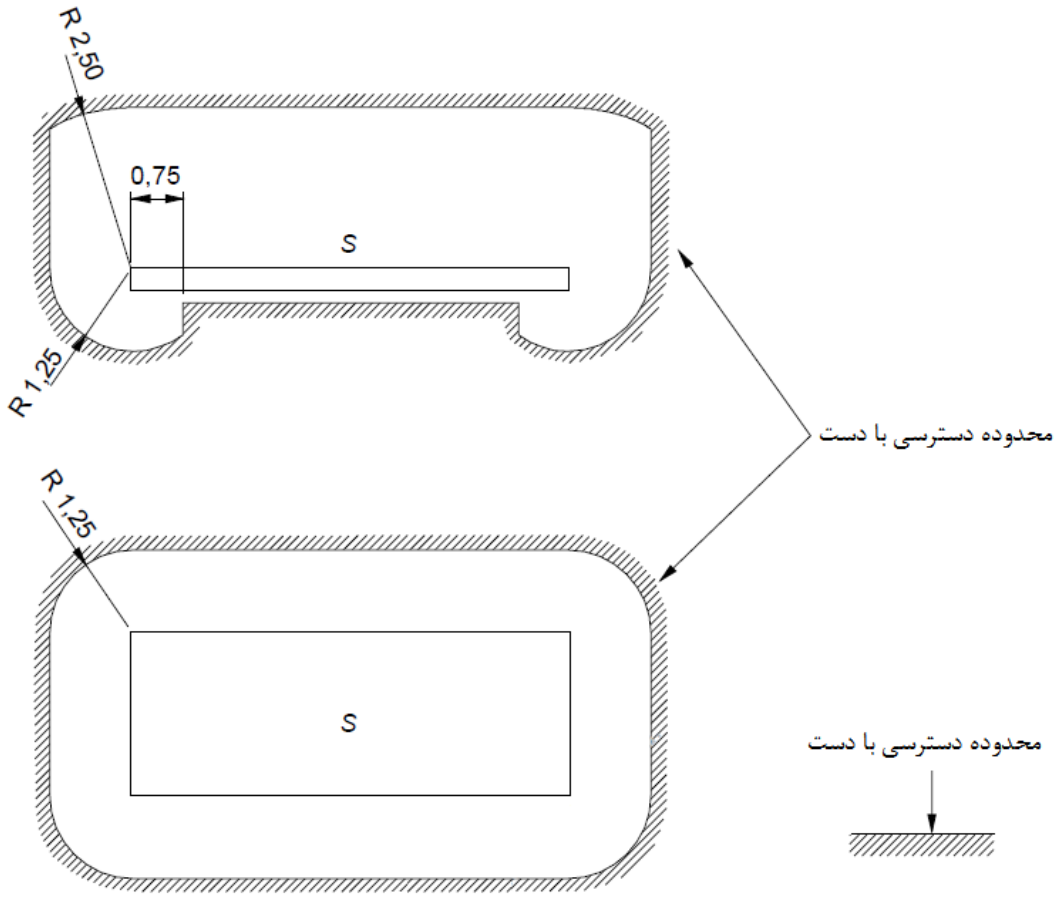
یادآوری- اگر دو قسمت حداکثر ۲٫۵۰ m از هم فاصله داشته باشند، به عنوان قسمت‌های در دسترس همزمان محسوب می‌شوند (به شکل ب–۱ مراجعه شود).

ب-۳-۲ اگر یک محل معمولاً اشغال‌شده، در راستای افقی توسط یک مانع (مانند نرده، صفحه توری) که درجه حفاظت کمتر از IPXXB یا IP2X را فراهم می‌کند، محصور شده باشد، برای دسترسی با دست باید از آن مانع گذر کرد. در راستای بالای سر، فاصله دسترسی با دست از سطح (S) برابر ۲٫۵ m می‌باشد، که بدون در نظر گرفتن هیچ مانع واسطی درجه حفاظت کمتر از IPXXB را ایجاد می‌کند.

یادآوری- مقادیر دسترسی با دست، مربوط به تماس مستقیم با دست‌های لخت و بدون استفاده از وسیله کمکی (مانند ابزار یا نردبان) می‌باشد.

ب-۳-۳ در مکان‌هایی که به طور معمول اشیاء رسانای حجیم یا بلند به کار می‌روند، با توجه به ابعاد آن اشیاء، فاصله‌های الزامی مشخص شده در زیربندهای ب-۳-۱ و ب-۳-۲ باید افزایش یابند.

ابعاد بر حسب میلی‌متر



S سطحی است انتظار می‌رود توسط افراد اشغال شود

شکل ب–۱- منطقه دسترسی با دست

پیوست پ

(الزامی)

معیارهای حفاظتی فقط برای کاربرد در مواردی که تاسیسات تحت کنترل یا نظارت افراد متخصص یا آموزش دیده باشد

یادآوری- شرایط نظارتی که در آن تمهیدات حفاظت خطا (حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم) پیوست پ می‌تواند به عنوان قسمتی از معیار حفاظتی به کار رود در زیربند ۴۱۰-۳-۶ ارائه شده است.

پ-۱ مکان غیر رسانا

یادآوری ۱- این معیار حفاظتی برای جلوگیری از تماس همزمان با قسمت‌هایی که احتمال دارد در هنگام بروز خطا در عایق‌بندی پایه‌ای قسمت‌های برق‌دار، دارای پتانسیل‌های متفاوت شوند، در نظر گرفته شده است.

یادآوری ۲- این یادآوری در ایران کاربرد ندارد.

پ-۱-۱ تمامی تجهیزات الکتریکی باید مطابق با تمهیدات حفاظت پایه‌ای مشخص شده در پیوست الف باشد.

پ-۱-۲ چیدمان قسمت‌های رسانای در معرض باید به گونه‌ای باشد که تحت شرایط معمولی، افراد امکان تماس همزمان با:

- دو قسمت رسانای در معرض، یا

- یک قسمت رسانای در معرض و هر قسمت رسانای بیرونی،

را در صورتی که این قسمت‌ها در اثر بروز خطای عایق‌بندی پایه قسمت‌های برق‌دار، دارای پتانسیل متفاوت شده باشند، نداشته باشند:

پ-۱-۳ در مکان غیر رسانا نباید هیچ گونه رسانای حفاظتی وجود داشته باشد.

پ-۱-۴ زیربند پ-۱-۲ درصورتی برآورده می‌شود که مکان مورد نظر دارای عایق‌بندی در کف و دیوارها باشد و یک یا چند مورد از چیدمان‌های زیر اعمال شده باشد:

الف- فاصله‌گذاری نسبی قسمت‌های رسانای در معرض و قسمت‌های رسانای بیرونی و همچنین فاصله‌گذاری قسمت‌های رسانای در معرض.

در صورتی که فاصله بین دو قسمت کمتر از ۲٫۵ m نباشد، این فاصله‌گذاری مناسب می‌باشد، این فاصله می‌تواند تا ۱٫۲۵ m خارج از منطقه در دسترس دست کاهش یابد.

ب- جایگذاری موانع مؤثر بین قسمت‌های رسانای در معرض و قسمت‌های رسانای بیرونی.

چنین موانعی در صورتی که باعث گسترش فاصله‌های اشاره شده در ردیف الف شوند، به طور مناسبی مؤثر می‌باشند. این موانع نباید به زمین و یا به قسمت‌های رسانای در معرض متصل شوند و تا حد امکان باید از مواد عایقی ساخته شده باشند.

پ- عایق‌بندی یا چیدمان‌های عایقی قسمت‌های رسانای در معرض.

عایق‌بندی باید دارای استحکام مکانیکی کافی بوده و حداقل ولتاژ آزمون ۲۰۰۰ V را تحمل نماید. جریان نشت نباید در شرایط عادی استفاده بیش از یک میلی آمپر باشد.

پ-۱-۵ مقاومت عایقی کف‌ها و دیوار در هر نقطه مورد اندازه‌گیری تحت شرایط مشخص در استاندارد IEC 60364-6 نباید کمتر از موارد زیر باشد:

- ۵۰ kΩ اگر ولتاژ نامی عایق‌بندی حداکثر ۵۰۰ V باشد، یا
- ۱۰۰ kΩ اگر ولتاژ نامی عایق‌بندی بیشتر از ۵۰۰ V باشد.

یادآوری- اگر در هر نقطه، مقاومت از مقدار مشخص کمتر باشد، کف‌ها و دیوارها برای اهداف حفاظت در برابر برق گرفتگی به عنوان قسمت‌های رسانای در معرض محسوب می‌شوند.

پ-۱-۶ چیدمان‌های ایجاد شده باید دائمی بوده و بی‌اثر ساختن آن‌ها نباید ممکن باشد. این چیدمان‌ها باید حفاظت را در صورتی که استفاده از تجهیزات سیار یا قابل حمل پیش‌بینی می‌شود، نیز تأمین نمایند.

یادآوری ۱- در صورتی که تاسیسات الکتریکی تحت نظارت مؤثر نباشند، این خطر وجود دارد که قسمت‌های رسانای بیشتری با تأخیر معرفی شود (مانند تجهیزات طبقه I متحرک یا قابل حمل یا قسمت‌های رسانای در معرض مثل لوله‌های فلزی آب)، که این امر می تواند انطباق با زیربند پ-۱-۶ را بی‌اعتبار کند.

یادآوری ۲- اطمینان از این که رطوبت نمی‌تواند تاثیری روی عایق‌بندی کف و دیوارها بگذارد، الزامی می‌باشد.

پ-۱-۷ اقدامات احتیاطی برای اطمینان از این که قسمت‌های رسانای بیرونی نمی‌توانند باعث ایجاد پتانسیل در بیرون مکان مدنظر شوند، به عمل آید.

پ-۲ حفاظت از طریق هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده محلی بدون اتصال زمین

یادآوری- هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده بدون اتصال زمین، برای جلوگیری از ایجاد ولتاژ تماس خطرناک، در نظر گرفته می‌شود.

پ-۲-۱ تمام تجهیزات الکتریکی باید با تمهیدات حفاظت پایه‌ای (حفاظت در برابر تماس مستقیم) مشخص شده در پیوست الف مطابقت داشته باشند.

پ-۲-۲ هادی‌های هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده باید به طور همزمان تمامی قسمت‌های رسانای در معرض و قسمت‌های رسانای بیرونی را به هم متصل نمایند.

پ-۲-۳ سامانه هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده محلی نباید در تماس مستقیم الکتریکی با زمین، قسمت‌های رسانای در معرض و قسمت‌های رسانای بیرونی باشد.

یادآوری- اگر این الزامات برآورده نشود، حفاظت از طریق قطع خودکار تغذیه عملی می‌باشد (به بند ۴۱۱ مراجعه شود).

پ-۲-۴ اقدامات احتیاطی باید انجام شود تا اطمینان حاصل شود که افراد وارد شده به مکان هم‌پتانسیل، به ویژه هنگامی که کف رسانای عایق شده از زمین، به سامانه هم‌بندی هم‌پتانسیل کننده بدون اتصال زمین متصل شده باشد، نتوانند در معرض اختلاف پتانسیل خطرناک قرار بگیرند.

پ-۳ جداسازی الکتریکی تغذیه از بیش از یک قلم از تجهیز مصرف‌کنندهٔ انرژی الکتریکی

یادآوری- جداسازی الکتریکی یک مدار منفرد به منظور جلوگیری از برق گرفتگی ناشی از تماس با قسمت‌های رسانای در معرض که ممکن است در اثر بروز خطا در عایق‌بندی پایه مدار برق‌دار شوند، می‌باشد.

پ-۳-۱ تمام تجهیزات الکتریکی باید با یکی از تمهیدات حفاظت اولیه مشخص شده در پیوست الف مطابقت داشته باشد.

پ-۳-۲ حفاظت از طریق جداسازی الکتریکی تغذیه بیش از یک قلم از تجهیزات باید با تمامی الزامات بند ۴۱۳ به جز زیربند ۴۱۳-۱-۲، و الزامات زیر مطابقت داشته باشد.

پ-۳-۳ اقدامات احتیاطی برای حفاظت مدار جدا شده در برابر آسیب و خرابی عایق‌بندی باید صورت گیرد.

پ-۳-۴ قسمت‌های رسانای در معرض مدار جدا شده باید توسط هادی‌های هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده زمین نشده و عایق شده، به هم متصل شود. چنین هادی‌هایی نباید به هادی‌های حفاظتی یا قسمت‌های رسانای در معرض مربوط به سایر مدارها یا به هر یک از قسمت‌های رسانای بیرونی متصل شود.

یادآوری – به یادآوری زیربند ۴۱۳-۳-۶ مراجعه شود.

پ-۳-۵ تمام پریزها باید با کنتاکت‌های حفاظتی که باید به سامانه هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده فراهم شده مطابق زیربند پ-۳-۴ متصل شوند، ارائه شوند.

پ-۳-۶ به جز در موارد تغذیه کردن تجهیزات دارای عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده، تمام کابل‌های قابل انعطاف باید دارای یک هادی حفاظتی باشند که از آن به عنوان هادی هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده مطابق با زیربند پ-۳-۴، استفاده شود.

پ- ۳-۷ اگر دو خطا در قسمت‌های رسانای در معرض رخ دهد و این قسمت‌ها توسط هادی‌هایی با قطبیت متفاوت تغذیه شوند، یک وسیله حفاظتی باید تغذیه را در مدت زمان قطع مطابق با جدول ۴۱-۱ قطع کند.

پ-۳-۸ توصیه می‌شود که حاصل ضرب ولتاژ نامی مدار برحسب ولت و طول سامانه سیم‌کشی بر حسب متر، از ۱۰۰ ۰۰۰ V/m تجاوز نکند، که در آن طول سامانه سیم‌کشی توصیه می‌شود بیشتر از ۵۰۰ m نباشد.

پیوست ت

(اطلاعی)

ارتباط بین استاندارد IEC 60364-4:2001 و استاندارد حاضر

جدول زیر فهرستی از مندرجات هر دو ویرایش قبلی و ویرایش حاضر استاندارد IEC 60364-4 را با مشخص کردن تغییرات ایجاد شده، ارائه می‌کند.

جدول ت-۱- ارتباط بین استاندارد IEC 60364-4:2001 و استاندارد حاضر

IEC 60364-4:2001	استاندارد حاضر
عنوان **تاسیسات الکتریکی ساختمان‌ها-** **قسمت ۴-۴۱ : حفاظت برای ایمنی-** **حفاظت در برابر برق گرفتگی**	**تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف-** **قسمت ۴-۴۱ : حفاظت برای ایمنی-** **حفاظت در برابر برق گرفتگی**
۴۱۰ مقدمه	**۴۱۰ مقدمه**
۴۱۰-۱ هدف و دامنه کاربرد	**۴۱۰-۱ هدف و دامنه کاربرد**
۴۱۰-۲ مراجع الزامی	**۴۱۰-۲ مراجع الزامی**
۴۱۰-۳ کاربرد معیارهای حفاظت در برابر برق گرفتگی ۴۱۰-۳-۱ کلیات ۴۱۰-۳-۲ کاربرد معیارهای حفاظت در برابر تماس مستقیم ۴۱۰-۳-۳ کاربرد معیارهای حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم ۴۱۰-۳-۴ کاربرد معیارهای حفاظت در رابطه با تاثیرات بیرونی	**۴۱۰-۳ الزامات کلی**
۴۱۱ حفاظت در برابر تماس مستقیم و غیر مستقیم	**۴۱۴ معیار حفاظتی : ولتاژ بسیار پایین تامین شده با SELV و PELV**
۴۱۱-۱ SELV و PELV ۴۱۱-۱-۱ ۴۱۱-۱-۲ منابع برای SELV و PELV ۴۱۱-۱-۳ چیدمان‌های مدارها ۴۱۱-۱-۴ الزامات مدارهای زمین شده (SELV) ۴۱۱-۱-۵ الزامات مدارهای زمین نشده (PELV)	۴۱۴-۱ کلیات ۴۱۴-۳ منابع برای SELV و PELV ۴۱۴-۴ الزامات مدارهای SELV و PELV
۴۱۱-۲ حفاظت از طریق محدود کردن انرژی (بدون الزامات)	در دامنه کاربرد این استاندارد نیست.

IEC 60364-4:2001	استاندارد حاضر
۴۱۱-۳ سامانه FELV	۴۱۱-۷ ولتاژ بسیار ضعیف عملکردی (FELV)
۴۱۱-۳-۱ کلیات	۴۱۱-۷-۱ کلیات
۴۱۱-۳-۲ حفاظت در برابر تماس مستقیم	۴۱۱-۷-۲ الزامات حفاظت پایه‌ای
۴۱۱-۳-۳ حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم	۴۱۱-۷-۳ الزامات حفاظت خطا
۴۱۱-۳-۴ دوشاخه‌ها و پریزها	۴۱۱-۷-۵ دوشاخه‌ها و پریزها
۴۱۲ حفاظت در برابر تماس مستقیم	
۴۱۲-۱ عایق‌بندی قسمت های برق‌دار	**پیوست الف، بند الف-۱، عایق‌بندی قسمت‌های برق‌دار**
۴۱۲-۲ حصارها یا محفظه‌ها	**پیوست الف، بند الف-۲، حصارها یا محفظه‌ها**
۴۱۲-۳ موانع	**پیوست ب ، بند ب-۲، موانع**
۴۱۲-۴ قراردادن دور از دسترس	**پیوست ب، بند ب-۳، قراردادن دور از دسترس**
۴۱۲-۵ حفاظت تکمیلی توسط کلیدهای محافظ جان	**۴۱۵-۱ حفاظت تکمیلی: کلیدهای محافظ جان (RCDها)**
۴۱۳ حفاظت در برابر تماس غیر مستقیم	
۴۱۳-۱ قطع خودکار تغذیه	**۴۱۱ معیار حفاظتی: قطع خودکار تغذیه**
۴۱۳-۱-۱ کلیات	۴۱۱-۳-۲ قطع خودکار هنگام بروز خطا
۴۱۳-۱-۱-۱ قطع تغذیه	۴۱۱-۳-۱-۱ اتصال زمین حفاظتی
۴۱۳-۱-۲ هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده	۴۱۱-۳-۱ اتصال زمین حفاظتی و هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده اصلی
۴۱۳-۱-۲-۱ هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده اصلی	۴۱۱-۳-۱-۲ هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی
۴۱۳-۱-۲-۲ هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده مکمل	۴۱۱-۳-۲-۶ هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده مکمل
۴۱۳-۱-۳ سامانه‌های TN	۴۱۱-۴ سامانه‌های TN
۴۱۳-۱-۴ سامانه‌های TT	۴۱۱-۵ سامانه‌های TT
۴۱۳-۱-۵ سامانه‌های IT	۴۱۱-۶ سامانه‌های IT
۴۱۳-۱-۶ هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده مکمل	۴۱۵-۲ حفاظت تکمیلی: هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده حفاظتی مکمل
۴۱۳-۱-۷ الزامات مرتبط با شرایط تاثیرات بیرونی	الزامات ندارد
۴۱۳-۲ تجهیزات طبقه II یا عایق‌بندی معادل	**۴۱۲ معیار حفاظتی: عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده**
۴۱۳-۳ مکان‌های غیر رسانا	**پیوست پ، بند پ-۱ مکان‌های غیر رسانا**
۴۱۳-۴ حفاظت از طریق هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده محلی بدون اتصال زمین	**پیوست پ، بند پ-۲ حفاظت از طریق هم‌بندی هم‌پتانسیل‌کننده محلی بدون اتصال زمین**
۴۱۳-۵ جداسازی الکتریکی	**۴۱۳ معیار حفاظتی: جداسازی الکتریکی پیوست پ، بند پ-۳ جداسازی الکتریکی تغذیه بیش از یک قلم از تجهیزات مصرف کنندهٔ جریان**

IEC 60146-2, Semiconductor convertors – Part 2: Self-commutated semiconductor converters including direct d.c. converters

IEC 60364-4-43, Electrical installations of buildings – Part 4-43:Protection for safety – Protection against overcurrent

IEC 60364-5-53:2001, Electrical installations of buildings – Part 5-53:Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control

IEC 60364-7 (all parts), Electrical installations of buildings. Part 7: Requirements for special installations or locations

IEC 60417-DB-12M(2002-10), Graphical symbols for use on equipment – 12-month subscription to online database comprising all graphical symbols published in IEC 60417

IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

IEC 60664 (all parts), Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

IEC 61008-1, Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 1: General rules

IEC 61009-1, Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) – Part 1: General rules

IEC 61201:1992, Extra-low voltage (ELV)– Limit values

IEC 61557-8, Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems

IEC 61557-9, Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 9: Equipment for insulation fault location in IT systems

IEC 62020, Electrical accessories – Residual current monitors for household and similar uses (RCMs)